

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И.А. БУНИНА»**

на правах рукописи

**ЗУБКОВА ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА**

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ  
ПРИЕМОМ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОГО РАПСА  
В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**

Специальность 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

**ДИССЕРТАЦИЯ**  
на соискание ученой степени  
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант:  
доктор биологических наук,  
профессор Виноградов Д.В.

Елец – 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| Введение.....   | 6   |
| Глава 1. Состояние, проблемы и перспективы производства ярового рапса, роль элементов технологий в повышении продуктивности культуры (обзор литературных источников)..... | 14  |
| 1.1. Основные тенденции развития масличной отрасли в мире и России ..   | 14  |
| 1.2. Применение микроудобрений и биологизация технологии производства семян масличных культур.....  | 25  |
| 1.3. Применение органических отходов в земледелии и растениеводстве   | 39  |
| 1.4. Особенности использования кальцийсодержащих соединений и их действие на плодородие почв и урожайность масличных культур.....   | 45  |
| 1.5. Современное состояние использования природных цеолитов в растениеводстве.....  | 50  |
| Глава 2. Условия и методика проведения исследований.....  | 58  |
| 2.1. Место и условия проведения исследований.....   | 58  |
| 2.2. Почвенно-климатические условия опытных участков.....   | 60  |
| 2.3. Схема, методика, агротехнические условия проведения исследований.  | 70  |
| Глава 3. Эффективность комплексного применения дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов в технологии рапса.....                                     | 87  |
| 3.1. Свойства почвы в зависимости от комплексного применения дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов .....   | 87  |
| 3.2. Засорённость посевов ярового рапса при комплексном применении дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов.....                                    | 96  |
| 3.3. Биологическая активность почвы.....  | 101 |
| 3.4. Структура урожая ярового рапса в зависимости от комплексного применения дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов .....                         | 109 |
| 3.5. Урожайность ярового рапса при комплексном применении дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов.....   | 116 |
| Глава 4. Применение компостов на основе отходов грибоводства в ком-   |     |

|  |     |
|--|-----|
| плексе с удобрениями в технологии производства рапса.....  | 124 |
| 4.1. Структура урожая ярового рапса в зависимости от комплексного действия компостов, минеральных и органоминеральных удобрений .....                            | 124 |
| 4.2. Урожайность ярового рапса в зависимости от комплексного действия компостов, минеральных и органоминеральных удобрений .....                                 | 128 |
| 4.3. Корреляционно-регрессионный анализ данных многофакторного опыта вариантов с комплексным действием компостов, минеральных и органоминеральных удобрений..... | 136 |
| 4.4. Изучение влияния компостов на основе отходов грибных производств на развитие болезней в агроценозе ярового рапса.....                                       | 146 |
| Глава 5. Эффективность применения доз органического удобрения в комплексе с природным цеолитом в агроценозах ярового рапса .....                                 | 154 |
| 5.1. Морфологические и химические особенности природного цеолита.....  | 154 |
| 5.2. Разработка технологии приготовления удобрения на основе отходов птицефабрик.....  | 158 |
| 5.3. Почвенные свойства в зависимости от доз органического удобрения в комплексе с природным цеолитом .....  | 163 |
| 5.4. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах ярового рапса....   | 167 |
| 5.5. Структура урожая и урожайность ярового рапса в зависимости от доз органического удобрения в комплексе с природным цеолитом.....                             | 175 |
| 5.6. Влияние применения доз органического удобрения в комплексе с природным цеолитом на качество семян рапса .....   | 179 |
| 5.7. Изучение элементного состава растений рапса и его семян.....  | 181 |
| Глава 6. Повышение продуктивности сортов ярового рапса в зависимости от сроков посева и применения агрохимикатов.....  | 187 |
| 6.1. Влияние предпосевной обработки семян ярового рапса на посевные качества и ростовые процессы растений.....   | 187 |
| 6.2. Зависимость накопления фотосинтетических пигментов и морфологических показателей растений ярового рапса от применения агрохимикатов.....                    | 191 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.3. Влияние агрохимикатов на формирование элементов продуктивности ярового рапса.....   | 201 |
| 6.4. Урожайность ярового рапса в зависимости от сроков посева и применения агрохимикатов.....  | 204 |
| 6.4.1. Урожайность ярового рапса в зависимости от применения агрохимикатов.....  | 204 |
| 6.4.2. Влияние сроков посева на урожайность ярового рапса.....   | 207 |
| 6.5. Изучение взаимосвязи ГТК и гидрофизических показателей почвы с урожайными данными .....   | 213 |
| 6.6. Качество маслосемян в зависимости от сроков посева и применения агрохимикатов .....   | 217 |
| 6.6.1. Влияние агрохимикатов на маслопродуктивность ярового рапса.....   | 217 |
| 6.6.2 Выход и качество масла в зависимости от сроков посева и обработок агрохимикатами.....  | 220 |
| Глава 7. Экономическая и энергетическая оценка возделывания ярового рапса на семена в исследованиях.....                                 | 232 |
| 7.1. Экономическая эффективность производства семян рапса с комплексным применением дефеката, минеральных и биологических удобрений..... | 233 |
| 7.2. Экономическая эффективность с применением компостов на основе отходов грибоводства в комплексе с удобрениями .....                  | 237 |
| 7.3. Экономическая эффективность производства семян рапса с использованием доз органического удобрения в комплексе с цеолитом.....       | 239 |
| 7.4. Экономическая эффективность производства семян рапса с использованием агрохимикатов .....   | 241 |
| 7.5. Экономическая эффективность производства семян рапса в зависимости от сроков посева и обработок агрохимикатами.....                 | 243 |
| 7.6. Энергетическая оценка выращивания ярового рапса на семена в исследованиях .....   | 245 |
| 7.6.1. Энергетическая эффективность выращивания ярового рапса при использовании дефеката, минеральных и биологических удобрений.....     | 247 |

|   |     |
|---|-----|
| 7.6.2. Энергетическая эффективность выращивания ярового рапса при применении компостов в комплексе с удобрениями..... | 250 |
| 7.6.3. Энергетическая эффективность по применению органического удобрения в комплексе с цеолитом.....                 | 253 |
| 7.6.4. Энергетическая эффективность по повышению продуктивности ярового рапса от применения агрохимикатов.....        | 254 |
| 7.6.5. Энергетическая эффективность в зависимости от сроков посева и обработок растений агрохимикатами.....           | 257 |
| Заключение.....   | 260 |
| Предложения производству.....   | 264 |
| Перспективы дальнейшей разработки темы.....   | 265 |
| Библиографический список.....   | 266 |
| Приложения.....   | 335 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Рапс – это культура с огромным потенциалом и, с каждым годом, она является всё более привлекательной для аграриев. Главными факторами популярности рапса в мировом производстве являются его высокая рентабельность и продуктивность. В России развитие интереса к рапсу как к масличной культуре, связано также с увеличением объёмов переработки и активным спросом его в животноводческой отрасли.

Чтобы достичь высоких урожаев, особую роль в технологии возделывания ярового рапса отводят его питанию с использованием макро- и микроэлементов, органических и минеральных видов удобрений, биологических препаратов, регуляторов роста. В агроценозах ярового рапса элементы питания играют важную роль, участвуют в транслокации фотосинтезирующих веществ, влияют на прорастание пыльцы, завязывание и формирование плодов, синтез органических соединений, тем самым повышая урожайность и содержание масла в семенах (Шпаар Д., 2007; Виноградов Д.В., 2011; Arabhanvi F., 2015).

Стратегия развития агропромышленного комплекса Российской Федерации с целью развития агропромышленного комплекса предусматривает внедрение инновационных технологий в растениеводство. Динамично развивающиеся сегодня отрасли в условиях Липецкой области, такие как птицеводство, животноводство, грибоводство приводят к формированию большого количества органических отходов, которые могут являться источником питательных веществ для растений. Регион последние годы является лидером по производству сахара в России, как следствие, наблюдается увеличение доли отходов от сахарного производства. Для управления питанием сельскохозяйственных культур и плодородием почв, возможно применение получаемых отходов от вышеперечисленных видов производств, необходимым условием которых является использование обоснованных доз, обеспечивающих оптимальное питание растений, в конечном итоге выражается в высоких количественных и качественных показателях урожая (Diacono M.,

2011; Мотылева С.М., 2012; Антоненко Д.А., 2019; Гулидова В.А., 2019; Chen T., 2020).

В последние годы в России отмечается тенденция увеличения посевных площадей занятых под масличными культурами. В частности, на долю ярового рапса в 2022 году пришлось 1764 тыс. га, +25 % к 2021 г, при валовом сборе в 2944 тыс. тонн и средней урожайности 2,25 т/га. С 2000 года по 2023 год площади занятые под рапсом в Липецкой области выросли с 4,8 до 60 тыс. га, при средней урожайности в 2022 г. – 2,25 т/га, в 2023г. – 2,50 т/га. В 2022 году Липецкая область стала лидером по производству рапсового масла в России, что связано с концентрацией четырёх маслоэкстракционных заводов в регионе. Объёмы производства масличных семян данной культуры, также, ежегодно увеличиваются.

В условиях региона намечена интенсивная динамика в производстве ярового рапса. Учитывая важность успешного дальнейшего развития производства культуры в условиях лесостепи ЦЧР, актуальной задачей становится совершенствование приемов повышения продуктивности ярового рапса, что и определило направление наших исследований.

**Степень разработанности темы.** В условиях лесостепи Центрального Черноземья большой вклад в развитие научных основ формирования урожайности ярового рапса внесли такие учёные, как Гулидова В.А., 2001; Яндьо В. В., 2004; Артемов И.В., 2005; Савенков В.П., 2007; Карпачев В.В., 2009; Чеснокова Л.Д., 2018; Никонова Г.Н., 2021. Вопросами возделывания масличных капустных культур, разработки и совершенствования технологий с применением микро- и макроудобрений, регуляторов роста, биологических препаратов занимались Wahnhoff M., 1994; Willige A., 1997; Савенков В.П., 1998; Хвошнянская А.О., 2009; Прахова Т.Я., 2013; Гайфуллин Р.Р., 2014; Кшникаткина А. Н., 2014; Тулькибаева С.А., 2017; Вафина Э.Ф. 2018, Халипский А.Н., 2021 и другие.

В литературных источниках имеются положительные данные об использовании отходов производств агропромышленного комплекса в качестве удобрений в растениеводстве и земледелии, которые приводят к повышению урожайности и качественных характеристик культур (Fuentes V. M., 2006; Косорихин С.С., 2008,

2009; Воронин В.М., 2008; Балабко П.Н., 2012; Gumus I., 2017; Мерзлая Г.Е., 2018; Гурин А.Г., 2020; Иванов А.И., 2021 и другие). Отражён положительный опыт применения природных минералов в качестве удобрений (Королев А.А., 2007; Кузин Е. Н., 2008; Алексеев А.И., 2013; Макарова М.П., 2013; Мотылева С.М., 2010; Sangeetha C., 2016; Dzhakula V. S., 2018; Hajar T.S., 2019 и другие). Анализ литературных источников демонстрирует, что предпочтение сегодня отдают максимальному включению экологизированных элементов агротехнологий. В условиях лесостепи Центрально-Чернозёмного региона является не изученным вопрос об использовании в качестве удобрений отходов птицефабрик, грибных производств, дефеката, природного цеолита и новых форм агрохимикатов в посевах ярового рапса.

**Цель исследований** – разработать, совершенствовать и научно-практически обосновать комплекс агротехнических приёмов повышения продуктивности ярового рапса в условиях лесостепи Центрального Черноземья.

**Задачи исследований.**

1. Определить эффективность комплексного применения дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов при возделывании ярового рапса.

2. Дать оценку применения компостов на основе отходов грибоводства в комплексе с минеральными и органоминеральными удобрениями в технологии производства рапса.

3. Установить эффективность применения органоминерального удобрения в посевах ярового рапса.

4. Выявить особенности формирования урожайности и качества семян ярового рапса в зависимости от сроков посева и применении агрохимикатов.

5. Оценить экономическую и биоэнергетическую эффективности возделывания ярового рапса в зависимости от предложенных элементов технологии.

**Объект и предмет исследований.** Объект исследований – яровой рапс; почва чернозём выщелоченный. Предмет исследований – оценка элементов тех-

нологии выращивания ярового рапса в почвенно-климатических условиях лесостепи Центрального Черноземья.

**Научная новизна.** Для условий лесостепи Центрального Черноземья России разработаны теоретические и практические основы формирования высокопродуктивных агроценозов ярового рапса.

Установлено влияние доз, сроков и глубины внесения донного навоза в сочетании с минеральными и микробиологическими удобрениями на агрофизические и агрохимические показатели выщелоченного тяжелосуглинистого чернозёма в технологии производства ярового рапса. Представлены уравнения линейной и множественной регрессии, которые прогнозируют изменение урожайности ярового рапса при изменении заявленных почвенных свойств. Показана роль изучаемых агроприёмов, где наибольшая продуктивность культуры выявлена на варианте с внесением 12,6 т/га донного навоза на глубине 20 см и минеральных удобрений в дозе  $N_{140}P_{70}K_{100}$  с обработкой семян микробиологическим препаратом БСка-3, 4 л/т.

Доказана высокая эффективность компостов на основе отходов грибоводства в сочетании с различными дозами минерального азота и агрохимикатами на основные показатели структуры урожая ярового рапса, где наиболее продуктивным выявлен вариант с внесением 30 т/га свежего компоста, совместно с минеральным удобрением в дозе  $N_{125}$  и обработкой посевов Полидон Био Масличный, 1,0 л/га.

Впервые в регионе определены агрохимические нормативные параметры перепревших органических отходов птицефабрик в комплексе с микробиологическим препаратом. Доказаны высокий микроэлементный состав природных цеолитов Тербунского месторождения Липецкой области и его высокопористая структура. Подтверждено влияние природных цеолитов в сочетании с отходами птицефабрик на агрофизические и агрохимические показатели чернозёма выщелоченного. Выявлено положительное влияние комплексного использования цеолитов в сочетании с органическими отходами птицефабрик на фотосинтетическую деятельность, урожайность, микроэлементный состав растений и семян. Установле-

но, что максимальная урожайность рапса получена при внесении органических отходов птицефабрик в дозе 29,5 т/га в комплексе с цеолитом 4,5 т/га.

Установлена высокая эффективность агрохимикатов при обработке ими семян и применении в виде некорневых подкормок растений ярового рапса по вегетации. Доказано, что максимальная прибавка семян наблюдается при комплексном использовании агрохимикатов Микромак, 2 л/т + Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т + Рэгни, 1,2 л/га. Определён оптимальный срок посева – I декада мая на вариантах с применением некорневой подкормки микроудобрениями. Научно обосновано накопление фотосинтетических пигментов, изменение отдельных морфологических показателей растений и элементов продуктивности, биохимический анализ, в том числе жирнокислотный состав семян ярового рапса в зависимости от изучаемых вариантов.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** В условиях лесостепи ЦЧР на выщелоченном тяжелосуглинистом чернозёме разработаны и рекомендованы производству приёмы повышения продуктивности ярового рапса с использованием внутренних ресурсов региона. Научно обосновано возделывание ярового рапса с внесением дефеката в дозе 12,6 т/га на глубину 20 см в комплексе с минеральными удобрениями в дозе  $N_{140}P_{70}K_{100}$  и обработкой семян микробиологическим препаратом БСка-3 (4 л/т); компостов на основе отходов грибоводства (30 т/га) в сочетании с минеральным удобрением в дозе  $N_{125}$  и обработкой посевов Полидон Био Масличный (1,0 л/га); органических отходов птицефабрик в дозе 29,5 т/га в комплексе с цеолитом 4,5 т/га, как наиболее эффективные по продуктивности предложенные элементы агротехнологии выращивания культуры. Также выявлены оптимальные сроки посева в комплексе с применением агрохимикатов, что обеспечивало формирование наибольшей урожайности семян и качества продукции.

Результаты исследований имеют практическое внедрение в производство в сельскохозяйственных организациях Липецкой, Воронежской, Рязанской и Тульской областей на общей площади свыше 130 га.

Отдельные материалы опытов использовались в учебных пособиях, изданных с грифом федерального УМО РФ, которые задействованы в обучающем процессе ФГБОУ ВО ЕГУ им. И.А. Бунина, при изучении дисциплин «Производство продукции растениеводства», «Земледелие», а также при проведении курсов повышения и переподготовки для специалистов агропромышленного комплекса.

Отдельные этапы работы выполнялись при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-44-480003 (2019-2021 гг.).

**Методология и методы исследований.** Методология проводимых исследований определена анализом литературы отечественных и зарубежных авторов согласно проблеме исследований. В работе реализовывали полевые и производственные опыты, лабораторные исследования, статистическую обработку экспериментальных данных и их анализ.

**Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Использование дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов при возделывании ярового рапса.
2. Применение компостов на основе отходов грибоводства в комплексе с минеральными и органоминеральными удобрениями в технологии производства рапса.
3. Использование органических удобрений в комплексе с природным цеолитом в агроценозах ярового рапса.
4. Формирование продуктивности и качества семян ярового рапса в зависимости от сроков посева и применении агрохимикатов.
5. Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания ярового рапса на семена.

**Степень достоверности.** Достоверность и обоснованность представленных в работе положений, выводов и рекомендаций производству обеспечиваются соответствием экспериментальных данных теоретическим результатам исследований. Проведение опытов осуществлялось в соответствии с методиками проведения полевых, лабораторных исследований и статистических методов обработки экспериментальных данных, ГОСТов.

**Апробация и основные результаты исследований** представлены на международных и национальных научных конференциях «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий» (г. Рязань, РГАТУ, 2021 г., 2022 г., 2023 г.); «Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе» (г. Елец, ЕГУ им. И.А. Бунина, 2021 г., 2022 г., 2023 г.); «Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур» (г. Горки, БГСХА, 2021, 2023 г.); «ВЕКовое растениеводство» (г. Пермь, ПГАТУ им. акад. Д.Н. Прянишникова, 2023 г.); «Фундаментальные и прикладные аспекты микробиологии в науке и образовании» (г. Рязань, РязГМУ, 2022 г.); «Науки о земле: вчера, сегодня, завтра» (г. Баку, 2022 г.); «Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии» (г. Ижевск, Ижевская ГСХА, 2022 г.); «Разнообразие и устойчивое развитие агробиоценозов Омского Прииртышья» (г. Омск, Омский ГАУ, 2022); «Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания» (г. Брест, БрГТУ, 2021 г.); «Развитие научного наследия великого учёного на современном этапе» (г. Махачкала, ДагГАУ, 2021 г.); «Современные проблемы пищевой безопасности» (г. Санкт-Петербург, СПбГУВМ, 2020 г.); «Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем» (г. Минск, БГУ, 2020 г.); «Приоритетные научные исследования и инновационные технологии в АПК: Наука – производству» (г. Волгоград, Волгоградский ГАУ, 2019 г.); «100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития» (г. Воронеж, ВГАУ, 2019 г.); «Плодородие почв России: состояние, тенденции и прогноз» (г. Москва, ВНИИА имени Д.Н. Прянишникова, 2019 г.); на форуме "Наука будущего - наука молодых" (г. Нижний Новгород, НГУ, 2017 г.); на международном координационном совещании по рапсу (г. Липецк, ВНИИ рапса, 2015 г.) и других.

Результаты исследований имеют практическое внедрение в производство в сельскохозяйственных организациях: ООО «КОЛОС-АГРО» Елецкого района Липецкой области; СПССПК «Тимирязевский» Долгоруковского района Липецкой области; ЗАО «Ивово» Липецкого района Липецкой области; ООО «Новая

жизнь» Кораблинского района Рязанской области, ООО «АПК Родное» Богородицкого района Тульской области, ООО «Био Сад» Панинского района Воронежской области.

**Объём и структура диссертации.** Научная работа содержит введение, 7 глав, заключение, предложения производству. Содержит 405 страниц текста компьютерной верстки, 68 таблиц, 90 рисунков и 54 приложения. Список литературы состоит из 575 источников, в том числе 142 зарубежных.

**Публикации результатов исследований.** Автором опубликовано 88 научных работ, из них 27 работ в рецензируемых изданиях, 18 работ – в изданиях, относящихся к международным базам данных, 2 монографии. Получено 14 патентов на полезную модель и изобретения.

**Личный вклад автора.** Лично автором поставлены цель и задачи исследований, разработаны и проведены полевые опыты, осуществлён сбор и анализ результатов исследований, выполнены необходимые расчёты и статистическая обработка данных. Диссертационная работа является результатом анализа и обобщения исследований, проведённых лично соискателем.

Автор считает своим приятным долгом выразить глубокую признательность и благодарность научному консультанту, доктору биологических наук, профессору Виноградову Дмитрию Валериевичу; заведующей лабораторией физиологии и биохимии ФГБНУ ФНЦ Садоводства, доценту, кандидату сельскохозяйственных наук Мотылёвой Светлане Михайловне; научному сотруднику МГУ им. М.В. Ломоносова, кандидату биологических наук Дядькиной Светлане Евгеньевне; заведующей научно-исследовательской агрохимической лабораторией ЕГУ им. И.А. Бунина, кандидату биологических наук Дубровиной Ольге Алексеевне за помощь и содействие в планировании, обсуждении научных опытов.

# **ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА ЯРОВОГО РАПСА, РОЛЬ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЙ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУРЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ)**

## **1.1. Основные тенденции развития масличной отрасли в мире и России**

Рапс в настоящее время имеет большую популярность, он относится к числу основных масличных культур, возделыванием которого занимаются более чем 30 стран мира [25, 49, 121,331, 453].

Самые старые упоминания о происхождении и выращивании рапса происходят из Азии, хотя эволюция этой культуры происходила во многих странах по всему миру, включая Швейцарию, Германию, Австралию, Данию, Нидерланды и Италию [483].

Культивирование рапса подтверждается данными с 1578 года в Западной Европе и с 1587 года в регионе Чешской Республики. Эволюция и распространение этой группы масличных культур наблюдается с древних времен и продолжается до наших дней. Исторический момент развития современной селекции и технического прогресса в рапсоевстве хронологически и кратко упоминаются в период с 1-го Международного симпозиума по химии и технологии рапсового масла и других капустных 1967 года в Гданске (Польша) до 10-го Международного конгресса по рапсу в Канберре (Австралия) [442].

Обладая высокой продуктивностью, привлекательной ценой реализации и стабильной рентабельностью производства масличный рапс в XXI веке выделился среди многих культур аграрного сектора экономики [109, 333, 469].

Его семена характеризуются высокими показателями сырого жира [72, 332, 336, 474] и протеина, на долю которых суммарно приходится от 67 до 72% [120, 337, 346, 293]

Сегодня о рапсе говорят, как о широко востребованной культуре, которая прочно закрепилась в севооборотах разных стран мира [379]. В частности, уста-

новлено, что 1 га посевов культуры выделяет почти 10,6 млн. л. кислорода [235, 236, 396].

Основными производителями рапса являются Китай, Индия, Канада и Европейский союз [449]. Китай занимал лидирующие позиции в мире по общему объему производства рапса с 1980 по 1981 годы. В течение последних десяти лет в Китае наблюдается устойчивая тенденция к увеличению общего объема производства посевных площадей и урожайности данной культуры [531]. С 2005 по 2014 год в Китае на национальном уровне было зарегистрировано 215 сортов рапса, в том числе 210 сортов озимых и пять сортов яровых форм [521, 522, 523].

Китай является крупным импортером рапса, а также основным его потребителем [445, 485], в то время как США являются крупным экспортером масличных культур, а Индонезия и Малайзия - растительных масел [541].

Среди масличных культур в Индии рапс является основной культурой, выращиваемой наряду с сафлором, арахисом и подсолнечником [502, 503]. На долю этой культуры приходится почти треть производимого в Индии масла, что делает ее ключевой масличной культурой страны [504]. Огромный рост производства масличных культур в Индии объясняется развитием высокоурожайных сортов в сочетании с улучшенной технологией производства [542, 504]. В настоящее время на Индию приходится 6,1% экспорта растительного масла, 9,0% импорта растительного масла и 9,3% мирового потребления пищевого масла [532].

Последние годы Канада является лидером по посевным площадям и валовому сбору рапса [101]. В 1974 году в этой стране был зарегистрирован первый сорт рапса, на долю эруковой кислоты в нём приходилось менее 2%. Ежегодно объёмы рапсового масла увеличивались, а сегодня эта культура является основной среди масличных в Канаде [379], а в мировом экспорте рапса она доминирует [35].

В 2014 году Европейский союз произвел 24,3 млн. тонн рапса. Германия и Франция с 6,2 млн. тонн и 5,5 млн. тонн, соответственно, были крупнейшими производителями в Европе, за ними следовала Польша с 3,2 млн. тонн. В целом на

Германию, Францию и Польшу приходилось 52 % производства рапса в Европе [487].

Россия обладает значительным биоэнергетическим потенциалом и ресурсами, а также подходящими почвенно-климатическими условиями для выращивания энергетических культур [558].

На долю масличных культур в России приходится около 15 % всех посевных площадей, лидирующими культурами являются подсолнечник, соя и рапс [400].

Интерес к рапсу в России с каждым годом увеличивается [64,70,456]. Это связано с тем, что возделывание масличных культур является более прибыльным, а цены на рапс последние годы выше, чем на подсолнечник [67, 69, 368, 560, 506]. При этом Россию следует считать единственной страной в мире, агроклиматические условия которой в полной мере позволяют возделывать в крупных масштабах производство масличного рапсового сырья [108, 175].

В 2019 году в Госреестр селекционных достижений РФ включено 248 сортов и гибридов рапса, из них 140 - ярового рапса и 108 - озимого [329].

Рынок России последнее время зависит от иностранных компаний, как в поставке семян, так и их производстве на нашей территории [209].

Лидером семенного рынка в Евразии является NPZ-Lembke, которая характеризуется высокой долей ассортимента в реестре Казахстана (43 %), Литвы (20 %), Германии (19 %). Высокую регистрационную активность также проявляют германские компании – KWS, DSV и французские – Euralis, Limagrain [103, 341].

Авторами Полухиным А.А., Панариной В.И. и Шабалкиной Н.А. на основании государственного реестра селекционных достижений установлено, что доля сортов иностранной селекции, допущенных к использованию на территории Российской Федерации, является достаточно высокой по рапсу (70,8 %) и по подсолнечнику (64,3 %) (рисунок 1) [112].

Доля сортов по сое и горчице отечественной селекции в значительной степени превосходит иностранные.

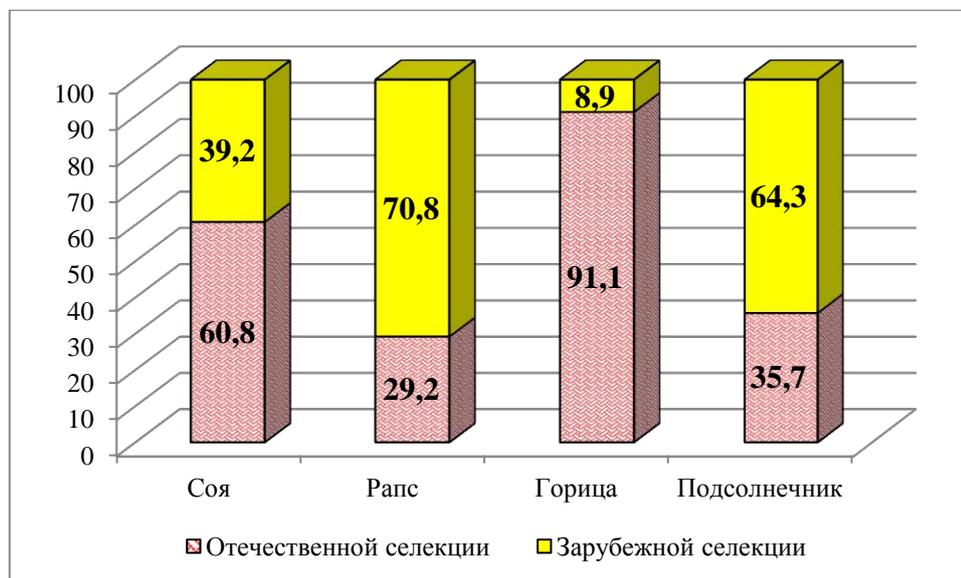


Рисунок 1 – Доля сортов отечественной и зарубежной селекции, допущенных к использованию в Российской Федерации, % [112, 316]

Следует отметить повышение посевных площадей рапса в 2018 и 2019 гг. по отношению к 2017 году на 55,3 %. В 2019 году лидерами по производству рапса являлись Сибирский и Центральный федеральные округа, где размеры площадей под посевами данной культуры составили 680,0 тыс.га и 317,3 тыс.га соответственно (64,5 % всех посевов рапса в России). В 2022 году следует отметить резкое увеличение посевных площадей озимого рапса, на долю которого приходилось 577,5 тыс.га (+109 % к 2021 г.) (рисунок 2).

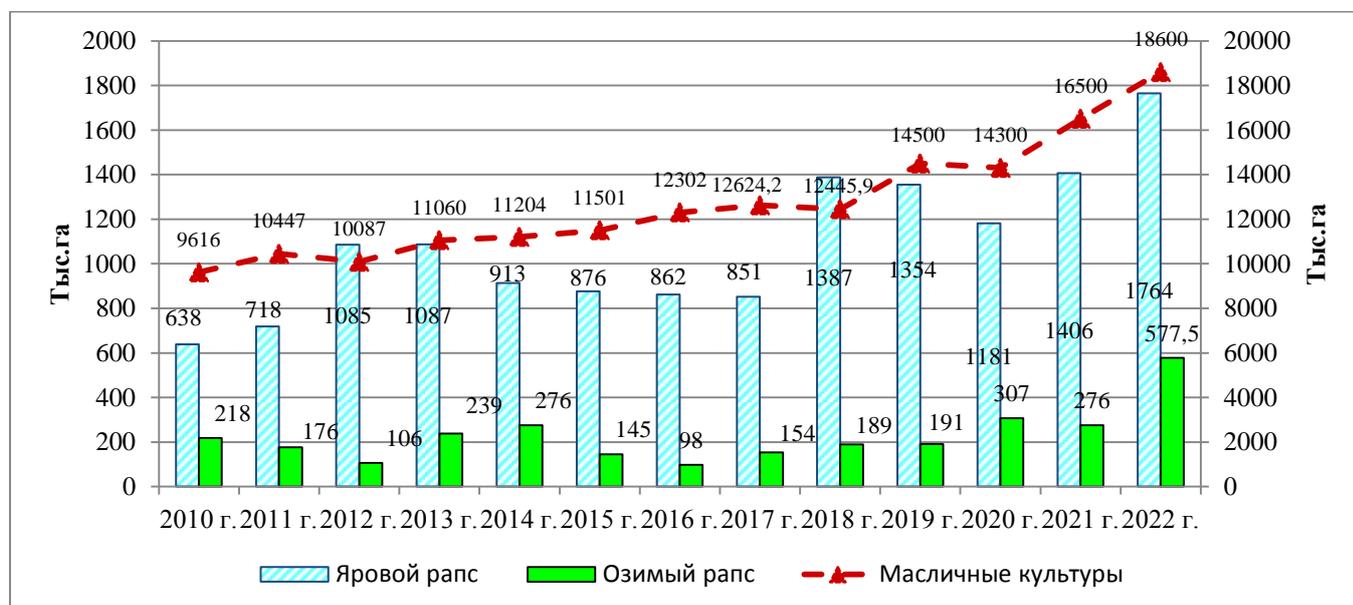


Рисунок 2 – Площади заняты под масличными культурами и рапсом по России, тыс.га [326]

На 25 % в 2022 году увеличились и посевные площади ярового рапса [180, 315, 326, 335, 381].

Посевные площади, засеянные сортами на территории РФ составляли в 2018 г- 66%, в 2019 г.- 65 %, а в 2020 г.-54% [98].

Валовый сбор семян рапса в 2019 году составил 2307,0 тыс. тонн, из которых на долю ярового приходилось - 1864 тыс. тонн, а на долю озимого - 443 тыс. тонн. Для сравнения в 2011 году валовый сбор рапса составлял 1057 тыс. тонн. К 2001 году увеличение валовых сборов семян рапса составило 2194 тыс. тонн [335].

С 2007 года отмечается рост средней урожайности с 11,8 ц/га до 16,2 ц/га в 2019 году. Значительно увеличился валовый сбор семян рапса в 2022 году, который составил 4562 тыс. тонн. Данное увеличение относительно 2021 года составило по яровому рапсу 43 %, а по озимому - 122% (рисунок 3).

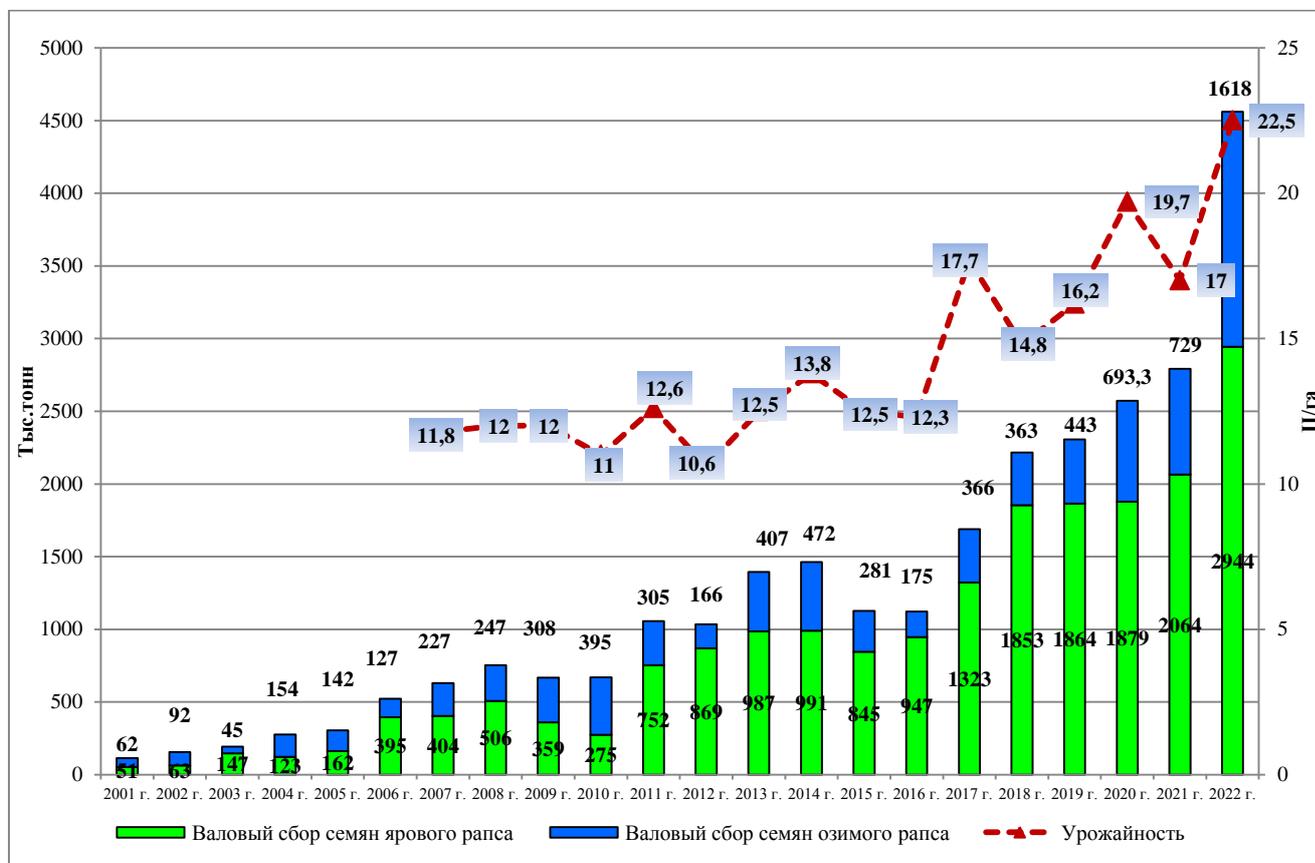


Рисунок 3 – Валовой сбор и средняя урожайность семян рапса [51]

Следует отметить высокое превосходство производства ярового рапса над озимым в России, это связано с определёнными особенностями климата [65, 66, 68, 126].

В 2020 году было выделено 3,3 млрд. рублей субсидий из федерального бюджета на стимулирование увеличения производства сои и рапса, заключены соглашения с 39 регионами страны [498].

Увеличение посевных площадей в ЦФО с 2010 года по 2019 год составило 41 %. В 2021 г. среди регионов Центрального федерального округа по площади сева рапса Липецкая область находилась на первом месте.

В условиях Кавказа отмечается ежегодное увеличение посевных площадей под озимым рапсом [150]. Лидерами в производстве, которого в условиях агропромышленных предприятий Южного и Северо-Кавказского округов являются Ставропольский и Краснодарский края, в 2020 году посевные площади в которых составляли 79,9 и 39,7 тыс.га., соответственно, превышая значения 2019 года в 1,8 и 1,5 раза [50].

Климатические условия Восточной Сибири позволяют возделывать только яровой рапс [177]. Суровые условия Сибири в значительной степени сдерживали возделывание рапса, но создание новых и скороспелых сортов позволило решить данную проблему [297].

В настоящее время на территории Красноярского края возделыванием ярового рапса занимаются 130 субъектов агропромышленного комплекса [295].

В условиях Красноярского края в 2012 году посевные площади под рапсом составляли 16 600 га, в 2018 году - чуть более 100 000 га, за шесть лет они выросли почти в 7 раз [499].

Иркутская область, начиная с 2017 года активно наращивает объёмы валового сбора семян рапса за счёт увеличения посевных площадей [244].

Наращивание производства рапса в Западной Сибири связано с введением в эксплуатацию среднемощных заводов по переработке семян и реконструкцией действующих крупных маслоэкстракционных заводов в Бийске, Барнауле, Омске и т.д. [292].

По производству сельскохозяйственной продукции Республика Башкортостан относится к числу крупных регионов. На долю посевных площадей масличных культур в 2017 г. приходилось 9,1 % [171].

Яровой рапс в настоящее время является перспективной масличной культурой и в Удмуртской Республике, где среди возделываемых в настоящее время масличных культур (яровой и озимый рапс, горчица, лен-долгунец, подсолнечник) он занимает большие посевные площади [57, 58, 60, 556, 404].

В условиях Челябинской области рапс выращивают давно, но урожайность характеризуется низкими показателями, так, например, в 2015 году она составила 7,7 ц/га, а в 2016 году – 11,5 ц/га [155, 156].

В Казахстане к распространённым масличным культурам относят лён, рапс, сою, подсолнечник, горчицу и сафлор [138].

Но следует отметить, что последнее время в Республике Казахстан в посевах масличных культур доля подсолнечника уменьшилась на 15,6 %, а рапса увеличилась на 3,6 % [389]. В приоритете задач Продовольственной программы Казахстана является возделывание ярового рапса по интенсивной технологии, что обеспечит наращивание валовых сборов культуры и приведёт к более полному удовлетворению потребностей населения в растительных маслах [147, 409]. Казахстанский рапс продается в Европейском Союзе [472].

Основными сельскохозяйственными культурами, возделываемыми в Республике Беларусь с целью производства растительного масла, являются подсолнечник, лён, рапс и соя, но последнее время акцент сделан на производство рапса [129]. В 2017 г. в Республике Беларусь под рапсом было занято 333 тыс. га, валовое производство составило 603 тыс. т. [309]. В Государственной программе в Республике Беларусь на 2016-2020 годы является интенсивное наращивание площадей и урожайности рапса [257].

Рапсовое масло имеет различные промышленные, экологические и не прямые пищевые применения [34, 131, 417, 423, 424, 546].

Благодаря значительному прогрессу в селекции и практике выращивания рапс стал третьим по значимости источником растительного масла в мире [130, 174, 280].

Со времени внедрения в канадское производство семян рапса с низким содержанием глюкозинолатов [457] и эруковой кислоты [458], спрос на рапсовое масло, как пищевой продукт, значительно возрос [465].

Рапсовое масло относится к пищевым маслам, которое характеризуется высокими вкусовыми качествами, долгое время сохраняет прозрачность, под воздействием воздуха не прогоркает [379]. Также, данное масло характеризуется оптимальным количеством эссенциальных линолевой и линоленовой жирных кислот (омега - 6 и омега - 3), что позволяет снизить существующий в Российской Федерации дефицит омега - 3 жирных кислот [124, 235]. Такое сочетание кислот определяет его высокую биологическую и пищевую ценность [219]. Считается, что рапсовое масло снижает уровень холестерина и предотвращает образование тромбов [572].

Производство растительных масел имеет положительную тенденцию к увеличению. Так, по прогнозам мировой рынок к 2025 г. достигнет 262,9 млн. тонн, на долю рапсового масла из которых придётся - 31,0 млн.тонн [253].

Основная доля производства растительных масел приходится на пальмовое, соевое, рапсовое и подсолнечное, составляя 87,4 % мирового производства растительных масел. На долю производства арахисового, хлопкового, оливкового, кокосового и пальмоядрового приходится оставшиеся 12,6 %. Производство рапсового масла уступает пальмовому и соевому маслам. Мировое производство на 2020-2021 гг. составило 29,1 млн. тонн рапсового масла, что на 10,0 млн. тонн превышало производство подсолнечного масла. Производство пальмового масла составило 72,9 млн. тонн, а соевого 59,4 млн. тонн. На такие масла, как пальмоядровое, арахисовое, хлопковое и кокосовое приходилось менее 10 млн. тонн (рисунк 4).

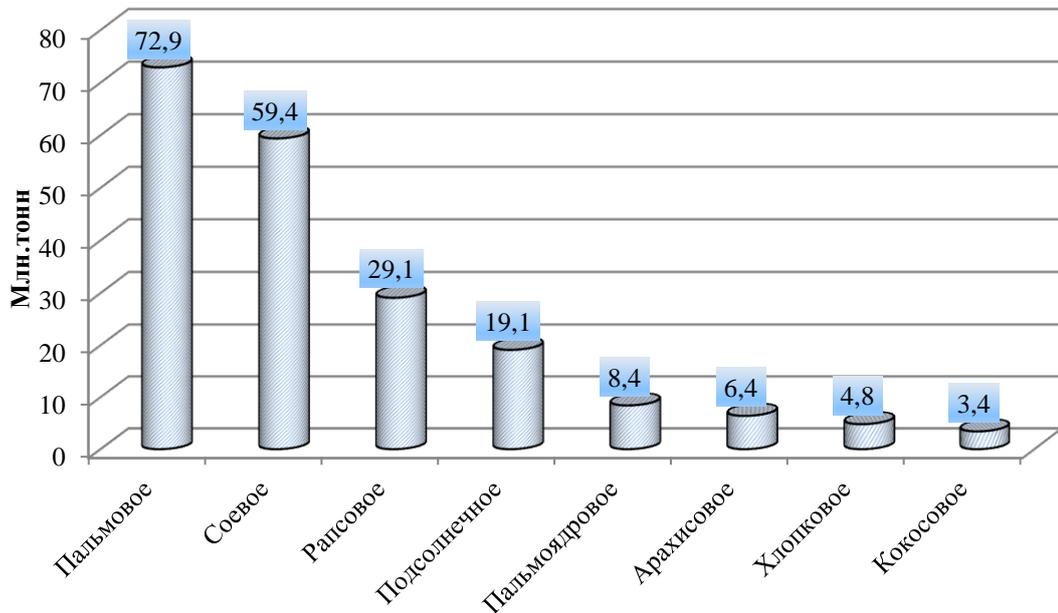


Рисунок 4 – Мировое производство растительных масел (млн. тонн), 2020-2021гг. [253]

В 2020-2021 гг. мировыми производителями рапсового масла являлись страны Европейского союза - 32,1%, Китай - 21,5 %, Канада - 17,7 %, Индия - 9,8% и Япония - 3,4% (рисунок 5).

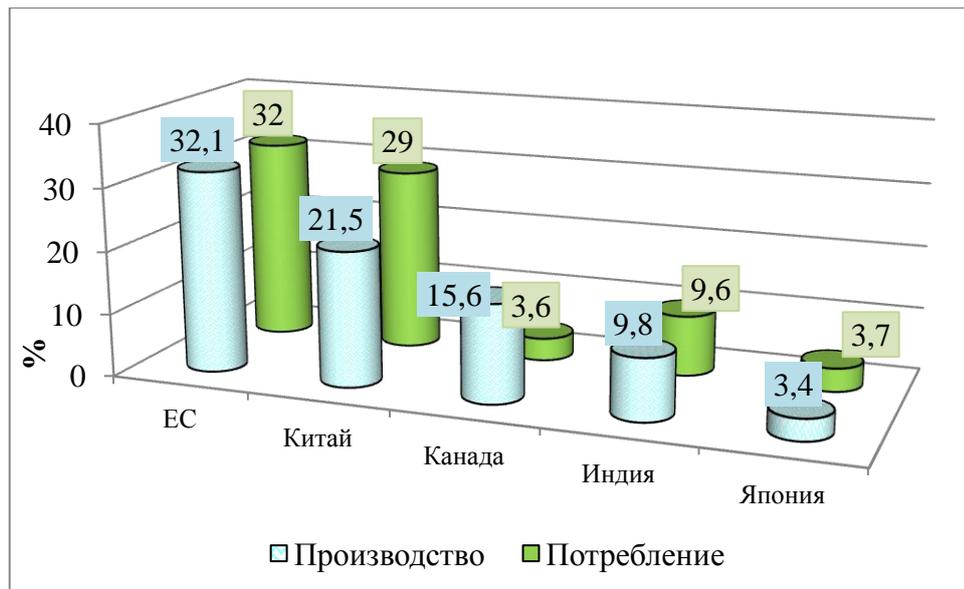


Рисунок 5 – Основные страны-производители и потребители рапсового масла в 2020-2021 гг. (%) [253]

В 2019 г. мировое потребление рапсового масла достигло 27,8 млн.тонн, при этом максимальное количество его потребления приходится на Евросоюз (10,0

млн.тонн), Китай (8,6 млн.тонн), США (2,5 млн.тонн.), Индию (2,5 млн.тонн) [101, 102].

В связи с увеличением валовых сборов масличных, увеличиваются и объёмы по их переработке. Последнее время в Российской Федерации функционирует свыше 200 маслоэкстракционных заводов, мощность которых составляет 24 млн. тонн сырья, большая часть из которых сконцентрирована в Краснодарском крае, Ростовской, Белгородской и Воронежской областях. Крупными холдингами по переработке масличного сырья являются ГК «Астон», ГК «Юг Руси», ГК «Эфко», ГК «НМЖК», ГК «Черноземье» и др. [105].

Импорт рапсового масла осуществляли такие страны как Франция, Норвегия, Литва, Латвия и др. [294].

Масло, полученное из семян рапса, является лучшей альтернативой дизельному топливу [39, 81, 176, 231, 545], которое является оптимальным по своим физико-химическим свойствам [85, 268, 281, 282, 573], экологическим характеристикам и доступности [14, 340, 355, 461, 490, 526].

Использование данного вида топлива позволяет изменять ситуацию с загрязнением воздуха, а также способствует снижению энергетической зависимости от нефти [425, 492, 574]. Для производства биодизельного топлива уже разработано несколько технологических процессов [333, 426]. Такое топливо благодаря своим характеристикам является близким к коммерческому дизельному топливу и оценивается как реалистичное и альтернативное ему [511].

По данным Oil World, мировое производство биодизеля составило 38,3 млн. тонны в 2018 г. (+2,17 % в сравнении с 2017 г.) и к 2020 г. показатель превысил 40 млн. т. [104]. Около 75% мирового биодизельного топлива производится в странах Европейского союза, Германия производит более 50% [437].

Масло рапса считается предпочтительной альтернативой химической промышленности из-за его широкого спектра возможных химических превращений и модификаций, универсальной доступности и низкой цены, оно гораздо легче перерабатывается, чем сырьё на основе лигноцеллюлозы второго поколения [118, 473]. Рапсовое масло также имеет значительное применение в производстве сма-

зочных материалов [538]. Следует отметить, что сегодня одной из задач масложировой отрасли является расширение посевов масличных культур для оптимальной загрузки маслоперерабатывающих производств [422].

Рапсовый шрот является вторым основным масличным шротом, производимым во всем мире после соевого [448]. Он характеризуется достаточно высоким процентным содержанием белка [7, 149, 399] жира [301], минеральными веществами [73, 74, 325] и пищевыми волокнами [295], что обуславливает целесообразность его использования для расширения сырьевых ресурсов для пищевой отрасли [84, 110, 117, 218, 224].

Жмых по содержанию магния, меди и марганца он превосходит соевый шрот. Доступность кальция при этом составляет 68 %, фосфора - 75 %, магния - 62 %, марганца - 54 %, меди - 74 %, цинка - 44 % [136]. Потому использование рапса в качестве кормовых средств в значительной степени позволяет сократить дефицит белка [157, 190, 191] липидов в рационах кормления сельскохозяйственных животных [192, 193, 338, 415].

Рапс превосходит многие сельскохозяйственные культуры по пищевой и кормовой ценности. Травостой рапса является ценным кормом, который по содержанию белка не уступает бобовым, и содержит в 1 кг 0,16 единицы калорийности и до 35 г белка, а это значительно выше, чем травостой кукурузы и подсолнечника [550].

Высокое сочетание в семенах рапса белка и жира, содержание протеина в зелёной массе дают возможность использовать данную культуру как на продовольственные цели, так и на корм скоту.

Большие возможности использования рапсового масла обеспечивают повышение рентабельности его производства.

Следовательно, в целом в мире, а в частности и в России, установлена положительная динамика по производству рапса. Поэтому, для дальнейшего развития рапсовосеяния и повышения продуктивности рапса необходима оптимизация технологии возделывания данной агрокультуры в условиях лесостепи Центрально-Чернозёмного региона.

## 1.2. Применение микроудобрений и биологизация технологии производства семян масличных культур

Основными факторами, определяющими эффективность производства ярового рапса являются почвенно-климатические условия региона, применение современных технологий возделывания с использованием комплексных удобрений, а также устойчивость к болезням и вредителям [175, 497].

Правильно отработанная технология позволяет получать стабильные и высокие урожаи данной культуры [176, 377].

Важнейшим фактором роста и развития сельскохозяйственных культур является сбалансированное питание растений [230, 514, 575]. Растениям для нормального роста и развития требуется восемь микроэлементов: Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo, Ni и Cl [302, 303, 304].

Яровой рапс также требователен к минеральному питанию и является весьма отзывчивым на внесение микроудобрений [90].

В масличных культурах микроэлементы играют важную роль в транслокации фотосинтезирующих веществ, увеличивая процент завязывания семян, необходимых для накопления сахара, прорастания пыльцевых зерен, синтеза аминокислот и белка, что в конечном итоге повышает продуктивность масличных культур [439].

Железо (Fe) – принимает участие в синтезе хлорофилла, входит в состав дегидрогеназ и цитохромов [17]. Поэтому в его отсутствие исключено протекание таких важных жизненных процессов, как синтез ДНК, дыхание и фотосинтез [158, 159]. Его дефицит может сказаться на росте растений, урожайности и питательных качествах сельскохозяйственных культур [571]. При недостатке данного элемента происходит сначала пожелтение листьев, а затем растение совсем погибает [11].

Марганец (Mn) – важный микроэлемент, который выполняет значимую функциональную роль в метаболизме растений. Марганец действует как активатор и кофактор сотен металлоферментов в растениях.

Благодаря своей способности легко изменять состояние окисления в биологических системах. Марганец, один из ключевых химических элементов, играющий важную роль в биологических процессах. Является существенным компонентом ферментов, которые содействуют целому спектру реакций. [540]. Дефицит марганца характеризуется ярко выраженным хлорозом листьев, но жилки остаются зелеными [8] (рисунок 6).



Рисунок 6 - Дефицит марганца в агроценозе ярового рапса

Цинк (Zn) – участвует в широком диапазоне физиологических процессов [206, 552]. Он играет большую роль в регуляции роста растений, что связано с его участием в биосинтезе ауксинов и гиббереллинов [238]. Недостаток данного элемента приводит к снижению образования семян [71].

Бор (B) – является важным питательным веществом, который необходим для нормального роста высших растений [447]. В фазу цветения рапса в большей мере сказывается недостаток бора. Снижается жизнеспособность пыльцы, нарушается плодообразование. В стручках формируется меньше семян, чем это свойственно конкретному сорту или гибриду [87, 89].

Медь (Cu) – необходимый участник электронтранспортной цепи дыхания, процесса фотосинтеза, реакций окисления, метаболизма белков и углеводов [408]. Недостаток данного элемента вызывает у растений задержку роста и цветения, хлороз листьев, потерю упругости клеток, что проявляется в виде увядания растений [75].

Молибден (Mo) – повышает засухоустойчивость и морозоустойчивость растений, участвует в углеводном, фосфорном обмене, синтезе витамина и хлорофилла. Недостаток молибдена проявляется в том, что в растениях образуется меньше белков, накапливаются нитраты и нарушается обмен азотистых веществ. Дефицит молибдена у растений проявляется в приобретении желто-зелёной окраски листьев и появление бледно-оранжевых межжилковых пятен [75].

Никель (Ni) – положительно влияет на ферментативную систему растений, а его дефицит вызывает специфические заболевания, снижает урожай и ухудшает его качество [142, 178].

Хлор (Cl) – является незаменимым микроэлементом высших растений и участвует в нескольких физиологических процессах обмена веществ. Его функции в росте и развитии растений включают осмотическую и устьичную регуляцию, выделение кислорода в процессе фотосинтеза, а также устойчивость к болезням. Способствует повышению урожайности и качества многих сельскохозяйственных культур [454].

Учёные M. Wahnhoff (1994) [562] и A. Willige (1997) [565] считают, что рапс испытывает острый дефицит в микроэлементах в фазе цветения и начале образования стручков.

Считается, что для сбалансированного питания растений на всех этапах онтогенеза, целесообразнее внесение микроудобрений в виде внекорневых подкормок или использование предпосевной обработки семян [19, 481, 562, 565].

Известно, что при использовании микроэлементов повышается коэффициент использования макроэлементов из почвы или удобрений, что способствует снижению их норм или исключает возможность их применения совсем [63].

Применяемые сегодня адаптивно-ландшафтные системы земледелия направлены на извлечение максимальной продуктивности сельскохозяйственных культур обладающих высоким качеством [252, 261], с минимальными энергетическими затратами, акцент в которых сделан на отсутствие ущерба окружающей среде [16, 55, 56, 86, 271, 287]. Одним из элементов реализации такого подхода может стать применение микроудобрений, микробиологических препаратов и

стимуляторов роста [23,186, 204, 226, 228]. Обработка семян перед посевом и растений по вегетации данными препаратами изучались на многих сельскохозяйственных культурах [42, 45, 241, 242, 225, 205].

Химические регуляторы роста растений все чаще используются в качестве вспомогательного средства для повышения урожайности [477, 516]. Данные препараты позволяют контролировать ростовые процессы [46, 288, 289], повышают устойчивость к неблагоприятным климатическим условиям, повышают количество и качество урожая [48, 152, 183, 354, 360].

Исследования, проведённые в условиях лесостепи Центрального федерального округа на чернозёме выщелоченном в 2016 и 2017 гг. с применением минеральных удобрений, а также с использованием предпосевной обработки семян и растений по вегетации микроудобрениями вызвали значительное повышение урожайности. Среди исследуемых вариантов максимальный эффект обеспечила технология возделывания рапса с применением  $N_{40}P_{40}K_{40}$  под отвальную вспашку, предпосевная обработка Терра Органиком и обработка по вегетации Плантафолом 1 кг/га [418].

Исследования, проведённые Вафиной Э.Ф. (2018) продемонстрировали, что полевая всхожесть ярового рапса сорта Аккорд увеличивается на 2 % вследствие обработки семян смесью сульфатов марганца и цинка [59].

В ходе исследований Яндьо В.В. (1995) [433] обнаружил значительные преимущества обработки семян рапса медью. При использовании дозы 0,5 г/кг семян, был зафиксирован положительный эффект, который способствовал активному росту стручков и увеличению массы 1000 семян. Учёные отмечают эффективность обработки семян ультрадисперсными порошками, которая обеспечивала увеличение количества водорастворимых углеводов, так в зависимости от нанопорошка, данный показатель достигал значений по Cu - 9%, CuO - 6,2% и Co - 6,6% [144].

Исследования Савенкова В.П. демонстрируют, что использование Cu, Mn и Co в оптимальных дозах положительно сказывается на росте стручков [344, 345, 347, 348]. Учёный отмечает, что медные и кобальтовые удобрения способны по-

вышать урожайность рапса при внекорневой его обработке в условиях достаточного увлажнения, а эффект от применения марганцевого удобрения наблюдается при инкрустации им семян [346, 348, 349].

В ходе проведённых исследований в условиях Центрально-Чернозёмной зоны выявлено, что применение внекорневых подкормок способствует накоплению биометаллов в семенах [432].

Применение солей цинка и меди на яровом рапсе сорта Галант увеличивает содержание жира в семенах рапса на 2,9–3,2 % при обработке ими семян и на 1,8–2,6 % при обработке растений данными микроэлементами в фазу бутонизации [54, 555]. В условиях Канской лесостепи Красноярского края применение микроудобрения Ультрамаг Комби увеличивало сохранность растений рапса к уборке у сорта Сибирский на 4,6 %, а у гибрида Солар КЛ - на 6,8 % [43].

Результаты показывают, что использование нанокolloидов меди и серебра для обработки семян и внекорневой подкормки увеличивало содержание каротиноидных пигментов в рапсовом масле. Концентрация пигмента была выше по сравнению с маслом, отжатым из контрольных семян. Нанесение нанокolloидов на семена и затем на растения способствовала повышению окислительной стабильности масел. В таком масле наблюдалось повышенное содержание ионов серебра и незначительно повышенное содержание меди [494].

Khodabin G. (2021) [500] отмечает, что в условиях стресса, а именно засухи, внекорневое внесение  $ZnSO_4$  снижало в семенах рапса содержание эруковой и пальмитиновой кислот и глюкозинолатов на 9,79%, 7,98% и 2,80% соответственно по сравнению с контролем.

Внесение нанохелатного железосодержащего удобрения на посевах рапса, показали, что данная подкормка оказывает значительное влияние на формирование биологической урожайности, а также на накопление общей сухой биомассы растений [508].

Исследования, проведённые Хвошанской А.О. и др. (2009) [407] показали, что обработка семян данного сорта микроудобрениями обеспечила выход в уро-

жае 2156-2490 кормовых единиц, 27,5-31,2 ГДж ОЭ и 289–320 кг переваримого протеина с 1 га.

Польскими учёными H.Szymon и A. Wenda-Piesik в течение 2012-2015 гг были проведены полевые исследования по оценке реакции пяти гибридов и пяти сортов на стандартную и высокопроизводительную технологию производства озимого рапса. Данная технология включала в себя двойное внекорневое внесение (осенью и весной) микроэлементов, двойное применение аминокислотных биостимуляторов и дополнительного регулятора роста. Исследуемые гибриды и сорта рапса демонстрировали различную реакцию на данную технологию, но при этом было установлено, что её применение увеличивало продуктивность семян на 9,6 % [564]. Jankowski K.J. и Hulanicki P.S. (2016) [489] установили, что влияние некорневого внесения макроэлементов и микроэлементов на озимый рапс значительно увеличило концентрации N, P, K, Cu и Zn и снизило уровни Mg, S, Mn и Fe в соломе. Химический анализ семян выявил значительные изменения концентраций K, S, Cu и Zn (увеличение), а также P, Mn и Fe (уменьшение).

Вегетационные опыты проведённые на яровом рапсе сорта Ратник демонстрировали максимальный эффект при некорневой подкормке, обеспечившей дополнительное получение общей массы 102 г/сосуд, в том числе стручков 54,9 г/сосуд в результате применения цинксодержашего удобрения –  $Zn(H_3L) \cdot 4H_2O$  [97].

Испытание агрохимиката ТиоБаш по вегетации рапса сорта Юбилейный в условиях лесостепной зоны Республики Башкортостан продемонстрировало повышение качества семян, увеличение урожайности, а также отмечалось снижение поражения ложно-мучнистой росой [9].

В своих исследованиях W. Jarecki отмечает, что внекорневые подкормки удобрениями Яравита Брасситрел Про и Яравита Бортрак, увеличили измерения устьичной проводимости листьев. Данный вид внекорневых подкормок способствовал повышению содержания бора и жира в семенах, а содержание белка снижалось по сравнению с контролем [491].

Аристархов А.Н. (1997) [27] отмечает в своих трудах, что именно применение композиций микроэлементов способствует увеличению содержания масла в семенах. Данному процессу способствует снижение отрицательных факторов воздействия внешней среды, а это в свою очередь благоприятно отражается на маслообразовательном процессе.

Многочисленные исследования показывают, что накопление питательных веществ рапсом связаны между собой [476, 563]. Именно сбалансированное внесение удобрений имеет важное значение для повышения урожайности [547, 548].

Проведённые исследования в условиях Новгородской области продемонстрировали, что для возделывания ярового рапса на сидерат в комплексе с минеральными удобрениями целесообразным является обработка семян и посевов микробиологическими удобрениями Азотовит, 2,0 л/т и Фосфатовит, 2,0 л/т. В результате такой агроприём позволяет получать высокую урожайность зелёной массы [384].

Исследования, проведённые в условиях умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края, продемонстрировали положительный эффект от применения по вегетации микроудобрения Интермаг Профи Олеистые на посевах льна масличного. Подкормка растений повысила урожайность на 1,3 ц/га, что в условиях засушливого года равноценно действию аммиачной селитры в дозах 0,3 и 0,6 ц/га [24]. Тушина В.Е. (2016) отмечает, что микроудобрение Интермаг Профи Олеистые эффективнее в смеси с Ультрамагом Бор. Такое сочетание значительно повышает рентабельность производства ярового рапса [395].

Обработка семян и вегетирующих растений рапса удобрениями марки Изagri оказывали стимулирующий эффект на развитие корневой системы и площади листьев, что положительно отразилось на фактической урожайности культуры [80].

Авторы Низамов Р.М. и Сулейманов С.Р. (2020) [286] отмечают, что обработка семян рапса штаммами микроорганизмов RECB-95 В (*Bacillus subtilis*) и RECB-50 В (*Bacillus spp*) способствовала увеличению полевой всхожести на 3-4% в сравнении с контролем.

Применение растворов биологически-активных веществ (Альбит, ФлорГумат, Акварин) для обработок растений рапса сортов Викрос, Луговской и Ратник повышало урожайность ярового рапса. Применение данных растворов удлиняло фазу образования розетки и цветения в благоприятные по влагообеспеченности годы и сокращало фазу цветения в засушливые годы [137].

Препараты Фитовитал и Эколист моно бор на яровом и озимом рапсе показали максимальную эффективность и высокие экономические показатели при двукратном использовании препаратов в фазу стеблевания и бутонизации [47].

Учёными в Волгоградской области установлено, что именно применение сочетания препаратов Гумат калия и Эль-1 на фоне минерального удобрения обеспечило дополнительный сбор семян от 0,93 до 2,02 ц/га [165].

В посевах рапса опытного поля НГАУ изучали действие Цитогумата. Было отмечено, что действие данного препарата проявлялось в увеличении биомассы в 1,3 раза и урожайности в 1,6 раза по сравнению сконтролем [82].

Авторы Пшеничникова Е.М. и др. (2015) [330] в своей работе отмечают положительное влияние внекорневых подкормок в фазы розетка листьев и бутонизация препаратами Акварин-5, Плантафол, Азосол на накопление макро и микро-элементов в листьях рапса. При этом по экономической оценке данных препаратов более высокие показатели по уровню рентабельности и чистому доходу были получены при использовании двукратно препарата Плантафол в сочетании с минеральным удобрением.

Гарбар Л. А. и др. (2016) [93] отмечают позитивное влияние на содержание хлорофилла *a*, *b* и их суммы в листьях растений ярового рапса при использовании внекорневых подкормок микроудобрениями Квантум «Масличный» и Бор-актив в фазе бутонизации.

Установлено, что возделывание льна с применением обработки почвы, семян и растений биологическим препаратом Биокомпозит-коррект совместно с обработкой по вегетации микроудобрением Интермаг Профи Олеистые не только повышает урожайность, но и способствует оздоровлению растений, снижая развитие фузариоза в 4 раза [317].

Турганбаев Т.А., Адильханова Т.Е. и Зейнешева А.Р. (2014) в своих исследованиях отмечают, что там, где основные элементы питания дополнялись подкормками в виде микроудобрения «Наномикс» посеvy льна давали максимальную прибавку в урожае и характеризовались хорошими биометрическими показателями [391].

Применение некорневых подкормок комплексными жидкими удобрениями снижает процент болезней растений семейства капустные, а именно таких как фузариоз и альтернариоз [113, 114].

Проведённые полевые опыты на посевах сои Костевичем С.В. и Асокиным О.И. показали, что внекорневые подкормки бором и молибденом слабо влияли на сохранность цветков и развитие бобов, но зато повышали завязываемость и семенную продуктивность. При этом выявлено, что в неблагоприятных погодных условиях во время вегетации сои эффективность была выше, чем в годы с благоприятными климатическими факторами [203]. Исследования по обработке семян сои сульфатами и аскорбинатами цинка и кобальта отмечалось положительное их действие в отношении урожайности культуры [327].

Опыты, заложенные на полях кафедры растениеводства в ОП НУБиП Украины «Агрономическая опытная станция» продемонстрировали, что оптимальными в системе питания сои является сочетание минеральных удобрений в норме  $N_{60}P_{30}K_{30}$ , в комплексе с обработкой семян препаратом Ризогумином (200 г/га) и внеконеvой обработкой микроудобрением Росток бобовые (2 л/га) [291, 324].

Автор Жуйков А.Г. (2014) [147] установил тенденцию увеличения показателя масличности семян горчицы в связи с применением внекорневых подкормок растений жидкого комплексного хелатного удобрения Гилея-Рапс. Опыты, проведённые в Омской области продемонстрировали, что именно обработка семян с последующей двукратной обработкой по вегетации удобрением Гуминатрин масличная способствовала максимальному формированию коробочек, массы 1000 семян и в целом продуктивности льна [233]. Исследованиями, проведёнными Абраменко К.П. (2017) в условиях Саратовской области на сорте льна масличного

Лучезарный установлено, что однократная обработка растений препаратом Реасил способствует повышению урожайности на 13,3 % по сравнению с контролем [10].

Использование стимуляторов роста Гордеевой Е.Н. в посевах льна в сухостепной зоне Северного Казахстана в виде внекорневых подкормок в значительной степени повлияло на формирование продуктивной части урожая. Количество коробочек увеличилось на 10,5-28 %, количество семян на 5,5-6,8% , масса 1000 семян на 1,5-10,3%. Максимальная урожайность была получена при применении внекорневых подкормок растений смесью препаратов Райкат развитие+Атланте+Келик В+ Келик KSi [107, 480].

Гайнуллин Р.М. (2008) [88] установлено, что комплексная обработка семян льна штаммом 1614 с ЖУСС-2 и супер-гумат в дозах 6 л/т давала прибавку урожая на 32,3 и 34,7% соответственно, а так же способствовала увеличению жира и протеина.

Для подсолнечника качественными показателями являются лузжистость и масличность. В опытах под действием бора и молибдена, применяемых в виде внекорневых обработок данные показатели изменялись. Лузжистость снижалась на 0,45%, а масличность наоборот возрастала на 0,8-1,7 % [353].

Испытания, проведённые в условиях Краснодарского края на подсолнечнике в виде некрневой подкормки препаратом Атоник Плюс, позволили получить лучшие показатели структуры урожая, данная обработка позволила увеличить диаметр корзинок и массу самих семян [380].

Обработка растений подсолнечника в два срока биологическими препаратами Альбит и Вермикулен была менее затратной, чем технология с применением минеральных удобрений. Обработка данными препаратами увеличивала урожайность культуры от 1,5 до 3,2 ц/га [179].

Обработка семян подсолнечника бактериальными препаратами Азотовит и Бактофосфин давала прибавку в урожайности на 1,9 ц/га [242].

А использование биологических препаратов Экстрасол и Мизорин для обработки семян подсолнечника в условиях республики Татарстан способствовало повышению урожайности относительно контроля (2,02 т/га) на 0,78 и 0,61 т/га,

соответственно, увеличению содержания жира в семянках до 44,4 и 42,6% (контроль – 41,5%) [376].

В полевых опытах, проведённых в Пензенской области, было установлено, что обработка растений подсолнечника в фазу второй пары листьев микробиологическими удобрениями «Азотовит» и «Фосфатовит» повышала масличность семян, а кислотное число масла, полученное из этих семян, наоборот снижалось [199].

Ващенко А.В. (2019) с соавторами отмечают, что для снижения экологической нагрузки целесообразно применять бактериальные препараты ассоциативных азотфиксаторов при выращивании подсолнечника, таких как штамм Флавобактерин и штамм ПГ-5 [61].

Наумцевой К.В. доказано, что применение именно комплекса биопрепаратов Азотовит + Фосфатовит + РауАктив, в дозах по 1л/га, в посевах горчицы сорта Люция по вегетации повышает урожайность на 19,6 % к контролю [283, 284, 285].

Опыты, проведённые в зоне Южной Степи Украины с масличными культурами подтвердили целесообразность применения биопрепаратов, которые в значительной степени способствовали увеличению урожайности, качеству маслосемян и помогали противостоять неблагоприятным условиям в период их возделывания [92].

Следует отметить, что на производственных посевах подсолнечника нечасто практикуется обработка семенного материала и вегетирующих растений регуляторами роста [251, 405].

Опыты, проведённые с 2015 по 2017 годы, в условиях неустойчивого увлажнения Кабардино-Балкарии продемонстрировали высокую эффективность использования регуляторов роста в посевах подсолнечника, применение которых положительно отразилось на показателях урожайности, элементах продуктивности, качестве семян, обеспечивая высокий уровень производственной рентабельности [38].

Внекорневые подкормки растений подсолнечника регуляторами роста в Полтавской области Украины способствовали увеличению содержания белка в

семенах на 0,1-0,5% по сравнению с контролем [436], а также данные препараты стимулируют повышение содержания масла и олеиновой кислоты на 0,6-1,6% и 1,8-4,1% соответственно [515].

Использование обработки семян озимого рыжика микроудобрениями (Силиплант, Микроплант, Омекс 3х, Экофокус) оказало ростостимулирующее действие на растения, что позволило сформировать развитую корневую систему и розетку в осенний период вегетации культуры, а это является весьма важным в технологии возделывания озимых культур [15, 322, 323].

Лабораторные исследования, проведённые в Горском ГАУ, показали, что обработка семян рыжика озимого биопрепаратами стимулировала высокую энергию прорастания и данные ростки характеризовались максимальной длиной и массой [37].

Интересные данные были получены при обработке растений рыжика такими препаратами, как Эпин-Экстра, Крезацин, Рэгги, Циркон, от применения которых снижалась масличность семян, но при этом увеличивалось содержание таких жирных кислот, как олеиновая, линолевая и линоленовая, что является фактором, указывающим на повышение качества масла [133, 134, 135].

Исследования, проведённые в Северо-Кавказском филиале ФГБНУ ВИЛАР на мяте перечной, позволили установить, что применение микроудобрения Силиплант и органоминерального удобрения ЭкоФус в виде некорневых подкормок не только стимулировало ростовые процессы, но и повышало урожайность сырья на 21–26 %, содержание эфирного масла на 6–8 %, а также повысило адаптацию растений к мятной блошке [270].

Учёными из Индии установлено, что оптимальная доза фосфора и регуляторов роста растений значительно увеличивает содержание масла, содержание белка, урожайность семян, урожайность зелёной массы растений, а также обеспечивает раннее начало цветения масличных культур [496].

Опыты, проведённые на производственных участках в посевах ярового рапса ЗАО «АПК Юность» в Орловской области, были направлены на внедрение

регулятора роста Карамба. Данный агроприём позволил увеличить урожайность с гектара почти на 20 % по отношению к контролю [385].

Исследования, проведённые белорусскими учёными, показали, что обработка растений рапса дополнительными элементами питания способствовала увеличению количества продуктивных стеблей, количества стручков, семян в стручке и в целом повышала урожайность и качество маслосемян [411]. На сегодня в Республике Беларусь в Государственный реестр пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на её территории, внесено более 50 регуляторов роста и биостимуляторов [44].

Авторы Тулькубаева С.А. и Васин В.Г. (2017) отмечают в своих исследованиях, что использование регуляторов роста Циркон и Проспер плюс сокращает вегетационный период рапса, сохраняет растения к уборке и положительно сказывается на структуре урожая [390].

В условиях Липецкой области были проведены исследования по применению регулятора роста Зереброй Агро на яровом рапсе. Установлено, что созревание семян наступало раньше на 3-5 дней, а посевы характеризовались высокой урожайностью и масличностью семян рапса [420].

Саскевич П.А., Цыганов А.Р. и Гурикова Е.И. (2008) в своих исследованиях доказали, что именно двукратное внесение препаратов Растстим и Лариксин по вегетации ярового рапса снижает распространение альтернариоза и стимулирует увеличение урожайности [358, 359].

В условиях Северного Казахстана внекорневая обработка рапса сорта Юбилейный стимулятором Трептолем в фазе 3-4 настоящих листьев дала прибавку урожая 4,9 ц/га [356].

Исследования, проведённые в условиях юга Нечернозёмной зоны показали, что применение ретардантов является эффективным приёмом при возделывании рапса. Совместное применение препаратов Колосаль, КЭ 1 л/га и Рэгги, ВРК 1 л/га способствовали снижению полегания посевов и увеличению урожайности [125].

Испытание регулятора роста Фитовитал продемонстрировало, что лучший срок его внесения - это фаза бутонизации [106].

Исследования, проведённые в Индии ещё в 1984-1987 гг. уже продемонстрировали, что применение регуляторов роста повышало урожайность масличных культур, а именно на рапсе, горчице, льне, кунжуте и сафлоре [479].

В Иране в течение 2012-2014 годов было изучено влияние засухи при применении внекорневых подкормок регуляторами роста в посевах рапса. Было отмечено, что применение аскорбиновой кислоты в условиях стресса способствовало накоплению пролина и фитосинтетических пигментов, и улучшило урожайность рапса [495].

Учёные Gendy A. и Marquard R. отмечают, что обработка растений рапса регуляторами роста RSW 0411 и Тебепаса приводит к снижению высоты растений, увеличению числа ветвей, положительно влияет на урожайность семян, массу 1000 семян и содержание масла в семенах. При этом на содержание глюкозинолатов и состав жирных кислот в масле не оказывает влияния, данные показатели остаются постоянными [478].

Эксперименты проведённые учеными в Болгарии в посевах озимого рапса гибрида Элвис показали положительный эффект от применения регуляторов роста, но только в годы, характеризующиеся достаточным увлажнением [549].

Салициловая кислота относится к регуляторам роста, которая выполняет в растениях разные физиологические функции. Обработка растений с включением в раствор данной кислоты способствует их защите от различных инфекций и повышает иммунитет от целого ряда заболеваний [30]. Farhangi-Abriz S. и др. (2020) установили, что лучшей обработкой для восстановления роста рапса в условиях солевого стресса была комбинация бактерий рода *Pseudomonas* и салициловой кислоты. Эта комбинация ослабила разрушительные свойства солености и впоследствии изменила рост растений рапса [470].

Сафлор красильный - это ценная масличная культура, которая является перспективной для широкого распространения в различных климатических условиях. Данная культура имеет широкое практическое значение. Используется в кулина-

рии, косметологии и медицине [227, 382, 392]. Тимошкин О.А. и другие (2021), отмечают эффективность применения регуляторов роста (Альбит (0,5 л/т), Гумат+7 (1,0 л/т), Гумат К/Na (1,0 л/т) и Циркон (1,0 л/т)) для обработки семян сафлора сорта Ершовский 4. Применение данных препаратов способствовало увеличению урожайности, снижению лужистости семян и в целом стимулировало растения к стрессовым воздействиям климатических условий [387].

Следовательно, продуктивность масличных культур можно значительно повысить, но только в том случае, если создаются оптимальные условия. Проведённый обзор литературных источников российского и зарубежного происхождения подтверждает, что использование в технологии возделывания ярового рапса микроудобрений, регуляторов роста и микробиологических препаратов является одним из приёмов агротехники, который способствует увеличению продуктивности и качества семян.

### 1.3. Применение органических отходов в земледелии и растениеводстве

Навоз и компосты использовались в качестве средства для повышения плодородия почвы и производства сельскохозяйственных культур на протяжении всей истории сельского хозяйства. Органические отходы были единственным источником азота и других питательных веществ до разработки систем производства химических удобрений. В настоящее время химическая промышленность вырабатывает концентрированные неорганические удобрения, которые могут удовлетворить потребность в любом питательном элементе. Такое развитие снижает использование органических отходов в качестве единственного источника питательных веществ и в некоторых случаях исключает использование навоза и компоста до такой степени, что эти материалы накапливаются и не используются [440].

Неправильное обращение и хранение органических отходов приводит к серьёзному загрязнению почвы, воздуха и воды [237, 277, 493]. Рациональная пере-

работка таких отходов повышает продуктивность почвы и способствует росту урожая сельскохозяйственных культур [486].

Компостирование является эффективным и действенным способом преобразования твердых органических отходов в удобрения, которые могут быть возвращены на сельскохозяйственные угодья и в то же время уменьшению загрязнения окружающей среды [29, 234, 267].

Несомненно, неорганические удобрения являются ключевыми факторами повышения производительности в более широких масштабах. Однако неправильное использование этих химических удобрений может привести к загрязнению почвы. Чтобы уменьшить или свести к минимуму эти негативные последствия, необходимо использовать в системе возделывания сельскохозяйственных культур органические удобрения [363, 559].

Возделывание агрокультур с применением органических отходов способствует улучшению физических свойств почвы [21, 182, 318, 319, 525], повышению её плодородия [460, 507, 455] и увеличивает количество бактерий и микроорганизмов [22, 431, 475].

По обобщению ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова и ВНИПТИОУ в свином навозе по сравнению с навозом крупного рогатого скота содержится в среднем (в расчете на сухую массу) больше азота и, как правило, больше фосфора [459, 460].

Полевые опыты, проведённые в лесостепи ЦЧР, позволили продемонстрировать, что внесение жидкого навоза под яровой рапс в норме 30 и 40 т/га способствовало увеличению урожайности на 0,33 и 0,45 т/га и дополнительному сбору масла - на 0,11 и 0,16 т/га соответственно [76, 201, 202].

В условиях монокультуры льна масличного на предгорно-каштановых почвах наиболее высокий урожай обеспечивался по навозу (16,9 ц/га) и биогумусу (16,1 ц/га), то есть при органической системе, на контроле урожайность его была минимальной (12,4 ц/га) [139].

Курмашева Н.Г. отмечает, что урожайность льна масличного на семена достигает своего максимального значения при внесении минеральных удобрений в сочетании с навозом - 2,51 т/га [220].

Умбетовым А.К. и Рамазановым Р.Х. (2016) было установлено, что внесение полупревшего навоза на лугово-каштановой почве с применением орошения способствовало дополнительному повышению урожая семян горчицы, клещевины и льна масличного в среднем на 0,5-0,61 т/га [397].

Елешев Р.Е. и Бакенова Ж.Б. (2015) отметили положительное действие навоза в дозе 30 т/га в засушливой предгорной зоне с резко континентальным климатом в условиях Алматинской области, внесение которого способствовало не только улучшению питательного режима почвы, но и существенно изменяло его химический состав, способствуя повышению концентрации азота и фосфора, как в начальные периоды роста, так и в более поздние фазы роста и развития [140].

Использование местных органических удобрений в сочетании с химическими удобрениями путем разработки технологий подходящих для конкретного региона может существенно повысить производительность масличных культур [501].

Хорошие результаты на обыкновенном чернозёме в Ростовской области дали применение сочетания навоза и минеральных удобрений в севообороте. Прибавки урожайности подсолнечника на вариантах с применением 8,6 т/га навоза +  $N_{62}P_{32}K_{42}$  и 6,2 т/га навоза +  $N_{50}P_{40}K_{34}$  в среднем за севооборот и  $N_{40}P_{40}$  или  $N_{60}$  непосредственно под подсолнечник были примерно такими же, как и от полного минерального удобрения в дозе  $N_{90}P_{90}K_{90}$  [406].

Куриный помёт по содержанию элементов превосходит навоз животных [77, 428]. Большая часть питательных элементов помета находится в водорастворимых формах [374]. Содержание питательных элементов в помете птиц зависит от состава и качества кормов, а также от способа содержания [208].

Так в среднем в помете естественной влажности кур яичного направления содержится (%): азота – 1,74–2,74; фосфора – 1,18–2,00; калия – 0,61–0,78 [373].

Среднее содержание микроэлементов в помете птиц в пересчете на 20 % сухого вещества составляет (мг/кг): бора – 5,0–8,2; меди – 6,7–16,7; марганца – 35,5–91,6; молибдена – 0,25–0,36; цинка – 51,5–127,8; железа – 273,7–601,9 [266].

Согласно рекомендациям В.А. Васильева и Н.В. Филиппова (1988) следует сырой куриный помет применять из расчета 5-6 т/га под зерновые и по 8-10 т/га под пропашные культуры [52].

Опыты, проведённые в 2011 и 2012 гг. в Минской области на дерново-подзолистой почве показали, что внесение подстилочного куриного помёта в дозах 15 и 30 т/га обеспечивало прибавку урожая рапса на 4,2 и 7,7 т/га [40].

По данным Чекаева Н.П. (2009) [412] использование куриного помёта в дозе 20 т/га оказывало положительное влияние на увеличение урожайности ячменя, озимой и яровой пшениц в условиях Среднего Поволжья, как в прямом действии, так и в последствии.

Существует много работ посвящённых изучению куриного помёта, как удобрения под различные виды культур [41, 132, 154, 197, 229], результаты которых демонстрируют положительный эффект данного субстрата [364, 429], как на урожайность [258, 306], так и на качество готовой продукции [343, 370, 394, 401].

Прямое внесение помёта в почву без обработки не рекомендуется из-за риска заражения почвы, подземных и поверхностных вод инвазионными, инфекционными и токсическими элементами. Этот процесс также способствует накоплению нитратов, меди и цинка в выращиваемой сельскохозяйственной продукции. [173, 189, 307].

Следовательно, перед внесением помёта в почву является необходимым производить его обеззараживание, которое можно проводить разными способами, а именно химическими, биологическими и физическими [94, 313].

Из биологических способов наибольшее распространение получило компостирование [36, 314, 416, 419]. В промышленном производстве, часто используют биокомпостирование, для чего используют микробиологические комплексы [25].

Такой вид удобрения уже эффективно применяется на полях АО «Акмола-Феникс» [172].

Удобрения, полученные Антоновой О.И. и др. (2020) на основе куриного помёта с применением микробиологических препаратов Санвит К и Тамир характеризовались лучшими показателями свойств по сравнению вариантами GSN-

2002 и Биостимул [25]. Опыты с кукурузой продемонстрировали эффективность данных удобрений. Наибольшую семенную продуктивность данной культуры обеспечили удобрения с Санвит-К и Биостимулом – 29,8- 30,4% [188].

В последние годы расширяется ассортимент органических удобрений благодаря производству таких видов, как компосты, причем не только из традиционных источников органического вещества, но и других органических компонентов [143].

После завершения цикла выращивания и истощения питательных веществ, необходимых для выращивания грибов, субстрат удаляют с производственного объекта, а отработанный материал называют свежим грибным компостом [444, 567].

Компост, который остается после завершения сбора урожая грибов, благодаря богатому химическому составу можно использовать в качестве естественного органического удобрения в сельском хозяйстве и садоводстве [145, 471, 484, 527]. Такой компост может содержать около 1-2% азота, 0,2% фосфора и 1,3% калия [554].

В состав грибных компостов включают сено, солому, куриный помёт, гипс и другие компоненты в различных количествах и пропорциях [452].

Следует отметить, что тяжёлые металлы и радионуклиды в грибном субстрате исключены ввиду обязательного контроля всех составляющих компонентов. Кроме этого используемый в составе грибного компоста куриный помёт не должен содержать патогенных микроорганизмов, жизнеспособных яиц и личинок гельминтов, личинок и куколок синантропных мух. Пастеризация исходных компонентов в процессе приготовления и термическая обработка компоста, перед выгрузкой из шампиньонницы, обеспечивает отсутствие в нём указанных выше объектов [163, 164].

Изучением данного вида удобрения занимались в Пензенском государственном аграрном университете. Проведённые полевые исследования показали, что оптимальная доза внесения отработанного субстрата после выращивания вешенки составляет 20 т/га, что по содержанию углерода соответствует 20 т навоза.

Следует отметить, что урожайность зерновых культур увеличивалась на 12-14% - в первый год внесения, а на второй год – на 10-12% [162, 164].

Учёными Фоминым И.В. и др., установлено, что отработанный субстрат при выращивании гриба вешенки содержит в 1 тонне около 6,3-7,2 кг азота [402, 403], и эффективно влияет на почвенное плодородие и урожайность культур [169, 240, 298, 299].

Положительное влияние на урожай сахарной свёклы проявилось при внесении 30 т/га отходов грибного производства, прибавка урожайности в данном случае составила 111 ц/га, данные исследования проводились в Полесском аграрно-экологическом институте НАН Беларуси [194].

Gumus I. and Seker C. (2017) [482] в своих исследованиях отмечают, что отработанный грибной компост способствует улучшению физико-химических свойств деградированной почвы.

Чекмарёв П.А. и др. (2016) в проведённом мониторинге по почвенному плодородию пахотных земель Липецкой области отмечают, что содержание гумуса за период исследования уменьшилось на 0,4%, что обусловлено недостаточным постоянным внесением органических удобрений [414].

Анализ литературных данных показывает, что органические отходы благодаря богатому микро и макроэлементному составу являются ценным удобрением, использование которых в земледелии позволяет существенно повысить урожайность сельскохозяйственных культур и улучшить качество продукции. Применение компостов в производственных масштабах может решить проблему по утилизации отходов и повышению плодородия почвы.

В условиях лесостепи Центрально-Чернозёмного региона отсутствуют данные об использовании в качестве удобрений отходов птицефабрик и грибных производств, в посевах масличных культур, а в частности ярового рапса. При том следует отметить, что Липецкая область располагает данным видом сырьевых ресурсов в больших объёмах.

#### 1.4. Особенности использования кальцийсодержащих соединений и их действие на плодородие почв и урожайность масличных культур

Последнее время отмечается активное антропогенное воздействие на состояние агропедоценозов, которое связано с большим применением химических средств защиты и кислых минеральных удобрений. Это, в свою очередь, отражается на подкислении пахотных почв и является фактором снижения объёмов сельскохозяйственной продукции [279, 413].

Почвы с повышенной кислотностью являются менее плодородными. Поэтому для улучшения свойств таких почв и повышения плодородия проводят известкование [310].

Сегодня, весьма перспективным ресурсом для окультуривания почв с дефицитом кальция является дефекаат, являясь отходом свеклосахарного производства, выход которого составляет 10-12 %, от массы переработанной свёклы [62, 100, 122, 153, 200, 357]. Дефекаат, кроме  $\text{CaCO}_3$  включает в себя органическое вещество, макро и микроэлементы [184, 279, 561].

Дефекаат по своим свойствам на растения, почву и качество сельскохозяйственной продукции равноценен известковой муке, а в некоторых случаях является более эффективным [181]. От известняка фильтрационный осадок отличается структурой, более высоким содержанием влаги и наличием органического вещества [342].

Следует отметить, что он теряет свои ценные свойства, если в течение нескольких месяцев будет храниться в отстойниках, в результате чего происходит разложение органических компонентов и вымывание калийных солей [111].

Вовлечение дефекаата в сельское хозяйство, как удобрения, способствует уменьшению загрязнения окружающей среды за счёт снижения объёмов сбрасываемых отходов.

Учёными из Воронежского госагроуниверситета доказано, что внесение в почву дефекаата способствует увеличению активности каталазы [185].

Из физических свойств почв большое влияние на плодородие и соответственно продуктивность сельскохозяйственных культур оказывает плотность сложения пахотного слоя. Опыты, проведённые на черноземе выщелоченном, среднемощном, среднесуглинистом показали, что при использовании донного осадка плотность почвы была в пределах оптимальной и составила 1,19-1,21 г/см<sup>3</sup> в зависимости от дозы внесения донного осадка [146].

Использование донного осадка как отдельно, так и в сочетании с минеральными и органическими удобрениями улучшает воздушно-водные свойства почвы. Пигорев И.Я. и Яшков И.Я. (2017) в своих исследованиях отмечают, что внесение в почву донного осадка и мела способствовало сохранению влаги, её было на 8-12% больше, чем на участках без удобрений. Авторы отмечают, что именно изменение экологического состояния почвы оказывало положительное действие на продуктивность сельскохозяйственных культур. Внесение донного осадка в количестве 6,5 т/га на выщелоченных чернозёмах ООО «Мир» Пристенского района не только увеличивало урожайность озимой пшеницы сорта Льговская 4, но и повышало её технологические свойства. Опыты, проведенные в ООО «Курское поле» Горшеченского района с донным осадком на типичных черноземах показали, что внесение донного осадка 8 т/га или мела 6 т/га способствует насыщению почвенно-поглощающего комплекса кальцием, улучшению условий питания растений сои [312].

По данным Гурина А.Г. и Резвяковой С.В. (2020 г.) [123] установлено, что на серой лесной почве в природно-климатических условиях Центрально-Черноземного региона России весьма эффективным является комплекс в виде свекловичного жома в дозе 100 т/га и 5 т/га донного осадка. Именно данный комплекс удобрений увеличивает урожайность яровой пшеницы и повышает экономическую эффективность. Применение данного агроприёма способствовало росту чистого дохода практически в два раза относительно контроля и уровня рентабельности на 10,6 %.

В условиях Алтайского края [388] внесение мелиоранта в дозе 15 т/га способствовало увеличению продуктивности яровой пшеницы - на 55%, озимой пшеницы - на 44%, овса - на 43%, гороха - на 45 %.

В условиях Краснодарского края для получения более высоких урожаев, улучшения агрофизических и физико-химических свойств, при выращивании озимой пшеницы следует проводить традиционную отвальную обработку почвы с использованием дефеката в дозе 7,5 т/га в комплексе с минеральными удобрениями [441].

Продуктивность расторопши пятнистой сорта Панацея на чернозёме южном Украины при внесении дефеката в дозе 5 т/га, 10 т/га и минеральных удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$  практически не имело отличий [91].

Иванова Е.П. (2016 г.) отмечает, что для увеличения урожайности люцерны в условиях Приморского края целесообразным является применение фильтрационного осадка в комплексе с бактериальными препаратами [166].

Исследованиями доказано, что использование дефеката в комплексе с органическими удобрениями обеспечивает закрепление гумуса в почве [198].

В научных опытах, проведённых в посевах клевера сорта Приморский 14 в ФГБОУ ВО «Приморская ГСХА», зафиксирована максимальная зелёная масса при применении дефеката, макро и микроудобрений. Такой комплекс обеспечивал увеличение содержания сырого белка и жира в полученной кормовой массе клевера [167].

Доказано, что использование мелиоранта в качестве удобрения способствует увеличению зелёной массы люцерны первого года жизни - на 18,2 %, выход сена - на 29 %. Во второй и третий годы увеличение по урожайности зелёной массы и выходу сена сохранялось и являлось статистически достоверным [168].

Windels С. Е. и др. (2008) в своей работе отмечают положительный эффект от применения дефеката под свёклу. Применение дефеката способствует снижению кислотности и повышению микробиологической активности почвы [566].

На чернозёме обыкновенном юго-востоке Центрального Черноземья было отмечено, что увеличение таких показателей, как выход сухого вещества с 1 гектара, кормовых единиц, переваримого протеина, обменной энергии происходило на 14-28% за счёт внесения дефеката в посевах козлятника восточного [393].

В условиях северной и центральной части Молдовы рекомендовано применение дёекаата в дозе 40 т/га при совместном его компостировании с бесподстилочным навозом, навозом свиней, навозом КРС и птичьим помётом в различных соотношениях [410]. Улучшение гумусного состояния происходит за сёёт увеличения содержания гуминовых кислот. Также совместное внесение навоза и дёекаата способствует оптимизации показателей почвенной кислотности [95].

Использование дёекаата на дерново-подзолистой культурной почве в дозе 3 т/га способствовало снижению гидролитической кислотности с 2,10 до 1,62 ммоль экв/100 г [31].

Применение мелиоранта увеличивает численность микроорганизмов, которые используют в качестве источников питания минеральные соединения азота. Максимальное количество микроорганизмов отмечено при сочетании дёекаата и навоза [223]. А сочетание дёекаата и жома по данным Антименковой О.В. (2005) способствует увеличению дождевых червей на 17,6 % относительно контроля [20]. Установлено, что данный комплекс отходов в дозах 10 т/га и 150 т/га, соответственно, увеличивал количество бактерий до 5,82 млн.шт./г и грибов до 56,8 тыс.шт./г, что благоприятно отражалось на состоянии почвы. Такое сочетание удобрений повышало и целлюлозоразлагающую активность микроорганизмов [99]. Рост активности микроорганизмов на 4,8-8,7 % в пахотном горизонте отмечался при использовании дёекаата в комплексе с соломой и навозом [221].

Иванов А.Н. [161] отмечает положительное влияние на накопление актиномицетов, целлюлозоразлагающих микроорганизмов и снижение грибной микрофлоры.

По данным Кошеляевой И.П. и Кузина Е.Н. (2007 г.) внесение дёекаата в дозе 9,6 т/га снижало развитие таких болезней, как гельминтоспориоз и бурая ржавчина яровой пшеницы относительно контроля [207]. Учёные в своих исследованиях отмечают, что использование дёекаата в посевах подсолнечника, способствует подавлению развития грибов рода *Fusarium* в почве, снижая распространенность фузариоза на 10,8-13,4 % [255, 362].

Применение дефеката и биомелиоантов отражается на качестве получаемой сельскохозяйственной продукции. Установлено, что количество белка в зерне яровой пшеницы увеличивается на 3,6 %, клейковины - на 5,4 % [222], а содержание в клубнях картофеля сухого вещества и крахмала, соответственно, на 1,3-3,7 % – на 0,8-1,3 % [32].

Павлюченко А.У., Гриднева О.В. и Пискарьева Л.А. (2014 г.) утверждают, что именно совместное внесение дефеката (5 т/га) и  $N_{60}P_{60}K_{60}$  в посевах ячменя привело к увеличению таких показателей как протеин, кормовые единицы и сухое вещество. Содержание протеина в таком зерне увеличивалось на 3,8-4,5%, а в соломе - на 1,4-4,1 %. Также такое сочетание удобрений обеспечивало накопление максимального количества валовой и обменной энергии с урожаем. Данные авторы считают, что с целью сохранения и восстановления плодородия чернозёма обыкновенного, выведенного из-под орошения, целесообразным агроприёмом является внесение дефеката [300].

В исследованиях Пенкиной С.В. (2004) показан положительный эффект от применения мелиоранта в качестве удобрения на содержание в биомассе растений ячменя общих форм азота, фосфора, калия и кальция. При этом отмечаются тесные математические взаимосвязи между концентрациями азота и фосфора в растениях ячменя в фазу кущения, что даёт возможность спрогнозировать величину урожая задолго до уборки [305].

Следует отметить также, что данный вид удобрения способствует переходу радионуклидов в недоступное для растений состояние. Осипов А.В. и др. (2019) отмечают положительное действие фильтрационного осадка в отношении радионуклидов цезия, снижение которого в зерне пшеницы составляло в 2,4 раза [296].

Сахарная промышленность помимо основной продукции является источником многотоннажных отходов производства и ценных вторичных ресурсов [367]. В 2021 году Липецкая область являлась одним из лидеров по производству сахара, уступая лишь Краснодарскому краю. В 2020 году было произведено 899 тысяч тонн сахара, в результате чего регион занимал первое место в стране по данному показателю [79]. В области переработку сахарной свёклы осуществляют шесть

сахарных заводов, на которых образуется около 317 тыс. тонн дефеката в год [365]. Использование фильтрационного осадка в качестве удобрения доказано многими авторами [33, 151, 269, 311, 328, 378].

Следовательно, разработанная технология производства ярового рапса с применением кальцийсодержащих соединений в качестве удобрений для Липецкой области имеет большое практическое значение. Данные по использованию дефеката в исследуемых почвенно-климатических условиях, как удобрения, являются новыми и актуальными.

### 1.5. Современное состояние использования природных цеолитов в растениеводстве

Важной проблемой сельского хозяйства сегодня является поиск новых методов повышения продуктивности почв. Применение удобрений повышает эффективность использования питательных веществ, однако их неконтролируемое использование может отрицательно сказаться на окружающей среде. Цеолит считается природным элементом, обладает ионообменными свойствами, которые являются важными для питания растений вследствие его катионообменной способности и пористости. Добавление цеолитов в удобрения обеспечивает двойной результат при внесении их в почву: способствуют длительному действию удобрения (эффект пролонгации) и предотвращают вымывание питательных веществ [218, 272, 398, 543].

Цеолиты - это природные минералы, которые известны своими хорошими физическими и химическими характеристиками [53, 96, 375, 427, 513]. Они характеризуются жесткой кристаллической структурой с пустотами и каналами молекулярного размера [256, 274, 361, 421, 529].

Данные об общем количестве этих полезных ископаемых в мире отсутствуют, но известно, что некоторые страны, такие как Куба, США, Россия, Япония, Италия, Южная Африка, Венгрия и Болгария обладают важными запасами и производственными потенциалами. Согласно отчетам за 2001 год, общее потребление

цеолитов составило 3,5 миллиона тонн. Значительными ресурсами цеолита располагает Турция, которые оцениваются примерно в 50 миллиардов тонн. На 2002 год производство цеолита в этой стране составило 25 000 тонн, из которых 80% использовалось внутри страны, а остальное экспортировалось в США, Францию, Италию, Израиль и Великобританию [350, 351, 352, 530].

Известны большие месторождения природного цеолита как в Российской Федерации, Украине и ряде Восточно-Европейских стран [369].

Цеолиты являются важными материалами, которые широко применяются на нефтеперерабатывающих заводах в качестве катализаторов, в процессах сорбции и разделения, а также в сельском хозяйстве и экологической инженерии. На сегодняшний день известны и синтетические цеолиты, которые имеют также широкое распространение в нефтеперерабатывающей и химической промышленности в качестве селективных адсорбентов, катализаторов и ионообменников. Но следует отметить важность применения цеолитов в сельскохозяйственном секторе [443]. Большая часть первоначальных исследований по использованию цеолитов в сельском хозяйстве была проведена в 1960-х годах в Японии. Японские фермеры на протяжении многих лет использовали цеолитовые породы для контроля содержания влаги и повышения рН кислых вулканических почв [467, 535, 551].

Ученые, накопившие определённый опыт применения природных цеолитов в сельском хозяйстве, отмечают следующие их качества:

- цеолит сохраняет влажность почвы, обеспечивая, влагой растения на протяжении длительного времени [462].

- наличие цеолитов в почве снижает содержание нитратов в готовой продукции на 7-38 %, повышает урожайность культур в среднем на 50-70%, увеличивает содержание сахаров [539];

- улучшая структуру почвы, цеолиты накапливают и регулируют содержание питательных веществ в почве, способствуют снижению выщелачивания азота из почвы в 4-5 раз, что в результате позволяет растениям эффективно использовать питательные вещества и удобрения, присутствующие в почве [249, 466];

- цеолит уменьшает поглощение токсичных веществ и радионуклидов растениями из почвы за счет сорбции радионуклидов и тяжелых металлов, присутствующих в почве, и перевода их подвижных форм в связанное состояние, в результате они не усваиваются растениями [13, 115, 116, 141, 528].

Andronikashvili T. и др. (2008) [438] предположили, что у большинства исследователей, представляющих ранний период изучения цеолитсодержащих пород в качестве удобрений, увеличение урожайности различных сельскохозяйственных растений под воздействием минералов было вызвано структурированием почвы и улучшением её физико-химических свойств.

Важной характеристикой для цеолитов является соотношение кремния и алюминия [533]. Соотношение Si к Al оказывает влияние на гидрофильные свойства. Извлечение алюминия из цеолита значительно снижает температуру десорбции и dealюминированные цеолиты становятся гидрофобными [536].

Известно, что компостирование является одним из устойчивых решений для переработки органических отходов, но у него также есть некоторые недостатки, а именно потеря азота, подвижность тяжелых металлов, выбросы парниковых газов, низкая производительность. Учеными были проведены исследования в отношении компоста, обогащенного цеолитом, в результате чего было установлено, что такое удобрение снижает общее количество и доступность тяжёлых металлов. Компост, модифицированный цеолитом, показал лучшую урожайность, способствовал удержанию воды и предотвратил потерю питательных веществ в почве [544].

Исследования, проведённые в Китае, показали, что добавление цеолита, куриного помета или их смеси в соотношении 1:1 способствовало интенсивному росту растений сои и рапса [568].

В ходе испытания в 2014 и 2015 годах в Иране органических удобрений, мочевины и цеолита при различном режиме орошения на качественные признаки семян подсолнечника было установлено, что применение данных видов удобрений в комплексе улучшало качество подсолнечного масла [488]. Исследования, проведённые Vybordi A. и Ebrahimian E. (2013) позволили выявить, что урожай-

ность рапса зависела от таких показателей, как фотосинтез и дыхание, которые улучшились за счет внесения мочевины и цеолита [446].

Н. Akbari и др. также отмечают целесообразность использования цеолита в комплексе с мочевиной и навозом с целью увеличения урожайности рапса и пшеницы [435]. А учёные Zahedi Н. и др. (2009) установили важность применения цеолита в дозе 10 т/га совместно с обработкой растений рапса селеном в фазе формирования стручка. Данный агроприём был эффективен в условиях засухи, который оказался полезным в повышении урожайности [570]. Применение цеолита и инокуляции семян биоудобрениями демонстрируют положительные результаты в отношении накопления хлорофилла *a* и *b*, а также растворимых сахаров в листьях растений [496].

В условиях солевого стресса эффективно применение наночастиц Zn, B, Si и цеолита, которые увеличивали высоту растения, сухую массу побега, количество стеблей на растение, относительное содержание воды в листьях, скорость фотосинтеза листьев, устьичную проводимость листьев, содержание хлорофилла и выход клубней картофеля по сравнению с необработанным контролем [510].

Цеолит, модифицированный с помощью метода последовательной гидротермальной модификации и смешанный в соотношении 15% к общему количеству пищевых отходов, характеризовался, как стабильный компост, богатый питательными веществами и готовый к использованию в растениеводстве [557].

Исследования, проведённые в индонезийском институте, показали что лучший эффект от применения цеолита получали при использовании его в комплексе с куриным помётом, повышая продуктивность культур [468].

Проведённые исследования иранскими учёными позволили определить, что внесение цеолита в комплексе с навозом оказывало положительное влияние на относительное содержание воды и стабильность мембран сои. Эти процедуры облегчали ферментативную активность, перекисное окисление липидов и белков [524].

Исследованиями установлено, что применение клиноптилолита в виде удобрения в дозе 0,5-2 т/га обеспечивает увеличение урожайности у таких куль-

тур, как морковь (на 63%), баклажан (на 55%), пшеница (на 15%) и ряда других сельскохозяйственных культур [216].

Опыты, проведённые в Ульяновской области с применением цеолита Юшанского месторождения в посевах кукурузы, продемонстрировали положительный эффект. Установлено, что происходило увеличение урожайности зерна кукурузы в чистом виде на 0,93 т/га (доза 500 кг/га) и на 1,36 т/га (доза 2000 кг/га), а с применением в комплексе с минеральными удобрениями прибавка урожая только увеличивалась [217].

Учёные Campos Bernardi A. C., Oliviera P. P. A. и др. (2013) [459] в своих исследованиях отмечали, что бразильский цеолит, обогащенный N, P и K является источником медленного высвобождения питательных веществ для растений, увеличивая урожайность сельскохозяйственных культур, а также улучшая качество продукции. А эксперименты с цеолитом в комплексе с мочевиной, показали улучшение выхода сухого вещества кукурузы.

В исследованиях, проведённых Rehakova M., Cuvanova S. и др. (2004) с цеолитом месторождения Нижний Грабовец (Словакия) установлено снижение поступления кадмия из почвы в растения до 0,04 мг/кг в биомассу растений [537].

В Кемеровской области использование цеолитов Пегасского месторождения при выращивании кукурузы и томатов обеспечивало прирост урожая, повышало их качество, а также способствовало более раннему их созреванию, что является важным в условиях Сибири [195, 196].

В 2003 году были проведены опыты в Пензенской области, которые продемонстрировали, что внесение повышенных доз цеолита на фоне навоза и минеральных удобрений повышали урожайность сельскохозяйственных культур. Так, например, урожайность озимой пшеницы увеличивалась на 58,8-61,2%, кукурузы - 24,8-25,0% [26, 210, 211, 213].

Кузиным Е. Н. и Курносой Е. В. установлено, что для улучшения агрохимических свойств чернозёмных почв следует использовать цеолит нормой 20 т/га по фону органических или минеральных удобрений [214].

Проведённые исследования, доказали, что в условиях серой лесной почвы, применение природного цеолита в сочетании с навозом является эффективным [212]. Макаровой М.П. проводились исследования в посевах ярового рапса с использованием осадков сточных вод с разными соотношениями цеолитсодержащей породы. Возделывание ярового рапса с применением осадка сточных вод в комплексе с цеолитом обеспечивало развитие более мощного листового аппарата, провоцировало дополнительное стимулирование биометрических показателей растений. Максимальный эффект отмечался при внесении осадка сточных вод и цеолита в соотношениях 1:1, прибавка к урожаю относительно контроля составляла 115,2% [245, 246, 247, 448].

Доказано, что применение цеолитов в дозе 10 т/га улучшает показатели плодородия почвы и способствует увеличению содержания азота в сахарной свекле (на 0,12-0,20 %) [187].

Известно, что применение природных цеолитов в комплексе с навозом увеличивает гумус на черноземе выщелоченном на 0,12-0,13 % [12]. Цеолит способствует увеличению содержания в почве доступных растениям форм кремния, что дает тенденцию повышения содержания кремния в растениях [386]. Огромный интерес проявлен к кремнию как к элементу питания сельскохозяйственных культур, который отражён, как в отечественной, так и зарубежной литературе [451, 505, 553].

Опыты с применением цеолита в дозе 20 т/га на серых лесных почвах способствовали увеличению урожайности ячменя на 8,5-8,8 ц/га и повысили его качество [249]. Применение цеолитов из месторождения расположенного в Республике Татарстан в комплексе с органическим удобрением способствовало улучшению почвенных свойств [215].

Возделывание райграса с применением навоза КРС и цеолита увеличивает содержание микроэлементов в сене [569].

Использование цеолитов в сельском хозяйстве является перспективным направлением, так как, цеолиты – это отличные инструменты, которые помогают агроному справиться с рядом проблем, таких как загрязнение почвы или воды тя-

желыми металлами, потерей питательных веществ, способностью удерживать воду, переносить макроэлементы с медленным высвобождением и др. [450, 509]. Потенциал таких минералов в сельском хозяйстве очевиден, использование которых обеспечит улучшение сельскохозяйственных экосистем [463, 464, 512, 519, 534].

Липецкая область также располагает месторождением по добыче природных цеолитов, которое в последнее время активно разрабатывается, где запасы цеолита составляют 12,4 млн. т. [275, 518]. Минералогический состав которого представлен монтмориллонитом, гидрослюдами, каолинитом и глинистыми составляющими [160].

Мотылёвой С.М. и др. доказано, что основным породообразующим компонентом Тербунского цеолита является монтмориллонит, имеющий множество нанопор и наноканалов со средним диаметром 340 нм и показана возможность его применения в агротехнологиях с целью получения экологически безопасной продукции [119, 273, 276, 430, 517].

Следовательно, литературный анализ показывает положительный эффект от применения природных цеолитсодержащих пород в качестве удобрения, а особенно в совокупности с органическими отходами. Данный вопрос является весьма актуальным для Центрально-Чернозёмного региона. Следует отметить, что в регионе имеются месторождения минерала и в сильной степени развита отрасль птицеводства.

### **Заключение к главе 1.**

Таким образом, проведённый анализ отечественной и зарубежной литературы демонстрирует положительную динамику по увеличению валового сбора семян рапса, но при этом установлено, что продуктивность его можно значительно повысить, обеспечив оптимальными условиями растения. Сегодня к эффективным агроприёмам увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе масличных капустных культур, следует отнести их производство с использованием удобрений, регуляторов роста, биологически активных веществ и других препаратов. Но следует отметить, что акцент в производстве продукции растение-

водства в ряде зарубежных стран сделан на максимальное включение экологизированных технологий, которые направлены на сокращение удобрений. Данные технологии должны включать в себя биологические способы повышения продуктивности агрокультур с максимальным использованием внутренних ресурсов.

Анализируя литературные источники установлено, что Липецкая область ежегодно входит в число ключевых лидеров среди регионов страны по урожайности и валовому сбору семян рапса. Последние пять лет средняя урожайность семян в области составляет 22-24 ц/га. Площади, занятые под данной культурой, стремительно растут. Сегодня на его долю в области приходится около 60 тыс.га.

Условия Центрально-Чернозёмного региона являются достаточно благоприятными для возделывания ярового рапса, где культура при отработанной агротехнологии может реализовывать максимально свой продуктивный потенциал. Липецкая область обладает сырьевыми ресурсами, которые возможно включать в качестве удобрений в растениеводство. В условиях лесостепи Центрально-Чернозёмного региона отсутствуют данные об использовании в качестве удобрений отходов птицефабрик, грибных производств, дефеката, природного цеолита в посевах масличных культур. Одним из ключевых элементов достижения максимальной продуктивности сельскохозяйственных культур высокого качества при минимальных затратах и отсутствия ущерба для окружающей среды, является использование микроудобрений, микробиологических препаратов и стимуляторов роста. В связи с чем, вопрос экологичного сельского хозяйства и явился научным направлением работы.

Данная научно-исследовательская работа направлена на решение одного из приоритетных направлений Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, а именно «Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе, функциональных продуктов питания».

## ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1. Место и условия проведения исследований

Исследования с 2014 по 2023 гг. проводились на базе учебного опытного поля Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина (УОП ЕГУ им. И.А. Бунина), Индивидуальный предприниматель Глава крестьянского (фермерского) хозяйства Аринина Е.Ю. (ИП ГКФХ Аринина Е.Ю.), в научных лабораториях университета ЕГУ им. И.А. Бунина, на станции агрохимической службы Елецкая, отдельные анализы были проведены в лабораториях Всероссийского селекционно-технологического института садоводства и питомниководства и испытательной лаборатории Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный центр охраны здоровья животных». Внедрение осуществляли в производственных сельскохозяйственных организациях Липецкой, Тульской, Воронежской и Рязанской областях.

Опыты 1 и 2 поставлены в ИП КФХ Аринина Е.Ю., которое расположено в с. Ищеино Краснинского района. Экспериментальная работа по опытам 3, 4 и 5 проводилась в УОП ЕГУ им. И.А. Бунина в с. Архангельское Елецкого района, которое расположено в 8 км к юго-востоку от города Елец.

Липецкая область расположена в центральной части европейской территории России в Центрально-Чернозёмном районе, общей площадью 24047 км<sup>2</sup>. По границе области расположены Рязанская, Тульская, Орловская, Курская, Воронежская и Тамбовская области.

Территория области представляет собой холмистую равнину расчленённую оврагами, балками и долинами рек. Она расположена на стыке Среднерусской возвышенности и Окско-Донской равнины. На долю оврагов и балок приходится до 6%, а в отдельных районах, относящихся к западной части области - до 17%.

Область представлена лесостепью, основная её часть распаханна, на долю лесного покрова приходится 7,6%.

Одним из свойств почвообразующих пород области является их пространственная и вертикальная неоднородность, которая выражается в их смене в пределах верхних пяти метров, а в отдельных местах в пределах одного-двух метров.

Область представлена разнообразным почвенным покровом, но преобладающими являются почвы чернозёмного типа, на долю которых приходится до 93 %. Самыми распространёнными почвами в области являются черноземы выщелоченные, они составляют 70% от почв (1273,6 тыс. га).

Климат области умеренно-континентальный. Следует отметить, что зимний период характеризуется умеренно-холодной погодой, а последние годы наблюдается тенденция тёплых зим. Летний период является тёплым и продолжительным.

Среднегодовая температура Липецкой области составляет 4,7-5,6° С, с многолетним минимумом температуры - минус 37-39° С и максимумом - плюс 40-41° С. Сумма активных температур (более 10 ° С) составляет 2325-2535°. Самый холодный месяц - это январь, температура которого на юго-западе области составляет в среднем - 9,7 °С, а на северо-востоке прохладнее на 1,2 °С. Самым тёплым месяцем в области считается июль, с температурой на северо-западе +18,5 °С, что прохладнее чем на юго-востоке.

Город Елец характеризуется умеренным климатом. Температурный режим ниже в среднем на 0,6°С, чем в городе Липецк.

Осадков выпадает в среднем за год 531-587 мм, большая часть из которых отмечена в тёплое время года. Максимальное количество осадков приходится на июнь и июль. Наименьшее их количество выпадает в холодное время года. Их минимальное количество приходится на февраль - 35 мм. Осадки, выпадающие в зимний период, пополняют запасы влаги в почве. Средняя высота снежного покрова составляет 25-35 см. Максимальная величина достигается в конце февраля - начале марта (18-33 см.). Продолжительность вегетационного периода составляет 180 дней в году. Водные ресурсы области сформированы реками, озёрами, прудами, водохранилищами, болотами. Главной рекой является Дон, которая берёт своё начало в Тульской области. Её притоки: Красивая Меча, Сосна, Матыра, Воро-

неж. Для региона характерно неустойчивое увлажнение. Гидротермический коэффициент составляет в среднем 1,1-1,2, а за последние 10 лет – 0,9-1,0.

В целом, почвенно-климатические условия области являются весьма пригодными для возделывания широкого спектра сельскохозяйственных культур, в том числе культур из семейства Капустные [366].

## 2.2. Почвенно-климатические условия опытных участков

Опыты проводили на черноземе выщелоченном, среднегумусовом, тяжело-суглинистом, распространённом в условиях Липецкой области. Агрохимическая характеристика почвы опытных участков представлена соответственно в таблицах 1, 2.

В годы исследований почва на участках в опытах 1, 2 в ИП ГКФХ Аринина Е.Ю. имела следующие агрохимические показатели: гидролитическая кислотность – 4,8-5,3 мг/экв на 100 г почвы, гумус – 5,3-6,0%, азот – 50-64 мг/кг почвы, фосфор – 111-126 мг/кг почвы, калий – 150-171 мг/кг почвы, кальций – 15,0-17,5 ммоль/100 г почвы, магний – 2,0-2,5 ммоль/100 г почвы.

Анализируя почву опытов 3, 4, 5 заложенных в УОП ЕГУ им. И.А. Бунина установлено следующее колебание по годам исследований: гидролитическая кислотность – 4,8-5,2 мг/экв на 100 г почвы, гумус – 5,4-6,2%, азот – 39-57 мг/кг почвы, фосфор – 118-134 мг/кг почвы, калий – 133-154 мг/кг почвы, кальций – 12,3-15,1 ммоль/100 г почвы, магний – 1,5-2,0 ммоль/100 г почвы. Выявлено, что почвы учебного опытного поля ЕГУ им. И.А. Бунина характеризовались более высоким содержанием гумуса и низкими показателями Са и Mg в отличие от почв ИП ГКФХ Аринина Е.Ю.

Проведённый агрохимический анализ опытных участков показывает, что почвы Елецкого и Краснинского районов Липецкой области обладают во многом сходными и весьма благоприятными агрохимическими показателями для возделывания большинства сельскохозяйственных культур, и в частности для ярового рапса.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы опытных участков в ИП  
КФХ Арина Е.Ю.

| Год исследования | Гидролитическая кислотность, Нг. мг/экв на 100 г почвы | Гумус, % | Содержание  |                               |                  |                   |         |
|------------------|--|----------|-------------|-------------------------------|------------------|-------------------|---------|
|                  |  |          | N           | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Ca                | Mg      |
|                  |  |          | мг/кг почвы |                               |                  | ммоль/100 г почвы |         |
| 2017             | 5,0-5,1  | 5,5-5,7  | 50-52       | 120-123                       | 150-156          | 15,5-16,1         | 2,1-2,2 |
| 2018             | 5,0-5,2  | 5,3-5,5  | 51-56       | 114-118                       | 158-167          | 16,2-17,5         | 2,3-2,5 |
| 2019             | 4,8-5,0  | 5,5-5,7  | 59-62       | 111-116                       | 153-159          | 15,3-16,1         | 2,1-2,3 |
| 2020             | 5,0-5,3  | 5,4-5,6  | 51-58       | 117-120                       | 165-171          | 16,1-17,1         | 2,4-2,5 |
| 2021             | 4,9-5,0  | 5,6-5,8  | 61-64       | 121-123                       | 164-169          | 16,8-17,1         | 2,2-2,4 |
| 2022             | 5,0-5,2  | 5,8-6,0  | 57-59       | 121-126                       | 151-155          | 15,0-16,7         | 2,0-2,4 |

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика почвы опытных участков в  
УОП ЕГУ им. И.А. Бунина

| Год исследования | Гидролитическая кислотность, Нг. мг/экв на 100 г почвы | Гумус, % | Содержание |                                       |                         |                       |                       |
|------------------|--|----------|------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                  |  |          | N, мг/кг   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг | K <sub>2</sub> O, мг/кг | Ca, ммоль/100 г почвы | Mg, ммоль/100 г почвы |
| 2014             | 4,8-5,0  | 5,9-6,2  | 43-51      | 119-121                               | 133-147                 | 14,3-14,7             | 1,5-1,6               |
| 2015             | 5,1-5,2  | 5,4-5,8  | 39-45      | 125-128                               | 148-153                 | 13,4-14,2             | 1,8-1,9               |
| 2016             | 4,8-5,0  | 5,7-6,1  | 47-53      | 121-128                               | 143-149                 | 13,8-14,1             | 1,6-1,8               |
| 2017             | 4,9-5,1  | 5,9-6,1  | 41-56      | 125-131                               | 135-145                 | 12,3-13,5             | 1,9-2,0               |
| 2018             | 5,0-5,2  | 6,0-6,2  | 52-56      | 118-128                               | 147-151                 | 13,8-14,1             | 1,8-1,9               |
| 2019             | 4,9-5,1  | 5,9-6,1  | 50-57      | 120-132                               | 150-153                 | 12,3-13,7             | 1,7-1,9               |
| 2020             | 5,0-5,2  | 5,8-6,1  | 47-51      | 129-134                               | 147-153                 | 13,9-14,5             | 1,8-1,9               |
| 2021             | 4,8-5,1  | 5,5-6,1  | 53-57      | 122-130                               | 134-144                 | 14,4-15,1             | 1,5-1,7               |
| 2022             | 5,0-5,2  | 5,7-6,1  | 49-51      | 118-120                               | 141-154                 | 14,5-14,9             | 1,6-1,8               |
| 2023             | 4,8-5,1  | 5,8-6,0  | 50-55      | 126-134                               | 148-151                 | 14,2-14,7             | 1,7-1,8               |

В годы проведения исследований климатические условия значительно варьировали, что отражалось на росте, развитии и продуктивности ярового рапса, а также эффективности применения удобрений, пестицидов и агрохимикатов используемых в опытах.

Показатели метеоусловий в годы проведения исследований фиксировались на метеостанции города Елец (рисунки 7-10, приложения А, Б).

Апрель 2014 года по температурному режиму был приближен к среднеголетним данным (96,3% к норме). За месяц осадков составило 24,3 мм, что составило 50% от нормы. Температура мая составила в среднем +17,8°C, что превышало средние показатели на +3,8°C. Осадков выпало за месяц согласно норме, основная их доля пришлась на III декаду - 19,3 мм. Температурный режим с июня по август был в пределах нормы. Но по распределению осадков июль характеризовался как сухой. За весь месяц осадков выпало 5,7 мм, что составило 7,2% к норме.

Апрель 2015 года характеризовался обильным выпадением осадков и основное их количество выпало в III декаде месяца - 57,3 мм, при этом температурный режим был ниже нормы на 1°C. Затем отмечалось повышение температуры воздуха и следующие месяцы (май и июнь) характеризовались высокими показателями, превысив норму на +2,2°C и +3,2°C, соответственно. А вот по количеству осадков в указанные месяцы отмечалось их выпадение меньше нормы, особенно в июне - 57,5 мм (55,2 % к норме). Основная их доля выпала в III декаде месяца - 38,9 мм. Немного прохладнее оказался июль. Отклонение от нормы составило +1,1°C, осадков выпало 88,8% к норме. По количеству осадков август оказался сухим, их выпало 6,9 мм, что составило 15,1% к норме.

Наступление весны в 2016 году было ранним. Апрель характеризовался, как тёплый и достаточно обеспеченный месяц по количеству осадков. Температура была прогрета на +1,3°C выше нормы, а осадков выпало 153,3% к норме. Дальнейшие показатели температуры воздуха складывались весьма благополучно для вегетации ярового рапса.

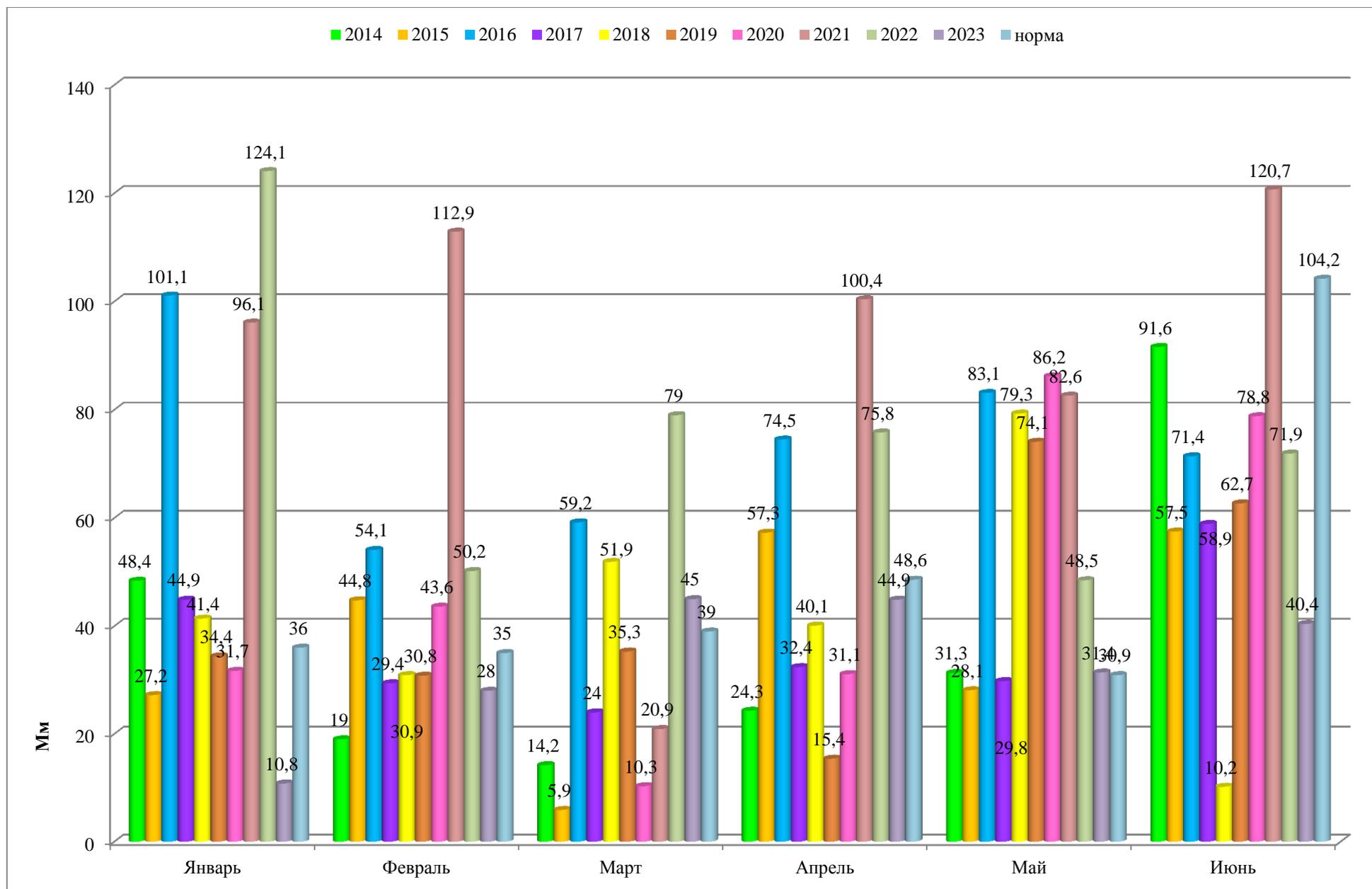


Рисунок 7 – Количество осадков в годы проведения исследований (мм), показатели месяцев с января по июнь

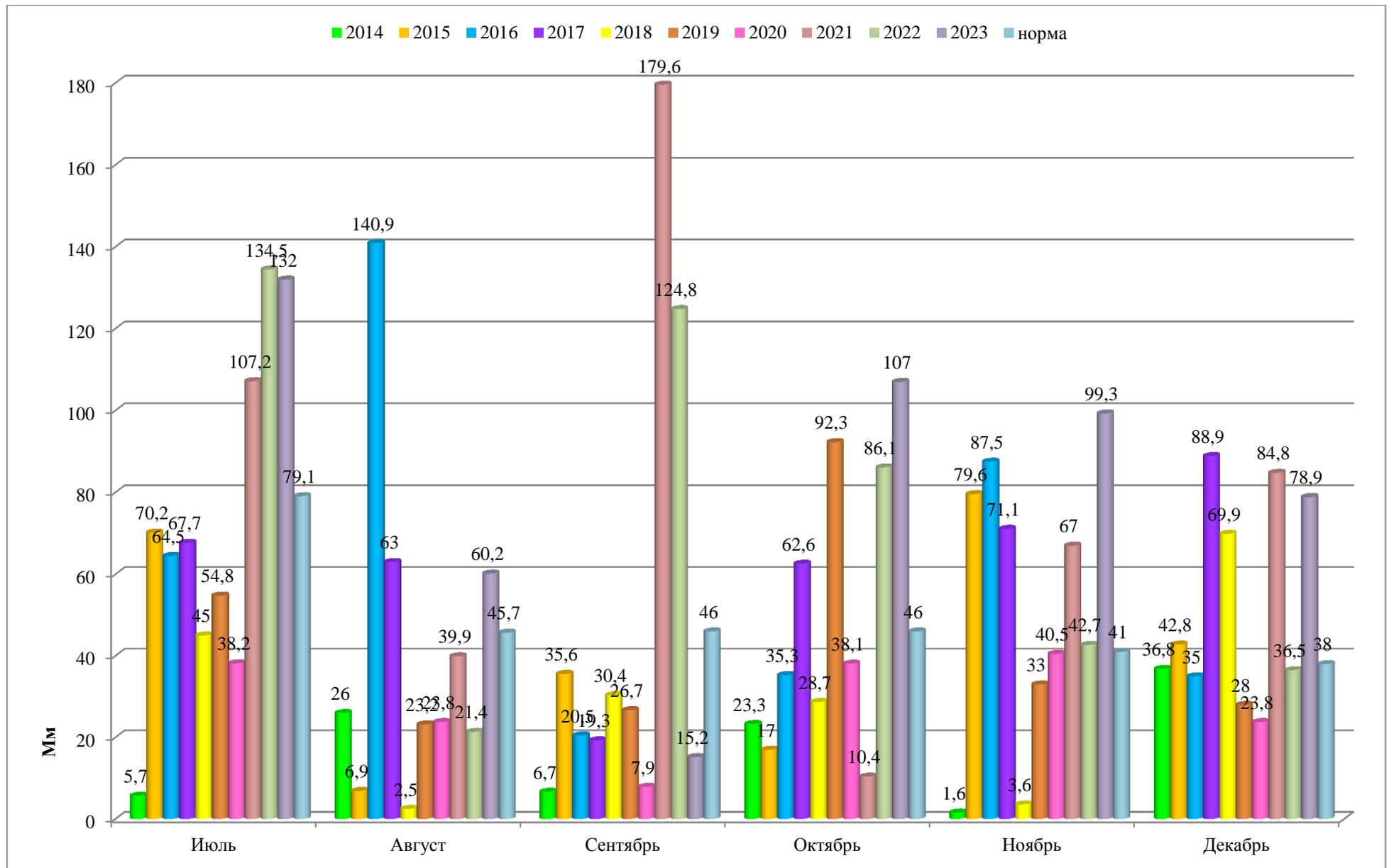


Рисунок 8 – Количество осадков в годы проведения исследований (мм), показатели месяцев с июля по декабрь

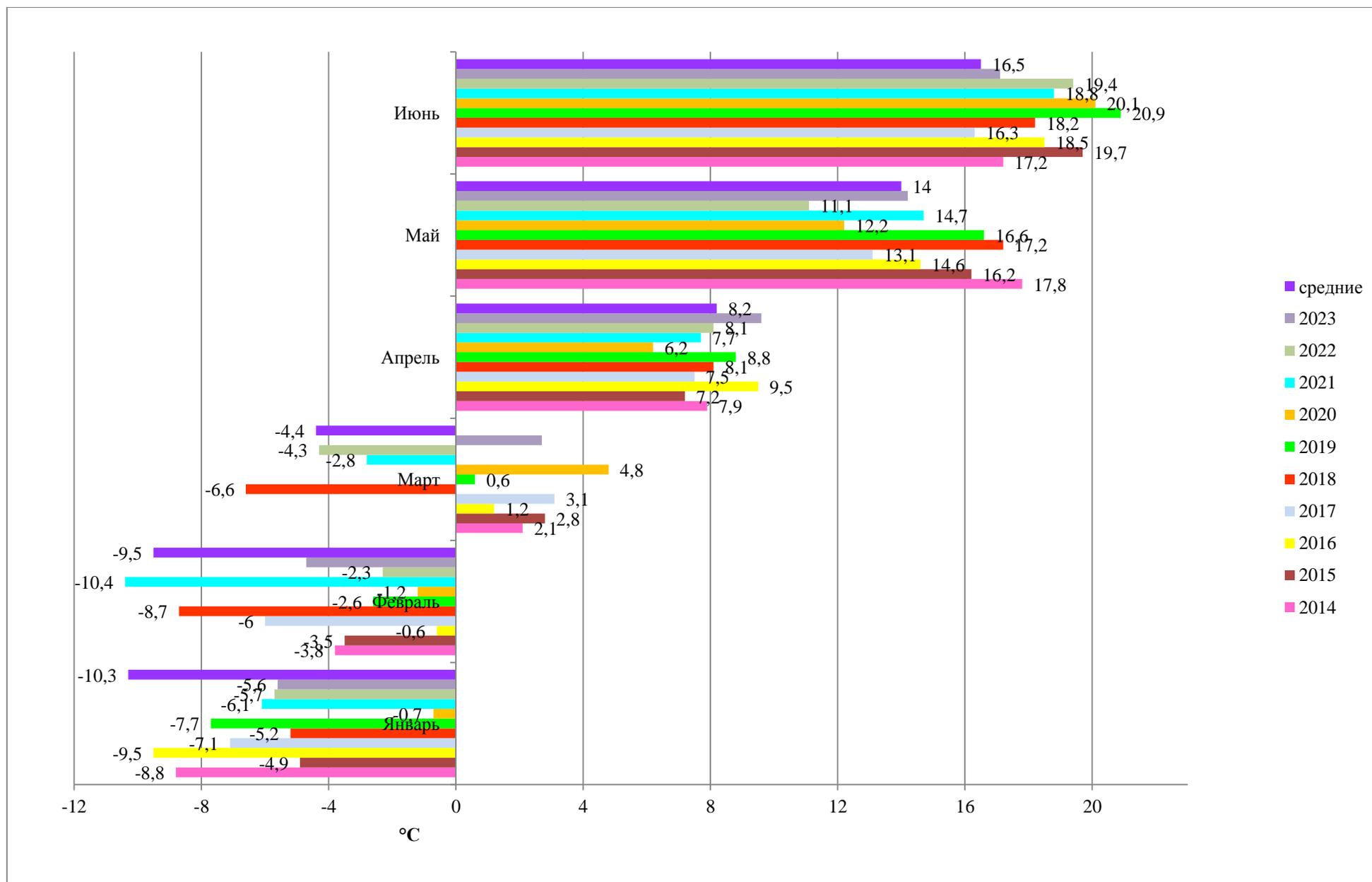


Рисунок 9 – Температурный режим воздуха в годы проведения исследований (°C), показатели месяцев с января по июнь

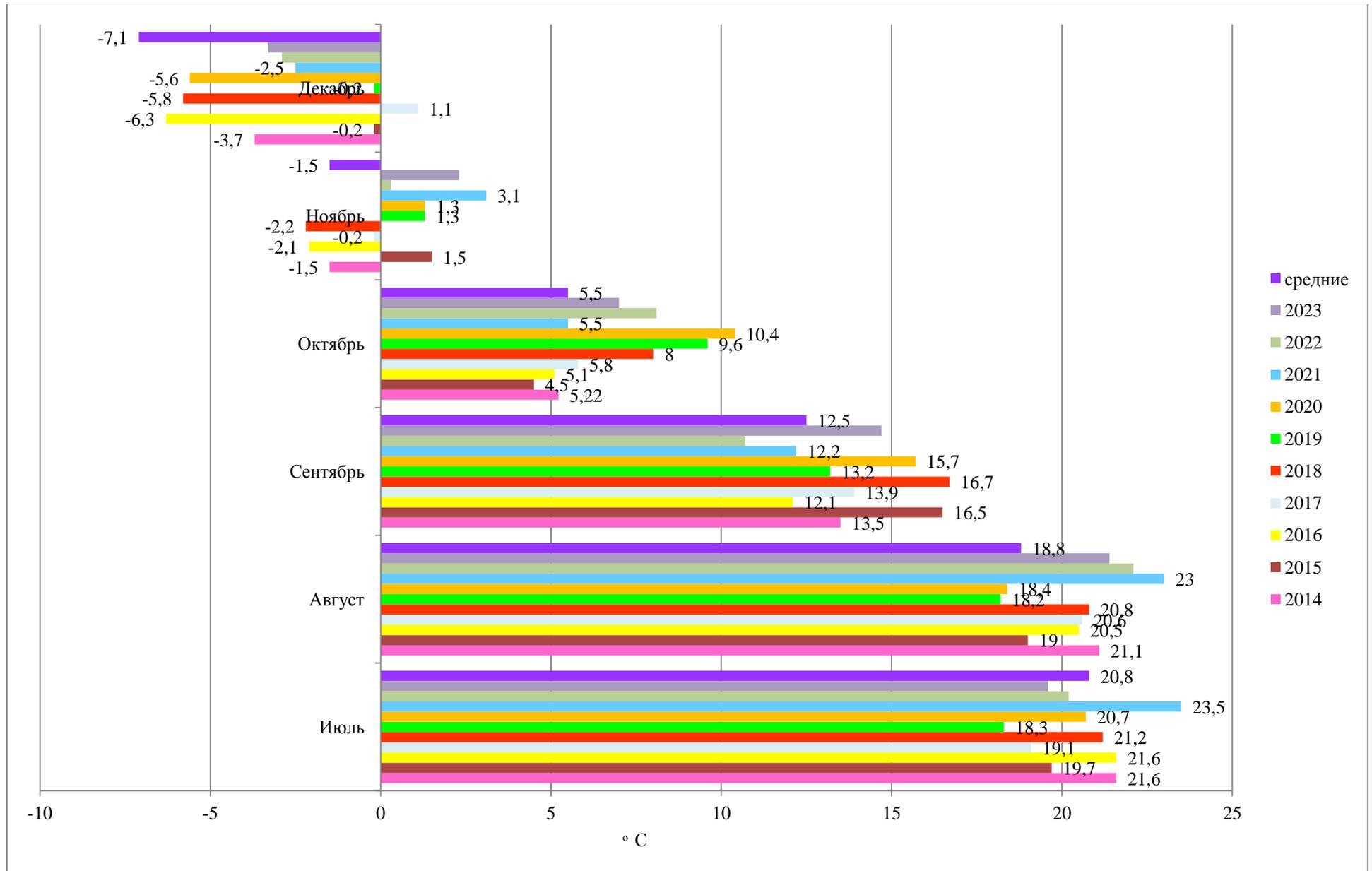


Рисунок 10 – Температурный режим воздуха в годы проведения исследований (°C), показатели с июля по декабрь

Температурный режим был приближен к показателям среднеголетних данных. Май характеризовался обильным количеством осадков (268,9% к норме), что способствовало появлению дружных всходов растений. Но обильное их количество пришлось и на август - 140,9 мм (308,3% к норме), что сказалось на сроках и продолжительности уборки рапса.

В 2017 году температура за весь вегетационный период практически была в норме. Основное количество осадков выпало в мае 29,8 мм (96,4% к норме), тем самым способствовало стимулированию процессов прорастания семян рапса. Август характеризовался как влажный месяц по выпадению осадков, но основная их доля выпала в III декаде, что никак не повлияло на уборку культуры.

В 2018 году в мае сложились благоприятные условия. Обильное количество осадков 79,3 мм (256,0% к норме), тёплая погода +17,2°C (122,9% к норме). Такие погодные условия повлияли на полноту всходов культуры. Затем завышенный температурный режим и недостаток влаги, отразились на формировании элементов продуктивности растений и в целом на урожайности ярового рапса.

В 2019 году отмечалось наступление ранней весны, температура во втором весеннем месяце составила +8,8°C, что на +0,6°C выше средних значений. По осадкам данный месяц характеризовался как недостаточно влажный - 15,4 мм (31,7% к норме). Температурные показатели мая были тёплыми +16,6°C, превышение относительно нормы составило +2,6°C. Осадков выпало в данном месяце 74,1 мм, что составило 239,8% к норме. Рапс в указанный месяц был в достаточной мере обеспечен влагой. Июньская погода также характеризовалась высокими температурами воздуха составив 20,9°C, что превысило средние показатели на +3,2°C. Осадков выпало 60,2% к норме. По количеству осадков июль практически соответствовал показателям нормы – 54,8 мм (96,3% к норме). Следует отметить равномерное подекадное распределение осадков в июне и июле. Температура августа была приближена к среднеголетним значениям (18,8°C), составив 18,2°C. Осадков выпало 23,2 мм, составив 50,8% к норме. Можно отметить, что в целом сложившиеся климатические условия 2019 года были благоприятными.

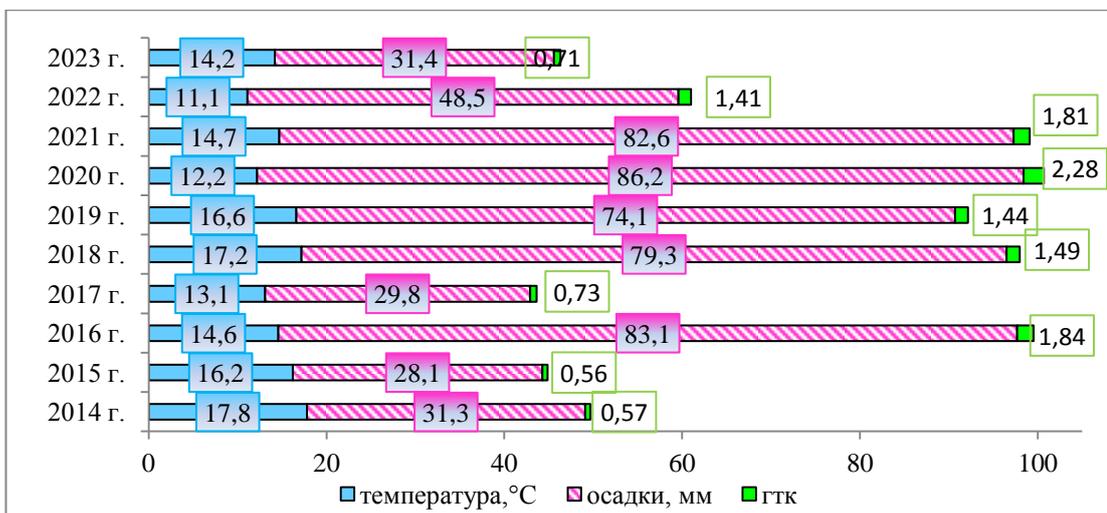
2020 год отмечался незначительными отклонениями по температуре воздуха. Обильное количество осадков отмечалось в мае 278,9% к норме. В июне их выпало 78,8 мм, что составило 75,6% к норме.

Показатели 2021 года по температурному режиму характеризовались малой амплитудой отклонения от среднемноголетних данных. За весь вегетационный период осадков выпало больше нормы. Исключением был август, их выпало за указанный месяц 39,9 мм, основная доля которых пришлась на III декаду месяца - 31,9 мм.

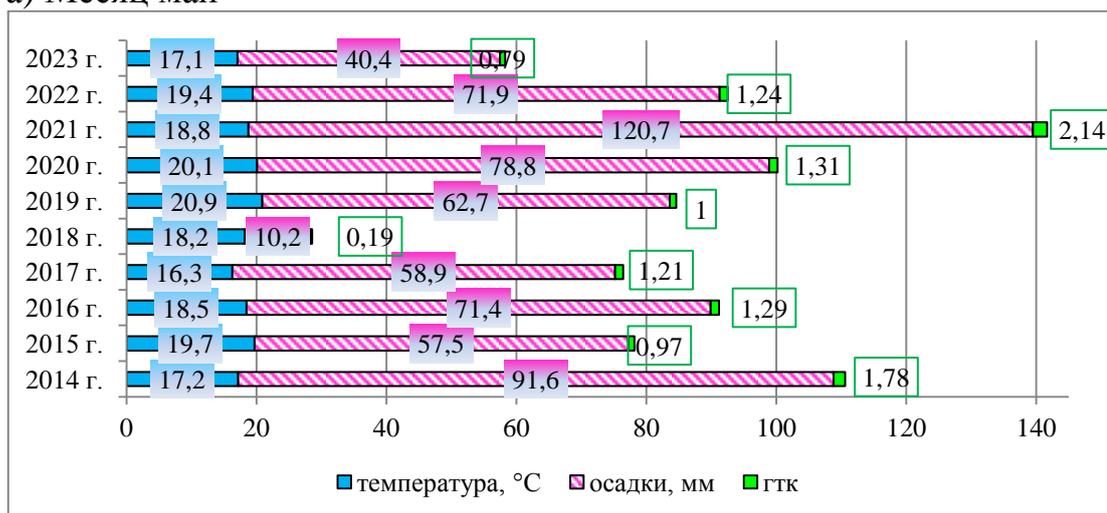
По температурному режиму в 2022 году холодным оказался май  $+11,1^{\circ}\text{C}$ , что ниже нормы на  $+2,9^{\circ}\text{C}$ . В апреле и июле температура была приближена к среднемноголетней. В июне и августе температура превышала среднемноголетние значения на  $+2,9^{\circ}\text{C}$  и  $+3,3^{\circ}\text{C}$ . 2022 год был достаточно влажным. Недостаток осадков был отмечен в июне 69% к норме. В июле их выпало 134,5 мм (170% к норме). Август был сухим и характеризовался условиями благоприятными для проведения уборочных работ рапса на семена.

Температурный режим апреля 2023 года был завышен относительно нормы на  $+1,3^{\circ}\text{C}$ , составив  $9,5^{\circ}\text{C}$ . Самая высокая температура  $+21,6^{\circ}\text{C}$  была зафиксирована 27 апреля. В мае осадков выпало 31,4 мм, что на 0,5 мм выше нормы. Не высокие показатели осадков негативно сказались на всхожести ярового рапса. Летние месяцы также характеризовались сухой погодой, что, как следствие, отразилось на продуктивности рапса. Следовательно, погодные условия в изучаемые годы характеризовались разным температурным режимом и количеством выпадаемых осадков.

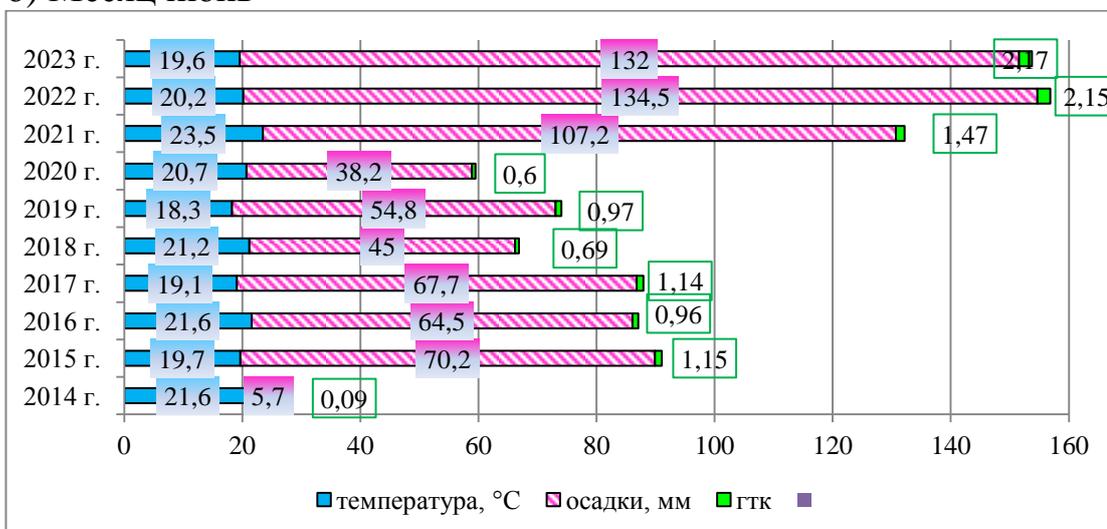
Для обобщённой характеристики погодных условий используют условный показатель увлажнения территории, а именно - гидротермический коэффициент (ГТК) (рисунок 11), который измеряется, как соотношение суммы осадков к сумме температур, уменьшенной в 10 раз за определённый интервал вегетационного периода (май-июль) [232, 243].



## а) Месяц май



## б) Месяц июнь



## в) Месяц июль

Рисунок 11 – Распределение осадков, температуры и ГТК в исследуемые годы за активный период вегетации (май-июль)

Таким образом, по значению ГТК за май-июль года проведения исследований можно распределить следующим образом: с нормальной влагообеспеченностью с ГТК от 1,02 до 1,31 (2016 г., 2017 г., 2019 г., 2020 г., 2023 г.), с недостаточной влагообеспеченностью – с ГТК менее 1,0 (2014 г., 2015 г., 2018 г.) и с высокой влагообеспеченностью с ГТК 1,78 (2021 г.), 1,64 (2022 г.).

### 2.3. Схема, методика, агротехнические условия проведения исследований

Опыты были заложены в условиях УОП ЕГУ им. И.А. Бунина и ИП КФХ Арина Е.Ю. в пяти полевых опытах:

*Опыт 1. Эффективность комплексного применения дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов на свойства, плодородие почв и урожайность ярового рапса.* Исследования осуществлялись в 2018-2021 годах в условиях ИП КФХ, согласно схеме опыта, представленной на рисунке 13. Изучали три фактора: фактор А - доза и глубина внесения дефеката и минеральных удобрений; фактор В - срок внесения дефеката и минеральных удобрений и фактор С - обработка семян рапса биологическими препаратами.

Дефекат получен с Елецкого сахарного завода ООО «Агроснабсахар» (рисунок 12).



Рисунок 12 – Хранение дефеката в полевых условиях

Используемый в опытах дефекат имел следующую агрохимическую характеристику: суммарная массовая доля углекислого кальция и углекислого магния в пересчёте на  $\text{CaCO}_3$  (М) – 76,1 %; массовая доля сухого вещества – 71,6 %; массовая доля влаги (В) – 28,4 %; массовая доля органического вещества – 40,9 %.

Расчет дозы внесения дефеката:  $D_{\text{CaCO}_3} = 0,05 \text{ Нг} \times d \times h$ ; где 0,05 - коэффициент пересчёта, Нг - гидролитическая кислотность, d - плотность почвы (1,1 г/м<sup>3</sup>); h – глубина заделки дефеката (10 и 20 см).- $D_{\text{физ.}} = D_{\text{CaCO}_3} \times 10^4 / \text{М} (100 - \text{В}) \times 0,8$ . При глубине заделки дефеката 10 см:

$$D_{\text{CaCO}_3} = 0,05 \times 5,0 \times 1,1 \times 10 = 2,75 \text{ т/га}$$

$$D_{\text{физ.}} = 2,75 \times 10^4 / 76,1 (100 - 28,4) \times 0,8 = 6,3 \text{ т/га}$$

При глубине заделки дефеката 20 см:

$$D_{\text{CaCO}_3} = 0,05 \times 5,0 \times 1,1 \times 20 = 5,5 \text{ т/га}$$

$$D_{\text{физ.}} = 5,5 \times 10^4 / 76,1 (100 - 28,4) \times 0,8 = 12,6 \text{ т/га}$$

Фактор А включал четыре варианта:

А1 - внесение 6,3 т/га дефеката на глубину 10 см и  $\text{N}_{90}\text{P}_{40}\text{K}_{50}$  на планируемый урожай 2,5 т/га; А2 - внесение 12,6 т/га дефеката на глубину 20 см и  $\text{N}_{90}\text{P}_{40}\text{K}_{50}$  на планируемый урожай 2,5 т/га; А3 - внесение 6,3 т/га дефеката на глубину 10 см и  $\text{N}_{140}\text{P}_{70}\text{K}_{100}$  на планируемый урожай 3,5 т/га; А4 - внесение 12,6 т/га дефеката на глубину 20 см и  $\text{N}_{140}\text{P}_{70}\text{K}_{100}$  на планируемый урожай 3,5 т/га. Расчёт дозы внесения минеральных удобрений на планируемый урожай семян ярового рапса представлен в таблице 3.

По фактору В изучали два варианта: В1 – внесение дефеката и минеральных удобрений весной под предпосевную обработку почвы; В2 – внесение дефеката и минеральных удобрений осенью под основную обработку почвы. Фактор С включал три варианта: С1 - без обработки семян; С2 - обработка семян ярового рапса препаратом БСка – 3 (4 л/т); С3 - обработка семян ярового рапса препаратом Экстрасол (4 л/т). Расход рабочей жидкости 10 л/т.

Применяли четырёхкратную повторность опыта. Площадь опытного участка 9,22 га (256х360 м). Площадь делянок по фактору А 1,92 га (80х240 м); по фактору В 4,13 га (120х344 м); по фактору С 800 м<sup>2</sup> (10х80 м), учётной делянки 160 м<sup>2</sup>

(2x80 м). Ширина внешних и внутренних защитных полос 8 м (рисунок 13). Опыт закладывали методом расщеплённых делянок с рендомизированным размещением вариантов по фактору С внутри повторений.

Фактор А (доза и глубина внесения дефеката и минеральных удобрений)

|             |   | Вариант А1 –<br>6,3 т/га дефекат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5 т/га) | Вариант А2 –<br>12,6 т/га дефекат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5 т/га) | Вариант А3 –<br>6,3 т/га дефекат<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5 т/га) | Вариант А4 –<br>12,6 т/га дефекат<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5 т/га) |               |       |                                  |               |
|-------------|---|--|---|--|---|---------------|-------|----------------------------------|---------------|
|             |   | 80 м   | 8 м   | 80 м   | 8 м   | 80 м          | 8 м   |                                  |               |
| ПОВТОРНОСТЬ | 4 |  |   |  |   | Без обработки | 120 м | В <sub>2</sub> – внесение осенью |               |
|             |   |  |   |  |   | БСка - 3      |       |                                  |               |
|             |   |  |   |  |   | Экстрасол     |       |                                  |               |
|             |   |  |   |  |   | Экстрасол     |       |                                  |               |
|             | 3 |  |   |  |   |               |       |                                  | Без обработки |
|             |   |  |   |  |   |               |       |                                  | БСка - 3      |
|             |   |  |   |  |   |               |       |                                  | Экстрасол     |
|             |   |  |   |  |   |               |       |                                  | БСка - 3      |
|             | 2 |  |   |  |   |               |       |                                  | Без обработки |
|             |   |  |   |  |   |               |       |                                  | БСка - 3      |
|             |   |  |   |  |   |               |       |                                  | Экстрасол     |
|             |   |  |   |  |   |               |       |                                  | БСка - 3      |
| 1           |   |  |   |  |   | Без обработки |       |                                  |               |
|             |   |  |   |  |   | БСка - 3      |       |                                  |               |
|             |   |  |   |  |   | Экстрасол     |       |                                  |               |
|             |   |  |   |  |   | Без обработки |       |                                  |               |
| ПОВТОРНОСТЬ | 4 |  |   |  |   | Без обработки | 120 м | В <sub>1</sub> - внесение весной |               |
|             |   |  |   |  |   | Экстрасол     |       |                                  |               |
|             |   |  |   |  |   | БСка - 3      |       |                                  |               |
|             |   |  |   |  |   | Экстрасол     |       |                                  |               |
|             | 3 |  |   |  |   |               |       |                                  | Без обработки |
|             |   |  |   |  |   |               |       |                                  | БСка - 3      |
|             |   |  |   |  |   |               |       |                                  | БСка - 3      |
|             |   |  |   |  |   |               |       |                                  | Экстрасол     |
|             | 2 |  |   |  |   |               |       |                                  | Без обработки |
|             |   |  |   |  |   |               |       |                                  | Экстрасол     |
|             |   |  |   |  |   |               |       |                                  | Без обработки |
|             |   |  |   |  |   |               |       |                                  | Экстрасол     |
| 1           |   |  |   |  |   | БСка - 3      |       |                                  |               |
|             |   |  |   |  |   | Без обработки |       |                                  |               |
|             |   |  |   |  |   | БСка - 3      |       |                                  |               |
|             |   |  |   |  |   | Без обработки |       |                                  |               |

Фактор С (обработка семян рапса биологическими препаратами)

Варианты: С1 – без обработки; С2 – обработка препаратом БСка - 3; С3 – обработка препаратом Экстрасол.

Рисунок 13 – План-схема опыта по изучению эффективности применения дефеката, минеральных удобрений и биологических препаратов на яровом рапсе

Таблица 3 – Расчёт дозы внесения минеральных удобрений на планируемый урожай семян ярового рапса

| № п/п | Показатели  | Элемент питания |                               |                  |
|-------|---|-----------------|-------------------------------|------------------|
|       |   | N               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 1.    | Вынос питательных веществ на 1 т основной продукции с учётом побочной, кг                       | 55              | 30                            | 50               |
| 2.    | Вынос питательных веществ на планируемый урожай, кг/га:   |                 |                               |                  |
|       | при урожае 2,5 т/га   | 137,5           | 75                            | 125              |
|       | при урожае 3,5 т/га   | 192,5           | 105                           | 175              |
| 3.    | Содержание подвижных питательных веществ в почве, мг/кг   | 56              | 114                           | 167              |
| 4.    | Запасы подвижных питательных веществ в слое почвы 0-30 см, кг/га                                | 185             | 376                           | 551              |
| 5.    | Коэффициенты использования питательных веществ, потребляемых растениями из почвы                | 0,30            | 0,10                          | 0,15             |
| 6.    | Количество питательных веществ, потребляемых рапсом из почвы, кг/га                             | 55,5            | 37,6                          | 82,7             |
| 7.    | Дефицит питательных веществ на планируемый урожай, кг/га:                                       |                 |                               |                  |
|       | при урожае 2,5 т/га   | 82              | 37,4                          | 43,2             |
|       | при урожае 3,5 т/га   | 137             | 67,4                          | 93,2             |
| 8.    | Доза питательных веществ, вносимых с минеральными удобрениями на планируемую урожайность, кг/га |                 |                               |                  |
|       | при урожае 2,5 т/га   | 90              | 40                            | 50               |
|       | при урожае 3,5 т/га   | 140             | 70                            | 100              |

Характеристика используемых в опыте препаратов:

БСка-3 - микробиологическое удобрение, которое в своём составе имеет следующие живые культуры: *Trichoderma viride* 256, *Pseudomonas koreensis* Ap33, *Bacillus subtilis* 17, *Bradyrhizobium japonicum* (*Rhizobium japonicum*) 614a. Данные микроорганизмы способны выделять метаболиты, которые улучшают фитосанитарное состояние посевов, стимулируют всхожесть семян, рост растений и в целом повышают продуктивность сельскохозяйственных культур.

Экстрасол - микробиологический препарат, имеющий в своём составе *Bacillus subtilis*, штамм Ч-13 плюс метаболиты, полученные в процессе культивирования штамма. Данный препарат повышает устойчивость к болезням, способствует ускорению роста и развития растений, повышает урожайность.

*Опыт 2. Применение компостов на основе отходов грибоводства в комплексе с минеральными и органоминеральными удобрениями в технологии производства семян рапса.* Исследования проводились в 2017-2022 годах в ИП КФХ Аринина

Е.Ю. Грибной грунт использовали с предприятия, занимающегося выращиванием шампиньонов ООО «Рязань машрумс групп», расположенного в Рязанской области, который по санитарно-микробиологическим нормам соответствовал требованиям нормативных документов (рисунок 14, приложение П2).

В опыте по влиянию органического и минерального удобрений на урожайность капустной культуры было принято три уровня урожайности: 2,5 т/га, 3,0 т/га и 3,5 т/га. План трёхфакторного опыта представлен на рисунке 15. Для выбора дозы внесения компоста учитывали производительность используемой техники при высоком качестве покрытия. Таким образом, по фактору А (вид вносимого компоста) было заложено два варианта: А1 – внесение 30 т/га свежего компоста и А2 – внесение 30 т/га выдержанного в течение 1 года компоста.



Рисунок 14 – Грибные плантации и грунт ООО «Рязань машрумс групп»

С учётом принятой нормы 30 т/га для обоих видов компоста, содержания в них основных элементов питания и коэффициентов использования, а также содержания доступных элементов питания в выщелоченном тяжелосуглинистом чернозёме и соответствующих коэффициентов использования питательных веществ (КИП) был проведён расчёт доз минерального удобрения на различные уровни урожайности (таблица 4). Согласно представленным данным в таблице 4 видно, что для получения планируемого урожая семян ярового рапса различного уровня, содержание фосфора и калия в компостах и почве полностью компенсирует вынос этих элементов питания с урожаем. Дефицит отмечен только по азотному питанию. По фактору В (внесение разных доз азотных удобрений на планируемый урожай) согласно схеме исследований было заложено четыре варианта: В1 – без внесения азота; В2 –  $N_{15}$  на планируемый урожай 2,5 т/га ярового рапса; В3 –  $N_{70}$  на 3,0 т/га урожая и В4 –  $N_{125}$  на урожай семян 3,5 т/га.

По фактору С (обработка посевов рапса) было использовано два препарата для обработки агроценнозов ярового рапса двукратно в период вегетации и заложено три варианта: С1 – без обработки; С2 – обработка препаратом Полишанс (0,4 л/га в фазу бутонизации и в фазу начала развития стручков) и С3 – обработка препаратом Полидон Био Масличный (1,0 л/га в фазу бутонизации и в фазу начала развития стручков). С нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га;

Полишанс - жидкое органоминеральное удобрение в хелатной форме в состав которого входят следующие элементы: азот (N) - 9 %, фосфор (P) - 3 %, калий (K) - 6%, магний (Mg) - 0,4%, железо (Fe) - 1,6%, медь (Cu) - 0,8%, цинк (Zn) - 1,2%.

Полидон Био Масличный - органоминеральное удобрение с высоким содержанием макро-, мезо- и микроэлементов: азот (N) - 190 г/л, сера ( $SO_3$ ) - 120 г/л, магний (MgO) - 15 г/л, марганец (Mn) - 10 г/л, бор (B) - 9 г/л, железо (Fe) - 6 г/л, медь (Cu) - 3 г/л, цинк (Zn) - 2 г/л, молибден (Mo) - 0,5 г/л, кобальт (Co) - 0,06 г/л. Дополнительно содержит L-аминокислоты – 20 г/л и полисахариды – 50 г/л.

Опыт закладывали с применением метода расщеплённых делянок и использовали рендомизированное размещение вариантов по фактору С внутри повторений. Опыт проводили в четырёхкратной повторности.

Таблица 4 – Расчёт дозы внесения минеральных удобрений на планируемый урожай семян ярового рапса (фактор В)

| №<br>п/п  | Показатели  | урожай 2,5 т/га |                               |                  | урожай 3,0 т/га |                               |                  | урожай 3,5 т/га |                               |                  |
|---|---|-----------------|-------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|
|   |   | N               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 1.  | Вынос питательных веществ на 1 т основной продукции с учётом побочной, кг                     | 55              | 30                            | 50               | 55              | 30                            | 50               | 55              | 30                            | 50               |
| 2.  | Вынос питательных веществ на планируемый урожай, кг/га  | 137,5           | 75                            | 125              | 165             | 90                            | 150              | 192,5           | 105                           | 175              |
| 3.  | Содержание подвижных питательных веществ в почве, мг/кг                                       | 50              | 120                           | 150              | 50              | 120                           | 150              | 50              | 120                           | 150              |
| 4.  | Запасы подвижных питательных веществ в почве, кг/га   | 150             | 360                           | 450              | 150             | 360                           | 450              | 150             | 360                           | 450              |
| 5.  | Коэффициенты использования питательных веществ, потребляемых яровым рапсом из почвы           | 0,3             | 0,1                           | 0,15             | 0,3             | 0,1                           | 0,15             | 0,3             | 0,1                           | 0,15             |
| 6.  | Количество питательных веществ, потребляемых рапсом из почвы, кг/га                           | 45              | 36                            | 67,5             | 45              | 36                            | 67,5             | 45              | 36                            | 67,5             |
| Внесение 30 т/га свежего компоста                       |   |                 |                               |                  |                 |                               |                  |                 |                               |                  |
| 7.  | Содержание элементов питания в компосте, кг/т   | 10,3            | 11,0                          | 9,5              | 10,3            | 11,0                          | 9,5              | 10,3            | 11,0                          | 9,5              |
| 8.  | Коэффициенты использования элементов из компоста  | 0,3             | 0,35                          | 0,5              | 0,3             | 0,35                          | 0,5              | 0,3             | 0,35                          | 0,5              |
| 9.  | Количество элементов питания, потребляемых растениями из компоста, кг/га                      | 92,7            | 115,5                         | 142,5            | 92,7            | 115,5                         | 142,5            | 92,7            | 115,5                         | 142,5            |
| 10.   | Количество элементов питания, потребляемых растениями из свежего компоста и почвы, кг/га      | 137,7           | 151,5                         | 210              | 137,7           | 151,5                         | 210              | 137,7           | 151,5                         | 210              |
| 11.   | Дефицит элементов питания, кг/т   | -0,2            | -76,5                         | -85,0            | 27,3            | -61,5                         | -60,0            | 54,8            | -46,5                         | -35,0            |
| Внесение 30 т/га выдержанного в течение 1 года компоста |   |                 |                               |                  |                 |                               |                  |                 |                               |                  |
| 12.   | Содержание элементов питания в компосте, кг/т   | 9,6             | 10,2                          | 9,0              | 9,6             | 10,2                          | 9,0              | 9,6             | 10,2                          | 9,0              |
| 13.   | Коэффициенты использования элементов из компоста  | 0,3             | 0,35                          | 0,5              | 0,3             | 0,35                          | 0,5              | 0,3             | 0,35                          | 0,5              |
| 14.   | Количество элементов питания, потребляемых растениями из компоста, кг/га                      | 86,4            | 107,1                         | 135,0            | 86,4            | 107,1                         | 135,0            | 86,4            | 107,1                         | 135,0            |
| 15.   | Количество элементов питания, потребляемых растениями из выдержанного компоста и почвы, кг/га | 131,4           | 143,1                         | 202,5            | 131,4           | 143,1                         | 202,5            | 131,4           | 143,1                         | 202,5            |
| 16.   | Дефицит элементов питания, кг/т   | 6,1             | -68,1                         | -77,5            | 33,6            | -53,1                         | -52,5            | 61,1            | -38,1                         | -27,5            |
|   | Доза азотных удобрений на планируемую урожайность, кг/га                                      | 15              |                               |                  | 70              |                               |                  | 125             |                               |                  |

## Фактор В (внесение азотных удобрений на планируемый урожай)

|             |   | Вариант В1 –<br>без внесения<br>азота |     | Вариант В2 –<br>N <sub>15</sub><br>(урожай 2,5 т/га) |     | Вариант В3 –<br>N <sub>70</sub><br>(урожай 3,0 т/га) |     | Вариант В4 –<br>N <sub>125</sub><br>(урожай 3,5 т/га) |      | повторность                                       | Фактор А (вид вносимого компоста) |
|-------------|---|---------------------------------------|-----|--|-----|--|-----|---|------|---|-----------------------------------|
|             |   | 70 м                                  | 8 м | 70 м   | 8 м | 70 м   | 8 м | 70 м  |      |   |                                   |
| повторность | 4 |                                       |     |  |     |  |     | Без обработки   | 96 м | А2 – внесение 30 т/га выдержанного 1 год компоста |                                   |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     | Полишанс  |      |   |                                   |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     | Полидон Био   |      |   |                                   |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     | Полишанс  |      |   |                                   |
|             | 3 |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Без обработки                     |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Полидон Био                       |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Полидон Био                       |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Полишанс                          |
|             | 2 |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Без обработки                     |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Полидон Био                       |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Без обработки                     |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Полишанс                          |
| 1           |   |                                       |     |  |     |  |     | Полидон Био   |      |   |                                   |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     | Без обработки   |      |   |                                   |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     | Полишанс  |      |   |                                   |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     | Без обработки   |      |   |                                   |
| повторность | 4 |                                       |     |  |     |  |     | Без обработки   | 96 м | А1 - внесение 30 т/га свежего компоста            |                                   |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     | Полидон Био   |      |   |                                   |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Полишанс                          |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Полишанс                          |
|             | 3 |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Без обработки                     |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Полидон Био                       |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Полидон Био                       |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Полишанс                          |
|             | 2 |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Без обработки                     |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Полишанс                          |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Без обработки                     |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     |   |      |   | Полишанс                          |
| 1           |   |                                       |     |  |     |  |     | Полидон Био   |      |   |                                   |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     | Без обработки   |      |   |                                   |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     | Полидон Био   |      |   |                                   |
|             |   |                                       |     |  |     |  |     | Без обработки   |      |   |                                   |

## Фактор С (обработка посевов рапса)

Варианты: С1 – без обработки; С2 – обработка Полишанс; С3 – обработка Полидон Био Масличный.

Рисунок 15 – План-схема многофакторного опыта по изучению эффективности компостов, доз минеральных удобрений и агрохимикатов

Площадь опытного участка 6,66 га (208х320 м). По фактору А - 2,92 га (96х304 м); по фактору В - 1,34 га (70х192 м); по фактору С - 560 м<sup>2</sup> (8х70 м). Площадь учётной делянки 140 м<sup>2</sup> (2х70 м). Ширина внешних защитных полос - 8 м и внутренних - 6 м.

*Опыт 3. Эффективность применения доз органического удобрения в комплексе с природным цеолитом в посевах ярового рапса.* Исследования проводились в 2019-2022 годах в ЕГУ им. И.А. Бунина. Повторность опыта четырёхкратная. Размер учётной делянки 50 м<sup>2</sup>.

В качестве органоминерального удобрения использовали специально приготовленный ферментированный компост. Для этого компостировали куриный подстилочный навоз в комплексе с микробиологическим препаратом Тамир (200 мл препарата на 1 т помёта). В состав Тамира входит вода, патока, соли гуминовых кислот, соли минеральные, комплекс бактерий, одноклеточные грибы.

Далее к гектарной норме ферментированного компоста, рассчитанной на разные уровни урожайности ярового рапса, добавляли 4,5 т природного цеолита и вносили в почву согласно схемы опыта: 1. Контроль; 2. Ферментированный компост 18,5 т/га; 3. Ферментированный компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га; 4. Ферментированный компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га; 5. Ферментированный компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га. Расчёт дозы внесения компоста представлен в таблице 5. Природные цеолиты использовали из Тербунского месторождения расположенного в Тербунском районе Липецкой области (рисунок 16).



Рисунок 16 – Месторождение цеолита с. Тербуны, Липецкая область

Таблица 5 – Расчёт дозы внесения ферментированного компоста на планируемый урожай семян ярового рапса

| №<br>п/п | Показатели   | урожай 2,5 т/га |                               |                  | урожай 3,0 т/га |                               |                  | урожай 3,5 т/га |                               |                  |
|----------|--|-----------------|-------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|
|          |  | N               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 1.       | Вынос питательных веществ на 1 т основной продукции с учётом побочной, кг        | 55              | 30                            | 50               | 55              | 30                            | 50               | 55              | 30                            | 50               |
| 2.       | Вынос питательных веществ на планируемый урожай, кг/га                           | 137,5           | 75                            | 125              | 165             | 90                            | 150              | 192,5           | 105                           | 175              |
| 3.       | Содержание подвижных питательных веществ в почве, мг/кг                          | 50              | 120                           | 150              | 50              | 120                           | 150              | 50              | 120                           | 150              |
| 4.       | Запасы подвижных питательных веществ в почве, кг/га                              | 150             | 360                           | 450              | 150             | 360                           | 450              | 150             | 360                           | 450              |
| 5.       | Коэффициенты использования питательных веществ, потребляемых растениями из почвы | 0,3             | 0,1                           | 0,15             | 0,3             | 0,1                           | 0,15             | 0,3             | 0,1                           | 0,15             |
| 6.       | Количество питательных веществ, потребляемых растениями из почвы, кг/га          | 45              | 36                            | 67,5             | 45              | 36                            | 67,5             | 45              | 36                            | 67,5             |
| 7.       | Дефицит элементов питания, кг/га   | 92,5            | 39                            | 57,5             | 120             | 54                            | 82,5             | 147,5           | 69                            | 107,5            |
| 8.       | Содержание элементов питания в ферментированном компосте, кг/т                   | 16,7            | 26,8                          | 14,7             | 16,7            | 26,8                          | 14,7             | 16,7            | 26,8                          | 14,7             |
| 9.       | Коэффициенты использования элементов питания из компоста                         | 0,3             | 0,35                          | 0,5              | 0,3             | 0,35                          | 0,5              | 0,3             | 0,35                          | 0,5              |
| 10.      | Количество элементов питания, потребляемых растениями из компоста, кг/т          | 5,01            | 9,38                          | 7,35             | 5,01            | 9,38                          | 7,35             | 5,01            | 9,38                          | 7,35             |
| 11.      | Доза ферментированного компоста для устранения дефицита элементов питания, т/га  | 18,5            | 4,2                           | 7,8              | 24,0            | 5,8                           | 11,2             | 29,5            | 7,4                           | 14,6             |
| 12.      | Доза компоста на планируемую урожайность, т/га                                   | 18,5            | -                             | -                | 24,0            | -                             | -                | 29,5            | -                             | -                |

Органические отходы в виде куриного подстилочного помёта использовали с птицефабрики ООО «Светлый путь» Елецкого района, Липецкой области.

*Опыт 4. Продуктивность ярового рапса в зависимости от предпосевной обработки семян и растений.* Исследования проводились в трёхфакторном опыте в 2014-2019 годах в условиях УОП ЕГУ им. И.А.Бунина. Повторность опыта четырёхкратная. Размер учётной делянки 50 м<sup>2</sup>.

Фактор А - предпосевная обработка семян микроудобрением Микромак, микробиологическими препаратами Азотовит и Фосфатовит.

Обработку семян проводили в соответствии со схемой: 1. Контроль (без обработки); 2. Микромак, 2 л/т; 3. Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т; 4. Микромак, 2 л/т + Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т. Расход рабочей жидкости 10 л/т.

Фактор В - опрыскивание препаратом Рэгги в процессе вегетации растений в соответствии со схемой опыта: 1. Рэгги, 1,2 л/га; 2. Микромак, 2 л/т + Рэгги, 1,2 л/га; 3. Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т + Рэгги, 1,2 л/га; 4. Микромак, 2 л/т + Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т + Рэгги, 1,2 л/га. Обработка Рэгги в фазе начала стеблевания, с нормой расхода рабочей жидкости 300 л/га.

Фактор С - исследование применения изучаемых в опыте препаратов на разных сортах ярового рапса отечественной селекции Риф и Форвард.

Характеристика используемых в опыте препаратов:

Рэгги, ВРК – регулятор роста растений, действующее вещество хлормекватхлорид (750 г/л). Первые годы опытов проводились с препаратом Ротацел, ВРК, действующее вещество хлормекватхлорид (750 г/л) (аналог Рэгги, ВРК).

Микромак – жидкое комплексное удобрение, которое в своём составе имеет заявленные производителем элементы (%): азот (N) - 4,8%, фосфор (P) - 0,9 %, калий (K) - 7,0%, магний (Mg) - 1,4%, сера (S) - 11,2%, железо (Fe) - 0,45%, бор (B) - 0,38%, молибден (Mo) - 0,58%, марганец (Mn) - 0,32%, медь (Cu) - 3,6%, цинк (Zn) - 3,3%, кобальт (Co) - 0,023%.

Азотовит – жидкое микробиологическое удобрение, в состав входят живые клетки бактерий *Beijerinckia fluminensis*, концентрация не менее 1 x 10<sup>5</sup> КОЕ/см<sup>3</sup>.

Фосфатовит – жидкое микробиологическое удобрение, в состав входят споры и живые клетки бактерий *Paenibacillus mucilaginosus*, концентрация не менее  $1,2 \times 10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

*Опыт 5. Урожайность и качество семян рапса в зависимости от сроков посева и агрохимикатов.* Проведение исследований осуществляли в двухфакторном опыте в 2016-2023 годах в ЕГУ им. И.А.Бунина.

Фактор А - обработка вегетирующих растений ярового рапса двукратно в фазу 3-4 листьев и бутонизации: 1. Контроль; 2. Яра Вита Брасситрел, 2кг/га; 3. Яра Вита Брасситрел, 2кг/га + Яра Вита Бортрак, 3 л/га; 4. Нутримикс, 2 кг/га; 5. Нутримикс, 2 кг/га + Яра Вита Бортрак, 3 л/га.

Фактор В - сроки посева 22-24 апреля, 2-4 мая, 12-14 мая. Сорт ярового рапса в опыте Риф. Повторность опыта четырёхкратная. Размер учётной делянки 25 м<sup>2</sup>.

Характеристика агрохимикатов в опыте:

Яра Вита Брасситрел (2кг/га) – полностью водорастворимое комплексное удобрение в форме порошка для листовых подкормок. В состав водорастворимого удобрения входят магний (Mg) – 5% (MgO – 8,5%), сера (S) – 11,5% (SO<sub>3</sub> – 28,75%), бор (B) – 8%, марганец (Mn) – 7%, молибден (Mo) – 0,4%. Расход рабочей жидкости – 200 л/га

Яра Вита Бортрак (3 л/га) – жидкое удобрение для листовых подкормок, в состав которого входят азот (N) – 4,7%, бор (B) – 10,9%. Расход рабочей жидкости – 200 л/га

Компо Нутримикс (2 кг/га) – водорастворимое удобрение для внекорневых подкормок зерновых культур, содержащее легкоусвояемые азот (N) – 7,6 %, серу (SO<sub>3</sub>) – 25,0 %, медь (Cu) – 3,0 %, марганец (Mn) – 4,0 %, цинк (Zn) – 3,0 % и молибден (Mo) – 0,04 %. Расход рабочего раствора – 200 л/га.

*Объект исследования.* Во всех опытах объектом исследования являлся яровой рапс сорта Риф. В опыте 4 изучались два сорта Риф и Форвард. Яровой рапс (*Brassica napus L. ssp. oleifera Metzg. annua*) относится к однолетним, травянистым растениям, роду Капуста (*Brassica L.*), семейству Капустные (*Brassicaceae Bens*).

Риф – сорт 00 типа. Устойчив к болезням, высокопродуктивный, с содержанием жира в семенах от 39 до 45%. Включён в Госреестр по Северо-Западному (2), Волго-Вятскому (4), Центрально-Чернозёмному (5), Средневолжскому (7), Уральскому (9) регионам.

Форвард – сорт 00 типа. Среднеспелый, высокоурожайный, характеризуется содержанием жира в семенах от 40,0 до 42,4%, включен в Госреестр по Волго-Вятскому (4), Центрально-Черноземному (5), Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам.

Норма высева семян ярового рапса в опытах составляла 2,0 млн. шт/га.

*Агротехнические мероприятия в опытах.* Предшественник в опытах озимая пшеница, ежегодно. В опытах в условиях хозяйства ИП ГКФХ Аринина Е.Ю. использовалось звено севооборота: картофель ранний – озимая пшеница – яровой рапс, а в УОП ЕГУ им. И.А. Бунина: горох – озимая пшеница – яровой рапс. Технологию возделывания ярового рапса осуществляли в соответствии с зональными рекомендациями [176, 262].

После уборки предшественника проводили дискование БДМ-6х4ПМ + John Deere. Транспортировку и внесение грибного грунта, отходов птицефабрики, цеолита осуществляли перед вспашкой Haws DST 20-SW в агрегате с John Deere (рисунок 17). Вспашку проводили на глубину 20-22 см плугом ПТК-9-35+ К-744р2.



а)



б)

Рисунок 17 – Сельскохозяйственная техника для внесения дефеката:

а) Haws DST 20-SW; б) внесение дефеката в полевых условиях

Весной осуществляли раннее весеннее боронование СГА-21 + БЗТС-1,0 + Claas Axion в два следа с последующей культивацией КТП-9,4 в агрегате с Claas Axion на глубину 12-14 см.

На вариантах, где изучалась глубина внесения дефеката 20 см после его внесения Hawe DST 20-SW, обработку осуществляли плугом ПТК-9-35, а на вариантах с глубиной внесения дефеката 10 см проводили культивацию КТП-9,4.

Предпосевную культивацию осуществляли на глубину 2-4 см, под которую вносили удобрения (аммиачную селитру, суперфосфат, калийную соль) согласно схемам опытов РУМ-8+МТЗ-1221.

Высевали рапс сеялкой СФС-2 (опыты 3, 4, 5) и СПУ-6 (1, 2) в агрегате с МТЗ-1221 на глубину 2 см с последующим прикатыванием ЗККШ-6А (рисунок 18). Опрыскивание пестицидами и агрохимикатами осуществляли ОП-2000, ОПШ-15-01 и ранцевым опрыскивателем согласно схемам опыта.



а)



б)

Рисунок 18 – Посев опытного ярового рапса в различных исследованиях:

а) МТЗ 82.1 + СФС-2; б) МТЗ 82.1 + СПУ-6

В фазе 3-4 листьев ярового рапса проводили обработку гербицидом Лонтрел 300. Против крестоцветной блошки, рапсового цветоеда и других вредителей обрабатывали инсектицидами Децис эксперт 0,1 л/га и Борей Нео 0,15 л/га. Против болезней рапса работали фунгицидом Амистар экстра 0,8 л/га. Расход рабочей

жидкости пестицидов 200-300 л/га. Уборку проводили прямым комбайнированием при полной спелости семян Terrion-Sampo SR2010 и CLAAS (приложение P).

*Методика наблюдений и исследований.* Закладку полевых опытов (рисунок 19 а, приложение Н) проводили согласно общепринятым методикам, рекомендациям и ГОСТам [1-6, 127, 128, 239, 262, 308]. В исследованиях использовали пестициды и агрохимикаты, руководствовались официальной справочной информацией и «Списком пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению в Российской Федерации» [371, 372].

Перед закладкой опыта проводился отбор почвенных образцов на агрохимический анализ: в горизонте 0-20 для определения гумуса, рН,  $P_2O_5$ , Нг,  $K_2O$ . Фосфор и калий определяли по Чирикову, гумус – по Тюрину, рН солевой вытяжки – по методу ЦИНАО, гидролитическую кислотность – по Каппену [232, 431]. Почвенные анализы выполняли в научно-исследовательской агрохимической лаборатории агропромышленного института ЕГУ им. И.А. Бунина [243, 254, 263, 265, 321, 334, 339].

Плотность почвы определяли методом цилиндров. Объём цилиндра  $200\text{ см}^3$ . Отбр образцов осуществляли в трёхкратной повторности послойно через 10 см до глубины 30 см. Сроки определения: перед посевом и перед уборкой.

Влажность почвы определяли методом термостатного высушивания. Отбор образцов осуществляли одновременно с отбором на плотность в тех же слоях.

Кислотность почвы анализировали с помощью лабораторного рН-метра в трёхкратной повторности. Определяли кислотность перед посевом рапса.

Биологическую активность почвы оценивали методом разложения льняного полотна. Плотность полотна  $200\text{ г/м}^2$ . Размер образца  $10\times 30\text{ см}$ , площадь  $300\text{ см}^2$ . Образцы закладывались после посева на стекле вертикально, изымались из почвы перед уборкой. Повторность трёхкратная.

Для оценки засорённости посевов использовали количественный метод. Площадь рамки  $0,25\text{ м}^2$  ( $25\times 100\text{ см}$ ). Повторность десятикратная. Сроки определения: по всходам и перед уборкой ярового рапса.

Микроструктура адаксиальной и абаксиальной поверхностей листьев, количество и размер устьиц были определены с помощью аналитического электронного микроскопа “EVO 50 XVP” в лаборатории физиологии и биохимии растений ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства». Для изучения морфологии абаксиальной и адаксиальной поверхности листа были взяты срезы размером 5 мм × 5 мм слева и справа от центральных средних ребер 10 листьев и помещены на углеродный скотч, установленный на столе для микроскопа. Поперечные сечения листьев имели толщину 0,5–1 мм и были закреплены на клеящей основе. Листья не подвергались предварительной обработке, поскольку микроскопия проводилась в условиях низкого вакуума (60 Па) и деформация поперечных срезов не была значительной [266].

Содержания пигментов в листьях рапса определяли с помощью фотоэлектроколориметра, растительные образцы отбирали с 11 до 14 часов (рисунок 19 б) [290]. Определение микроэлементов растений ярового рапса проводили атомно-абсорбционным методом на приборе спектрофотометр «Спектр-5», в пламени ацетилен-воздух [330].



а



б

Рисунок 19 – Опытные участки ярового рапса (а) и измерение биометрических показателей (б)

Определение показателей фотосинтетической деятельности растений в посевах: площадь листьев (программа AreaS 2.1), фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза по методике Ничипоровича А.А. [290].

Определение качества масла осуществляли в научно-исследовательской агрохимической лаборатории ЕГУ им. И.А. Бунина, а также в лабораториях завода по производству растительного масла ООО «Альтаир» Долгоруковского района, Липецкой области [264].

Учёт урожая ярового рапса проводили сплошным методом по всем вариантам и повторениям комбайнами Terrion-Sampo SR2010 с шириной захвата 2 м и CLAAS, а так же уборкой снопов вручную и обмолачивая их на молотилке - терке пучковой универсальной МТПУ-500 (приложение О). Данные по урожайности обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б.А.Доспехову и в программном продукте «Statistica» [127, 128].

### ГЛАВА 3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЕФЕКТА, ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ В ТЕХНОЛОГИИ РАПСА

#### 3.1. Свойства почвы в зависимости от комплексного применения дефектата, доз минеральных удобрений и биологических препаратов

В наших исследованиях изучение было направлено на свойства выщелоченного тяжелосуглинистого чернозёма, которые в наибольшей степени зависели от изменения изучаемых в полевом опыте вариантов и технологий, используемых при возделывании ярового рапса.

Поскольку фактор А предусматривал различные по интенсивности и глубине дозы, а фактор В – сроки и способы заделки дефектата и минеральных удобрений в почву, основными, для изучения свойствами почвы были определены влажность и плотность. Кроме того, известные мелиоративные свойства дефектата, существенно снижающие кислотность почвы, вызвали необходимость изучения указанного показателя.

Результаты исследования указанных выше почвенных свойств в многофакторном полевом опыте представлены в таблицах 6-7 и на рисунках 20-22.

Плотность почвы является весьма динамичным показателем. После проведения предпосевной механической обработки плотность обрабатываемого слоя уменьшается в зависимости от интенсивности и глубины.

В наших исследованиях плотность пахотного слоя (0-20 см) находилась, в основном, в пределах 1,25 - 1,30 г/см<sup>3</sup>, плотность же верхнего слоя (0-10 см) снижалась до 1,20 г/см<sup>3</sup>. Плотность подпахотного слоя (20-30 см) почвы в разные годы находилась в пределах от 1,25 г/см<sup>3</sup> до 1,36 г/см<sup>3</sup>, а средний за 4 года исследований интервал составил 1,28 – 1,34 г/см<sup>3</sup>. Различия в значениях плотности слоёв выщелоченного тяжелосуглинистого чернозёма по изучаемым в полевом опыте факторам незначительны и позволяют говорить об определённых направлениях изменчивости, фиксируя лишь векторы выявленных закономерностей.

Изучая средние показатели плотности почвы за 4 года было установлено, что на вариантах по фактору А они в основном зависели от глубины заделки.

Таблица 6 – Плотность почвы в зависимости от вариантов опыта, г/см<sup>3</sup>

| Фактор А<br>(доза)   | Фактор В<br>(срок) | Фактор С<br>(препарат) | Слой<br>почвы, см | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Сред-<br>нее |
|--|--------------------|------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|--------------|
| 1  | 2                  | 3                      | 4                 | 5       | 6       | 7       | 8       | 9            |
| 6,3 т/га дефекат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5 т/га)       | весна              | Без<br>обработки       | 0 – 10            | 1,28    | 1,25    | 1,27    | 1,28    | 1,27         |
|  |                    |                        | 10 – 20           | 1,34    | 1,29    | 1,31    | 1,31    | 1,31         |
|  |                    |                        | 20 – 30           | 1,35    | 1,30    | 1,31    | 1,32    | 1,32         |
|  |                    | БСка-3                 | 0 – 10            | 1,29    | 1,24    | 1,28    | 1,29    | 1,28         |
|  |                    |                        | 10 – 20           | 1,34    | 1,30    | 1,31    | 1,33    | 1,32         |
|  |                    |                        | 20 – 30           | 1,36    | 1,32    | 1,33    | 1,34    | 1,34         |
|  | Экстрасол          | 0 – 10                 | 1,29              | 1,23    | 1,25    | 1,28    | 1,26    |              |
|  |                    | 10 – 20                | 1,33              | 1,29    | 1,31    | 1,33    | 1,31    |              |
|  |                    | 20 – 30                | 1,35              | 1,30    | 1,33    | 1,34    | 1,33    |              |
|  | осень              | Без<br>обработки       | 0 – 10            | 1,30    | 1,29    | 1,28    | 1,30    | 1,29         |
|  |                    |                        | 10 – 20           | 1,35    | 1,31    | 1,32    | 1,34    | 1,33         |
|  |                    |                        | 20 – 30           | 1,35    | 1,32    | 1,33    | 1,35    | 1,34         |
| БСка-3   |                    | 0 – 10                 | 1,30              | 1,24    | 1,29    | 1,29    | 1,28    |              |
|  |                    | 10 – 20                | 1,35              | 1,28    | 1,31    | 1,33    | 1,32    |              |
|  |                    | 20 – 30                | 1,36              | 1,30    | 1,31    | 1,34    | 1,33    |              |
| Экстрасол  | 0 – 10             | 1,29                   | 1,25              | 1,26    | 1,30    | 1,28    |         |              |
|  | 10 – 20            | 1,34                   | 1,29              | 1,32    | 1,32    | 1,32    |         |              |
|  | 20 – 30            | 1,36                   | 1,29              | 1,33    | 1,34    | 1,33    |         |              |
| 12,6 т/га дефе-<br>кат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5 т/га) | весна              | Без<br>обработки       | 0 – 10            | 1,25    | 1,20    | 1,22    | 1,24    | 1,23         |
|  |                    |                        | 10 – 20           | 1,28    | 1,24    | 1,24    | 1,26    | 1,25         |
|  |                    |                        | 20 – 30           | 1,31    | 1,27    | 1,28    | 1,30    | 1,29         |
|  |                    | БСка-3                 | 0 – 10            | 1,23    | 1,20    | 1,21    | 1,23    | 1,22         |
|  |                    |                        | 10 – 20           | 1,27    | 1,22    | 1,23    | 1,24    | 1,24         |
|  |                    |                        | 20 – 30           | 1,33    | 1,27    | 1,29    | 1,31    | 1,30         |
|  | Экстрасол          | 0 – 10                 | 1,24              | 1,18    | 1,21    | 1,21    | 1,21    |              |
|  |                    | 10 – 20                | 1,28              | 1,22    | 1,25    | 1,27    | 1,25    |              |
|  |                    | 20 – 30                | 1,30              | 1,25    | 1,27    | 1,29    | 1,28    |              |
|  | осень              | Без<br>обработки       | 0 – 10            | 1,26    | 1,19    | 1,20    | 1,25    | 1,23         |
|  |                    |                        | 10 – 20           | 1,30    | 1,25    | 1,25    | 1,29    | 1,27         |
|  |                    |                        | 20 – 30           | 1,31    | 1,27    | 1,27    | 1,30    | 1,29         |
| БСка-3   |                    | 0 – 10                 | 1,26              | 1,21    | 1,22    | 1,23    | 1,23    |              |
|  |                    | 10 – 20                | 1,31              | 1,25    | 1,26    | 1,30    | 1,28    |              |
|  |                    | 20 – 30                | 1,32              | 1,28    | 1,30    | 1,31    | 1,30    |              |
| Экстрасол  | 0 – 10             | 1,24                   | 1,20              | 1,21    | 1,23    | 1,22    |         |              |
|  | 10 – 20            | 1,29                   | 1,24              | 1,25    | 1,28    | 1,27    |         |              |
|  | 20 – 30            | 1,32                   | 1,26              | 1,27    | 1,31    | 1,29    |         |              |

Продолжение таблицы 6

| 1   | 2         | 3                | 4       | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|---|-----------|------------------|---------|------|------|------|------|------|
| 6,3 т/га дефекат<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5 т/га)    | весна     | Без<br>обработки | 0 – 10  | 1,27 | 1,21 | 1,22 | 1,25 | 1,24 |
|   |           |                  | 10 – 20 | 1,33 | 1,27 | 1,30 | 1,30 | 1,30 |
|   |           |                  | 20 – 30 | 1,34 | 1,30 | 1,31 | 1,32 | 1,32 |
|   |           | БСка-3           | 0 – 10  | 1,27 | 1,21 | 1,22 | 1,23 | 1,24 |
|   |           |                  | 10 – 20 | 1,34 | 1,29 | 1,30 | 1,30 | 1,30 |
|   |           |                  | 20 – 30 | 1,35 | 1,30 | 1,32 | 1,34 | 1,33 |
|   | Экстрасол | 0 – 10           | 1,26    | 1,23 | 1,23 | 1,25 | 1,24 |      |
|   |           | 10 – 20          | 1,33    | 1,29 | 1,30 | 1,32 | 1,31 |      |
|   |           | 20 – 30          | 1,35    | 1,30 | 1,31 | 1,33 | 1,32 |      |
|   | осень     | Без<br>обработки | 0 – 10  | 1,30 | 1,22 | 1,23 | 1,26 | 1,25 |
|   |           |                  | 10 – 20 | 1,34 | 1,30 | 1,31 | 1,33 | 1,32 |
|   |           |                  | 20 – 30 | 1,36 | 1,32 | 1,33 | 1,35 | 1,34 |
| БСка-3  |           | 0 – 10           | 1,28    | 1,22 | 1,22 | 1,24 | 1,24 |      |
|   |           | 10 – 20          | 1,34    | 1,30 | 1,32 | 1,34 | 1,32 |      |
|   |           | 20 – 30          | 1,36    | 1,31 | 1,34 | 1,36 | 1,34 |      |
| Экстрасол   | 0 – 10    | 1,29             | 1,21    | 1,21 | 1,28 | 1,25 |      |      |
|   | 10 – 20   | 1,35             | 1,31    | 1,32 | 1,34 | 1,33 |      |      |
|   | 20 – 30   | 1,38             | 1,32    | 1,33 | 1,37 | 1,35 |      |      |
| 12,6 т/га дефе-<br>кат N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5 т/га) | весна     | Без<br>обработки | 0 – 10  | 1,23 | 1,18 | 1,17 | 1,21 | 1,20 |
|   |           |                  | 10 – 20 | 1,27 | 1,22 | 1,22 | 1,26 | 1,24 |
|   |           |                  | 20 – 30 | 1,31 | 1,25 | 1,27 | 1,30 | 1,28 |
|   |           | БСка-3           | 0 – 10  | 1,24 | 1,20 | 1,21 | 1,23 | 1,22 |
|   |           |                  | 10 – 20 | 1,26 | 1,22 | 1,24 | 1,25 | 1,24 |
|   |           |                  | 20 – 30 | 1,30 | 1,26 | 1,27 | 1,30 | 1,28 |
|   | Экстрасол | 0 – 10           | 1,23    | 1,17 | 1,18 | 1,23 | 1,20 |      |
|   |           | 10 – 20          | 1,26    | 1,21 | 1,22 | 1,25 | 1,24 |      |
|   |           | 20 – 30          | 1,32    | 1,26 | 1,27 | 1,30 | 1,29 |      |
|   | осень     | Без<br>обработки | 0 – 10  | 1,24 | 1,22 | 1,22 | 1,24 | 1,23 |
|   |           |                  | 10 – 20 | 1,26 | 1,24 | 1,23 | 1,26 | 1,25 |
|   |           |                  | 20 – 30 | 1,31 | 1,26 | 1,26 | 1,30 | 1,29 |
| БСка-3  |           | 0 – 10           | 1,27    | 1,20 | 1,23 | 1,26 | 1,24 |      |
|   |           | 10 – 20          | 1,29    | 1,24 | 1,25 | 1,27 | 1,26 |      |
|   |           | 20 – 30          | 1,31    | 1,26 | 1,27 | 1,29 | 1,28 |      |
| Экстрасол   | 0 – 10    | 1,23             | 1,21    | 1,21 | 1,22 | 1,22 |      |      |
|   | 10 – 20   | 1,28             | 1,23    | 1,25 | 1,25 | 1,25 |      |      |
|   | 20 – 30   | 1,32             | 1,25    | 1,26 | 1,31 | 1,29 |      |      |

Наименьшую плотность 1,22 г/см<sup>3</sup> фиксировали в верхнем слое почвы (0-10 см) отмечена на вариантах А2 и А4, где дефекат и минеральные удобрения заделывались на глубину до 20 см. Плотность этого же слоя на варианте А1 (контроль) составила 1,28 г/см<sup>3</sup>; варианте А3 – 1,24 г/см<sup>3</sup> (заделка на глубину до 10 см). Подобные тенденции сохранились и для слоя 10-20 см: варианты А1 и А3 по-

казали среднюю плотность  $1,32 \text{ г/см}^3$ , вариант А2 –  $1,26 \text{ г/см}^3$  и вариант А4 –  $1,25 \text{ г/см}^3$ .

Плотность подпахотного (20-30 см) слоя была в среднем несколько выше, чем в слоях пахотного, однако, полностью подтвердили отмеченный вектор изменений. По вариантам А1 и А3 средняя плотность составила  $1,33 \text{ г/см}^3$ ; по вариантам с более глубокой заделкой дефеката и минеральных удобрений А2 и А4 –  $1,29 \text{ г/см}^3$ . Для большей наглядности на рисунке 2 мы усреднили значения по слоям 0-10 и 10-20 см, объединив их в единый показатель пахотного слоя (0-20 см). Видно, что наименьшая плотность пахотного слоя  $1,23 \text{ г/см}^3$  сложилась на варианте А4 (внесение  $12,6 \text{ т/га}$  дефеката и  $\text{N}_{140}\text{P}_{70}\text{K}_{100}$  на планируемую урожайность ярового рапса  $3,5 \text{ т/га}$  на глубину до 20 см).

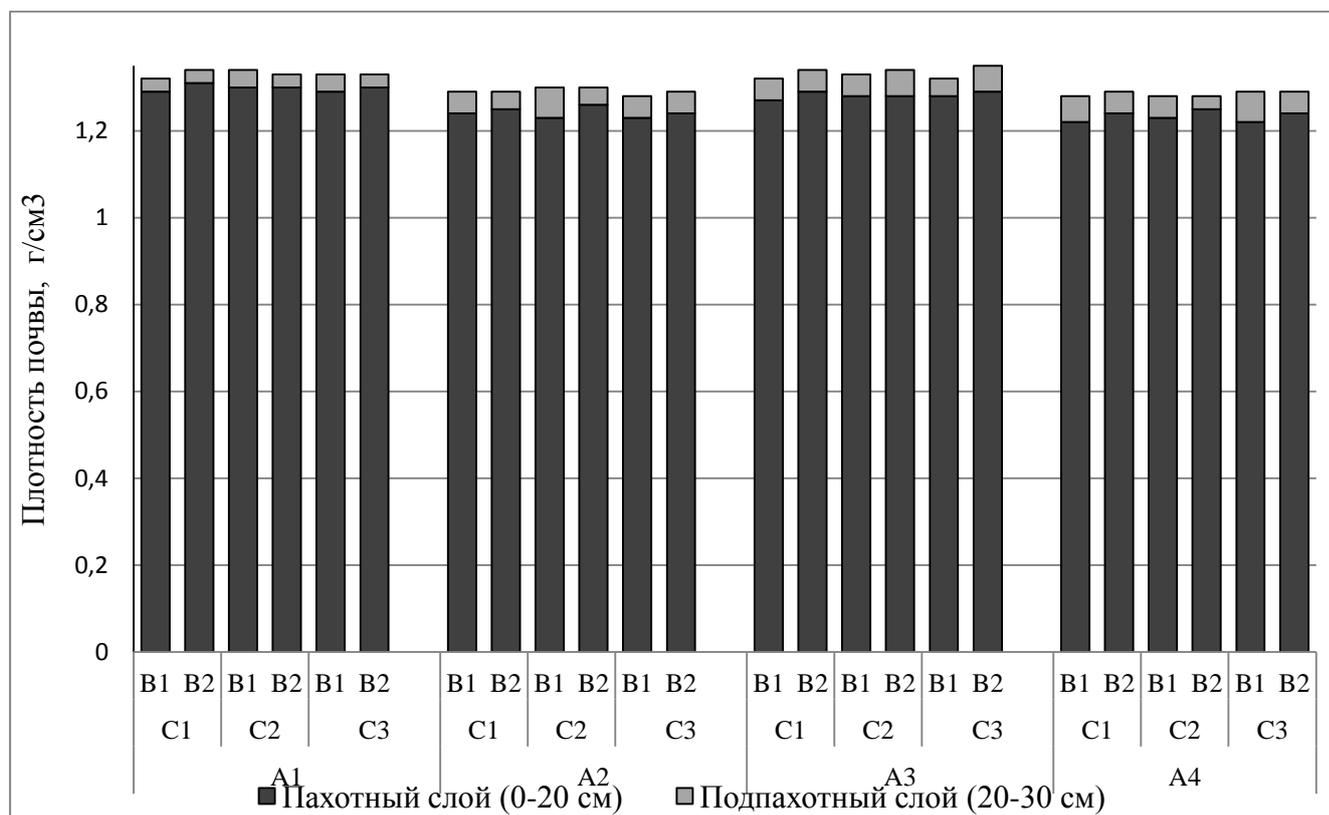


Рисунок 20 – Плотность почвы в опыте ( $\text{г/см}^3$ ), среднее 2018-2021 гг.

По фактору В (срок внесения дефеката и минеральных удобрений) различия между вариантами ещё меньше. В среднем за 4 года исследований плотность в слое 0-10 см по варианту В<sub>1</sub> (внесение весной под предпосевную обработку почвы) составила  $1,23 \text{ г/см}^3$ , по варианту В<sub>2</sub> (внесение осенью под основную обработку почвы) –  $1,25 \text{ г/см}^3$ . В слое 10-20 см плотность была соответственно 1,28 и

1,29 г/см<sup>3</sup>, а в подпахотном слое (20-30 см) практически выровнялась, достигнув показателя 1,31 г/см<sup>3</sup>.

Варианты по фактору с обработкой семян рапса биологическими препаратами (С) практически не повлияли на изменение плотности слоёв почвы, показав везде в среднем за 4 года исследований одинаковые значения: в слое 0-10 см – 1,24 г/см<sup>3</sup>; в слое 10-20 см – 1,29 г/см<sup>3</sup> и в слое 20-30 см – 1,31 г/см<sup>3</sup>. Влажность выщелоченного тяжелосуглинистого чернозёма в многофакторном полевом опыте изменялась по направлениям, отмеченным при анализе показателей плотности различных слоёв почвы.

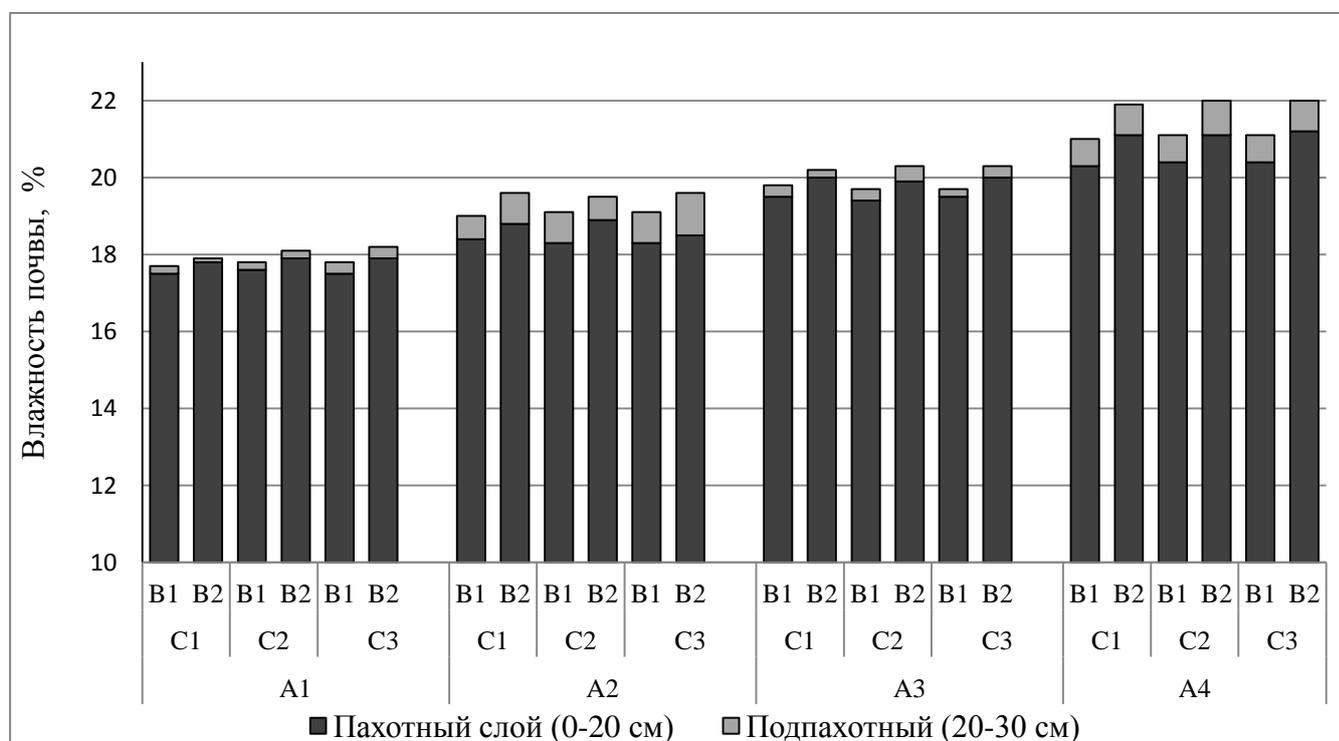


Рисунок 21 – Влажность почвы в опыте (%), среднее 2018-2021 гг.

Наиболее значимым во влиянии на изменение влажности выщелоченного тяжелосуглинистого чернозёма по вариантам оказался фактор доза и глубина внесения дефеката и минеральных удобрений (А).

В верхнем слое (0-10 см) при сравнении с контрольным вариантом А1 (средняя за 4 года исследований влажность почвы 17,5%) каждый следующий по интенсивности вариант давал прибавку влажности около 1%: на варианте А2 средняя влажность 18,5%; вариант А3 – 19,6% и вариант А4 – 20,7%. В слое 10-20

см показатели влажности почвы лежали в пределах от 17,9% (вариант А1) до 20,8% (вариант А4).

Установлено, что влажность в слое почвы 20-30 см всегда была несколько выше, чем пахотного и имела соответствующие пределы – от 18,0% до 21,5%.

Таблица 7 – Кислотность почвы в зависимости от вариантов опыта, рН

| Фактор А<br>(доза)   | Фактор В<br>(срок) | Фактор С<br>(препарат) | Слой<br>почвы, см | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Сред-<br>нее |
|--|--------------------|------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|--------------|
| 1  | 2                  | 3                      | 4                 | 5       | 6       | 7       | 8       | 9            |
| Вариант А1 –<br>6,3 т/га дефека-<br>т<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5 т/га)  | весна              | Без<br>обработки       | 0 – 10            | 6,8     | 6,7     | 6,9     | 6,7     | 6,76         |
|  |                    |                        | 10 – 20           | 6,0     | 6,0     | 6,1     | 6,1     | 6,05         |
|  |                    |                        | 20 – 30           | 5,3     | 5,2     | 5,3     | 5,3     | 5,28         |
|  |                    | БСка-3                 | 0 – 10            | 6,7     | 6,9     | 6,8     | 6,8     | 6,80         |
|  |                    |                        | 10 – 20           | 6,0     | 6,1     | 6,1     | 6,0     | 6,05         |
|  |                    |                        | 20 – 30           | 5,2     | 5,3     | 5,3     | 5,2     | 5,25         |
|  | Экстрасол          | 0 – 10                 | 6,8               | 6,8     | 6,8     | 6,7     | 6,78    |              |
|  |                    | 10 – 20                | 6,1               | 6,0     | 6,0     | 6,0     | 6,03    |              |
|  |                    | 20 – 30                | 5,2               | 5,3     | 5,2     | 5,2     | 5,23    |              |
|  | осень              | Без<br>обработки       | 0 – 10            | 6,8     | 6,7     | 6,8     | 6,9     | 6,80         |
|  |                    |                        | 10 – 20           | 6,2     | 6,1     | 6,2     | 6,2     | 6,18         |
|  |                    |                        | 20 – 30           | 5,4     | 5,3     | 5,2     | 5,2     | 5,28         |
| БСка-3   |                    | 0 – 10                 | 6,9               | 6,9     | 6,7     | 6,6     | 6,78    |              |
|  |                    | 10 – 20                | 6,3               | 6,2     | 6,0     | 6,2     | 6,18    |              |
|  |                    | 20 – 30                | 5,3               | 5,2     | 5,3     | 5,3     | 5,28    |              |
| Экстрасол  | 0 – 10             | 6,9                    | 6,9               | 6,8     | 6,7     | 6,83    |         |              |
|  | 10 – 20            | 6,1                    | 6,1               | 6,0     | 6,1     | 6,08    |         |              |
|  | 20 – 30            | 5,2                    | 5,4               | 5,3     | 5,3     | 5,30    |         |              |
| Вариант А2 –<br>12,6 т/га дефе-<br>кат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5 т/га) | весна              | Без<br>обработки       | 0 – 10            | 6,7     | 6,8     | 6,8     | 6,9     | 6,80         |
|  |                    |                        | 10 – 20           | 6,7     | 6,7     | 6,8     | 6,7     | 6,73         |
|  |                    |                        | 20 – 30           | 5,8     | 5,7     | 5,8     | 5,8     | 5,78         |
|  |                    | БСка-3                 | 0 – 10            | 6,9     | 6,9     | 6,7     | 6,8     | 6,83         |
|  |                    |                        | 10 – 20           | 6,9     | 6,7     | 6,7     | 6,7     | 6,75         |
|  |                    |                        | 20 – 30           | 5,9     | 5,8     | 5,8     | 5,7     | 5,80         |
|  | Экстрасол          | 0 – 10                 | 6,8               | 6,7     | 6,7     | 6,9     | 6,78    |              |
|  |                    | 10 – 20                | 6,8               | 6,7     | 6,6     | 6,7     | 6,70    |              |
|  |                    | 20 – 30                | 5,7               | 5,8     | 5,7     | 5,8     | 5,75    |              |
|  | осень              | Без<br>обработки       | 0 – 10            | 6,8     | 6,8     | 6,7     | 6,8     | 6,78         |
|  |                    |                        | 10 – 20           | 6,7     | 6,8     | 6,6     | 6,8     | 6,73         |
|  |                    |                        | 20 – 30           | 5,9     | 5,9     | 6,0     | 5,8     | 5,90         |
| БСка-3   |                    | 0 – 10                 | 6,8               | 6,9     | 6,8     | 6,7     | 6,80    |              |
|  |                    | 10 – 20                | 6,7               | 6,7     | 6,8     | 6,7     | 6,73    |              |
|  |                    | 20 – 30                | 5,9               | 5,8     | 5,9     | 5,8     | 5,85    |              |
| Экстрасол  | 0 – 10             | 6,8                    | 6,8               | 6,9     | 6,9     | 6,85    |         |              |
|  | 10 – 20            | 6,8                    | 6,7               | 6,9     | 6,8     | 6,80    |         |              |
|  | 20 – 30            | 5,8                    | 5,8               | 5,7     | 5,8     | 5,78    |         |              |

Продолжение таблицы 7

| 1   | 2         | 3                | 4       | 5   | 6   | 7    | 8    | 9    |
|---|-----------|------------------|---------|-----|-----|------|------|------|
| Вариант А3 –<br>6,3 т/га дефека-<br>т N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5 т/га)  | весна     | Без<br>обработки | 0 – 10  | 6,7 | 6,6 | 6,7  | 6,6  | 6,65 |
|   |           |                  | 10 – 20 | 6,3 | 6,4 | 6,2  | 6,3  | 6,30 |
|   |           |                  | 20 – 30 | 5,4 | 5,4 | 5,3  | 5,4  | 5,38 |
|   |           | БСка-3           | 0 – 10  | 6,7 | 6,9 | 6,7  | 6,7  | 6,75 |
|   |           |                  | 10 – 20 | 6,1 | 6,2 | 6,2  | 6,3  | 6,20 |
|   |           |                  | 20 – 30 | 5,3 | 5,3 | 5,4  | 5,4  | 5,35 |
|   | Экстрасол | 0 – 10           | 6,7     | 6,7 | 6,8 | 6,7  | 6,73 |      |
|   |           | 10 – 20          | 6,1     | 6,3 | 6,0 | 6,1  | 6,13 |      |
|   |           | 20 – 30          | 5,3     | 5,3 | 5,4 | 5,3  | 5,33 |      |
|   | осень     | Без<br>обработки | 0 – 10  | 6,8 | 6,8 | 6,7  | 6,7  | 6,75 |
|   |           |                  | 10 – 20 | 6,3 | 6,1 | 6,2  | 6,1  | 6,18 |
|   |           |                  | 20 – 30 | 5,4 | 5,3 | 5,4  | 5,3  | 5,35 |
| БСка-3  |           | 0 – 10           | 6,7     | 6,8 | 6,9 | 6,8  | 6,80 |      |
|   |           | 10 – 20          | 6,2     | 6,3 | 6,3 | 6,2  | 6,25 |      |
|   |           | 20 – 30          | 5,4     | 5,3 | 5,4 | 5,3  | 5,35 |      |
| Экстрасол   | 0 – 10    | 6,7              | 6,7     | 6,8 | 6,8 | 6,75 |      |      |
|   | 10 – 20   | 6,1              | 6,2     | 6,2 | 6,1 | 6,15 |      |      |
|   | 20 – 30   | 5,4              | 5,4     | 5,3 | 5,4 | 5,38 |      |      |
| Вариант А4 –<br>12,6 т/га дефе-<br>кат N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5 т/га) | весна     | Без<br>обработки | 0 – 10  | 6,9 | 7,0 | 6,9  | 6,9  | 6,93 |
|   |           |                  | 10 – 20 | 6,9 | 6,8 | 6,8  | 6,7  | 6,80 |
|   |           |                  | 20 – 30 | 5,8 | 5,8 | 5,9  | 5,9  | 5,85 |
|   |           | БСка-3           | 0 – 10  | 6,8 | 6,9 | 6,9  | 6,9  | 6,88 |
|   |           |                  | 10 – 20 | 6,8 | 6,9 | 6,9  | 6,8  | 6,85 |
|   |           |                  | 20 – 30 | 5,8 | 5,9 | 5,8  | 5,9  | 5,85 |
|   | Экстрасол | 0 – 10           | 6,8     | 6,8 | 6,9 | 6,9  | 6,85 |      |
|   |           | 10 – 20          | 6,7     | 6,8 | 6,8 | 6,9  | 6,80 |      |
|   |           | 20 – 30          | 5,8     | 5,8 | 5,9 | 5,8  | 5,83 |      |
|   | осень     | Без<br>обработки | 0 – 10  | 6,9 | 6,8 | 7,0  | 6,8  | 6,88 |
|   |           |                  | 10 – 20 | 6,9 | 6,8 | 6,8  | 6,7  | 6,80 |
|   |           |                  | 20 – 30 | 6,0 | 6,0 | 5,9  | 5,9  | 5,95 |
| БСка-3  |           | 0 – 10           | 6,9     | 7,0 | 6,8 | 6,9  | 6,90 |      |
|   |           | 10 – 20          | 6,8     | 6,8 | 6,8 | 6,9  | 6,83 |      |
|   |           | 20 – 30          | 5,9     | 5,8 | 6,0 | 5,9  | 5,90 |      |
| Экстрасол   | 0 – 10    | 6,9              | 7,0     | 6,9 | 6,9 | 6,93 |      |      |
|   | 10 – 20   | 6,8              | 6,9     | 6,9 | 6,9 | 6,88 |      |      |
|   | 20 – 30   | 5,9              | 6,0     | 6,0 | 6,0 | 5,98 |      |      |

Весьма незначительными различия были между вариантами связанными со сроками внесения дефеката и минеральных удобрений (фактор В) – около 0,5%. Влажность почвы в среднем по слоям составила на варианте при весеннем внесении (В1) в пахотном слое 18,9% и 19,4% в подпахотном; на варианте с осенним внесением (В2) данный показатель составил соответственно 19,5% и 20,0%. Су-

ществленных различий во влажности по слоям почвы на вариантах связанных с обработкой семян рапса биологическими препаратами (факто С) не выявлено. Кислотность почвы во все годы исследований существенно изменялась лишь в тех слоях, куда вносили дефекаат и минеральные удобрения.

По фактору А (доза и глубина внесения дефекаата и минеральных удобрений) на вариантах А1 и А3, где дефекаат вносили на глубину до 10 см, показатель рН в слое внесения составил в среднем за 4 года исследований 6,7 – 6,8. В среднем по пахотному слою (0-20 см) – 6,5, поскольку во втором слое (10-20 см) кислотность изменялась лишь за счёт вертикального стока части мелиоранта. Показатель рН в слое 10-20 см составил на варианте А1 (6,3 т/га дефекаата и  $N_{90}P_{40}K_{50}$ ) 6,1 и на варианте А3 (6,3 т/га дефекаата и  $N_{140}P_{70}K_{100}$ ) – 6,2. Следует отметить, что и в подпахотном слое (20-30 см) отмечено частичное проникновение дефекаата из вышележащих слоёв. На контрольном варианте А1 и варианте А3 (внесение 6,3 т/га дефекаата и различные дозы минеральных удобрений на глубину до 10 см) показатель рН соответственно был 5,3 и 5,4 (практически не изменился), а на вариантах А2 и А4, где 12,6 т/га дефекаата и различные дозы минеральных удобрений вносили на глубину до 20 см, показатель кислотности был значительно выше – 5,8 и 5,9.

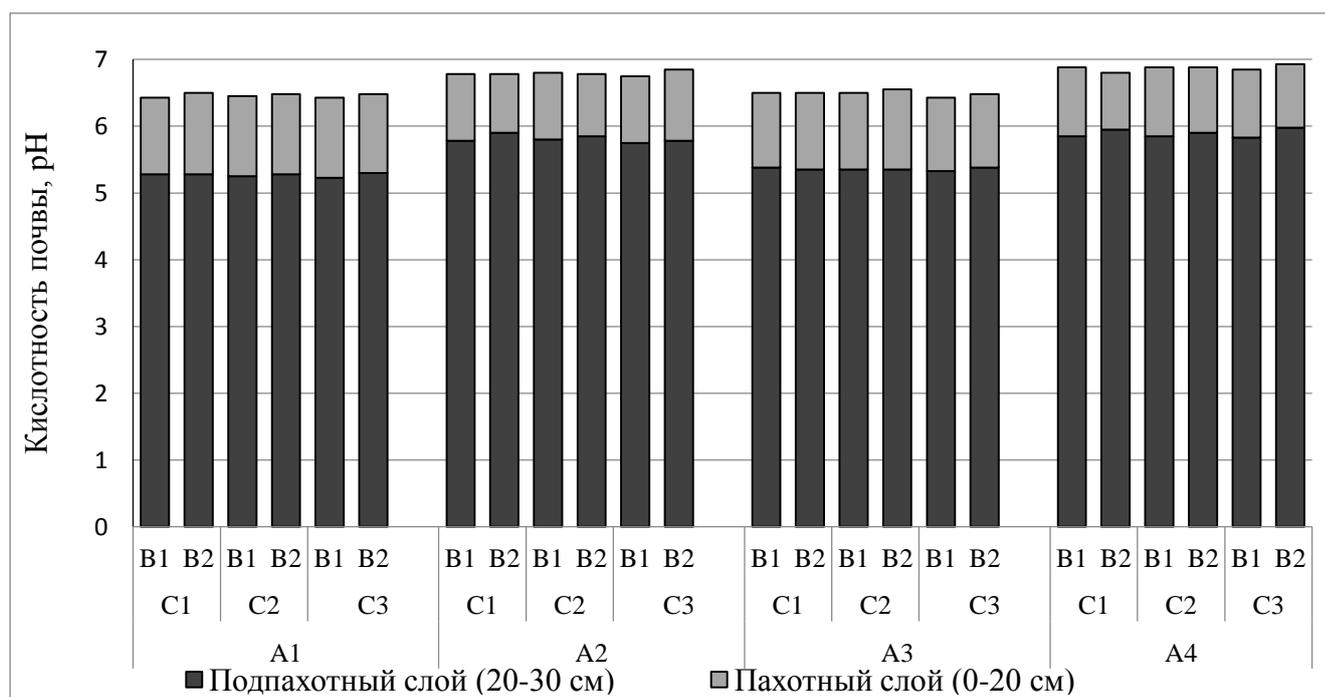


Рисунок 22 – Кислотность почвы в опыте (рН), среднее 2018-2021гг.

В зависимости от срока внесения дефеката и минеральных удобрений (фактор В) различия кислотности по вариантам во всех слоях являлись незначительными (в пределах 1%), что позволяет говорить лишь о предпочтительном внесении дефеката и минеральных удобрений осенью под основную обработку почвы.

Существенных различий в показателях кислотности по вариантам фактора С в наших исследованиях не выявлено.

Нами был проведён корреляционно-регрессионный анализ урожайности рапса и изучаемых почвенных свойств.

Поскольку плотность и влажность почвы являются сильно сопряжёнными свойствами, мы посчитали возможным провести анализ не только линейной зависимости урожайности от означенных показателей, но и анализ множественной корреляционно-регрессионной связи трёх переменных. В результате были получены коэффициенты линейной и множественной корреляции, а также соответствующие уравнения регрессии.

Заданные переменные:  $x$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;  $y$  – урожайность ярового рапса, т/га;  $z$  – влажность почвы, %.

Коэффициенты линейной корреляции ( $r$ ) и детерминации ( $D$ ):

$$r_{yx} = -0,440; \quad D_{yx} = 19,4\%; \quad r_{yz} = 0,940; \quad D_{yz} = 88,3\%$$

Ошибки коэффициента корреляции ( $s$ ) и критерии значимости ( $t$ ):

$$s_{yx} = 0,806; \quad t_{\text{факт.}} = 2,30; \quad s_{yz} = 0,117; \quad t_{\text{факт.}} = 12,87; \quad t_{05} = 2,07$$

Уравнения линейной регрессии:  $y = 12,54 - 7,84x$ ;  $y = 0,4z - 5,02$

Взаимосвязь между урожайностью ярового рапса и плотностью пахотного слоя почвы является средней по силе и обратной по направлению. Фактический критерий значимости очень незначительно превосходит теоретический ( $2,30 > 2,07$ ), что всё же позволяет говорить о существенности представленных значений.

Взаимосвязь между урожайностью ярового рапса и влажностью пахотного слоя почвы является сильной и прямой по направлению. Фактический критерий значимости значительно превосходит теоретический ( $12,87 > 2,07$ ), что позволяет говорить о существенности представленных значений.

Коэффициент множественной корреляции (R) и критерии значимости (F):

$$R = 0,940; D = 88,4\%; F_{\text{факт.}} = 80,17; F_{05} = 3,47.$$

Уравнение множественной регрессии:  $y = 0,78x + 0,41z - 6,23$

Линейная взаимосвязь между урожайностью ярового рапса (y) и кислотностью пахотного слоя почвы (x) также была изучена при помощи метода корреляционно-регрессионного анализа. Были получены следующие значения:

$$r_{yx} = 0,452; D_{yx} = 20,5\%; s_{yx} = 0,706; t_{\text{факт.}} = 2,38; y = 1,21x - 5,37$$

Взаимосвязь между урожайностью ярового рапса и кислотностью пахотного слоя почвы является средней по силе и прямой по направлению. Следует отметить, что фактический критерий значимости незначительно, но превосходит теоретический ( $2,38 > 2,07$ ).

В заключение можно сказать, что наиболее благоприятные для роста и развития ярового рапса значения плотности, влажности и кислотности выщелоченного тяжелосуглинистого чернозёма в многофакторном полевом опыте отмечаются на вариантах, включающих внесение 12,6 т/га дефеката и  $N_{140}P_{70}K_{100}$  на глубину до 20 см предпочтительно осенью под основную обработку почвы.

### 3.2. Засорённость посевов ярового рапса при комплексном применении дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов

При возделывании культурных растений в сельскохозяйственном производстве на полях постепенно формируется растительное сообщество, состоящее как из культурных, так и сорных растений. Естественно, интересы производителя заключаются в том, чтобы первая, культурная часть биоценоза существенно доминировала над второй, сорной. Поэтому, изучение влияния сорной растительности на формирование урожая сельскохозяйственных культур является важной частью исследования в полевом опыте.

Особенно это становится необходимым в современных условиях, когда затраты на борьбу с сорняками постоянно растут, и дорогостоящие методы химической борьбы выходят на первый план, поскольку система севооборотов во многих

хозяйствах отсутствует, способы и приёмы обработки всё более минимизируются, и весьма эффективные в борьбе с сорняками глубокие обработки используются бессистемно и нерационально.

В наших исследованиях основным действующим фактором являются дозы и сроки внесения дефеката и минеральных удобрений на различную глубину, что предусматривает использование различных по интенсивности приёмов основной и предпосевной обработки выщелоченного тяжелосуглинистого чернозёма и, следовательно, в разной мере влияют на изменение засорённости посевов ярового рапса. Данные по засорённости посевов ярового рапса в полевом опыте представлены в таблице 8 и на рисунке 23.

Засорённость посевов ярового рапса в наших исследованиях 2018 – 2021 годов находилась в пределах 2 баллов – густота стояния культурных растений на всех факторах и вариантах превышала количество сорных растений. Количество показателей засорённости многолетними сорняками имели пределы 2,0 – 10,3 шт./м<sup>2</sup> и малолетними – 25,3 – 68,7 шт./м<sup>2</sup>. Самая высокая засорённость посевов отмечена в 2018 году – многолетними сорняками 3,4 – 10,3 шт./м<sup>2</sup>; малолетними 37,3 – 68,7 шт./м<sup>2</sup>. Наименьшая засорённость – 2020 год: 2,0 – 9,2 шт./м<sup>2</sup> и 25,8 - 58,8 шт./м<sup>2</sup> по многолетним и малолетним сорнякам соответственно.

Рассматривая среднюю за все годы исследований засорённость посевов ярового рапса по изучаемым в полевом опыте факторам, можно отметить некоторые закономерности. По фактору А (доза дефеката и минерального удобрения) самая высокая средняя засорённость отмечена на контрольном варианте А1 – 58,9 шт./м<sup>2</sup> малолетних и 9,4 шт./м<sup>2</sup> многолетних сорняков. Использование вариантов А2 и А3 приводило к снижению засорённости малолетними сорняками до 45,0 шт./м<sup>2</sup> (на 23,6%) и 41,8 шт./м<sup>2</sup> (29,0%) соответственно.

Засорённость многолетними сорняками снижалась ещё более – до 7,4 шт./м<sup>2</sup> (на 21,3 %) и 5,1 шт./м<sup>2</sup> (45,7 %). Самым эффективным вариантом по фактору А в борьбе с сорняками оказался А4 - засорённость малолетними сорняками в среднем составила 34,2 шт./м<sup>2</sup> (снижение в сравнении с контролем 41,9%) и многолетними сорняками 3,4 шт./м<sup>2</sup> (снижение 63,8%).

Таблица 8 – Засорённость посевов в полевом опыте, шт./м<sup>2</sup>

| Фактор А   | Фактор В | Фактор С      | 2018г.              | 2019г.              | 2020г.             | 2021г.             | Среднее            |
|--|----------|---------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 6,3 т/га дефека<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5 т/га)    | весна    | Без обработки | <u>68,7</u><br>10,3 | <u>63,5</u><br>10,0 | <u>58,8</u><br>9,2 | <u>61,9</u><br>9,7 | <u>63,2</u><br>9,8 |
|  |          | БСка-3        | <u>66,2</u><br>9,9  | <u>57,3</u><br>9,7  | <u>54,1</u><br>8,9 | <u>54,6</u><br>9,5 | <u>58,0</u><br>9,5 |
|  |          | Экстрасол     | <u>67,1</u><br>10,2 | <u>62,5</u><br>9,9  | <u>56,0</u><br>9,0 | <u>58,9</u><br>9,7 | <u>61,1</u><br>9,7 |
|  | осень    | Без обработки | <u>64,7</u><br>9,8  | <u>59,8</u><br>9,6  | <u>55,3</u><br>8,7 | <u>57,5</u><br>9,2 | <u>59,3</u><br>9,3 |
|  |          | БСка-3        | <u>60,4</u><br>9,6  | <u>54,0</u><br>9,2  | <u>51,7</u><br>8,4 | <u>53,2</u><br>8,9 | <u>54,8</u><br>9,0 |
|  |          | Экстрасол     | <u>62,6</u><br>9,8  | <u>57,5</u><br>9,3  | <u>53,4</u><br>8,6 | <u>55,3</u><br>9,0 | <u>57,2</u><br>9,2 |
| 12,6 т/га дефека<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5 т/га)   | весна    | Без обработки | <u>55,8</u><br>8,9  | <u>50,7</u><br>8,6  | <u>44,7</u><br>7,6 | <u>46,9</u><br>8,2 | <u>49,5</u><br>8,3 |
|  |          | БСка-3        | <u>51,5</u><br>8,4  | <u>46,0</u><br>8,0  | <u>40,4</u><br>7,4 | <u>42,3</u><br>7,6 | <u>45,0</u><br>7,9 |
|  |          | Экстрасол     | <u>53,2</u><br>8,7  | <u>48,6</u><br>8,4  | <u>42,3</u><br>7,5 | <u>44,4</u><br>7,8 | <u>47,1</u><br>8,1 |
|  | осень    | Без обработки | <u>50,7</u><br>7,5  | <u>45,3</u><br>7,2  | <u>40,2</u><br>6,3 | <u>42,0</u><br>6,7 | <u>44,6</u><br>6,9 |
|  |          | БСка-3        | <u>46,5</u><br>7,2  | <u>41,1</u><br>6,8  | <u>36,8</u><br>5,9 | <u>38,4</u><br>6,4 | <u>40,7</u><br>6,6 |
|  |          | Экстрасол     | <u>48,9</u><br>7,3  | <u>43,5</u><br>7,0  | <u>38,6</u><br>6,0 | <u>40,7</u><br>6,6 | <u>42,9</u><br>6,7 |
| 6,3 т/га дефека<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5 т/га)  | весна    | Без обработки | <u>51,3</u><br>5,9  | <u>46,6</u><br>5,6  | <u>40,7</u><br>4,8 | <u>42,8</u><br>5,3 | <u>45,4</u><br>5,4 |
|  |          | БСка-3        | <u>48,5</u><br>5,6  | <u>43,3</u><br>5,4  | <u>37,2</u><br>4,5 | <u>38,9</u><br>5,0 | <u>42,0</u><br>5,2 |
|  |          | Экстрасол     | <u>49,1</u><br>5,8  | <u>45,0</u><br>5,5  | <u>39,4</u><br>4,6 | <u>40,5</u><br>5,2 | <u>43,5</u><br>5,3 |
|  | осень    | Без обработки | <u>47,8</u><br>5,7  | <u>42,9</u><br>5,4  | <u>36,0</u><br>4,5 | <u>38,2</u><br>5,0 | <u>41,2</u><br>5,2 |
|  |          | БСка-3        | <u>45,7</u><br>5,3  | <u>39,5</u><br>5,0  | <u>34,1</u><br>4,1 | <u>35,6</u><br>4,6 | <u>38,7</u><br>4,8 |
|  |          | Экстрасол     | <u>46,0</u><br>5,5  | <u>41,3</u><br>5,3  | <u>35,2</u><br>4,3 | <u>37,4</u><br>4,8 | <u>40,0</u><br>4,9 |
| 12,6 т/га дефека<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5 т/га) | весна    | Без обработки | <u>44,1</u><br>4,7  | <u>38,9</u><br>4,4  | <u>33,4</u><br>3,6 | <u>35,7</u><br>4,0 | <u>38,0</u><br>4,2 |
|  |          | БСка-3        | <u>41,2</u><br>4,0  | <u>35,6</u><br>3,7  | <u>29,8</u><br>3,0 | <u>31,5</u><br>3,4 | <u>34,5</u><br>3,5 |
|  |          | Экстрасол     | <u>43,2</u><br>4,2  | <u>36,7</u><br>4,0  | <u>31,0</u><br>3,3 | <u>34,3</u><br>3,7 | <u>36,3</u><br>3,8 |
|  | осень    | Без обработки | <u>40,6</u><br>3,6  | <u>35,1</u><br>3,3  | <u>28,2</u><br>2,4 | <u>30,5</u><br>3,0 | <u>33,6</u><br>3,1 |
|  |          | БСка-3        | <u>37,3</u><br>3,4  | <u>32,7</u><br>2,8  | <u>25,3</u><br>2,0 | <u>26,4</u><br>2,5 | <u>30,4</u><br>2,7 |
|  |          | Экстрасол     | <u>39,0</u><br>3,6  | <u>34,5</u><br>3,1  | <u>27,1</u><br>2,1 | <u>28,9</u><br>2,8 | <u>32,4</u><br>2,9 |

в числителе – количество малолетних сорняков; в знаменателе – количество многолетних сорняков.

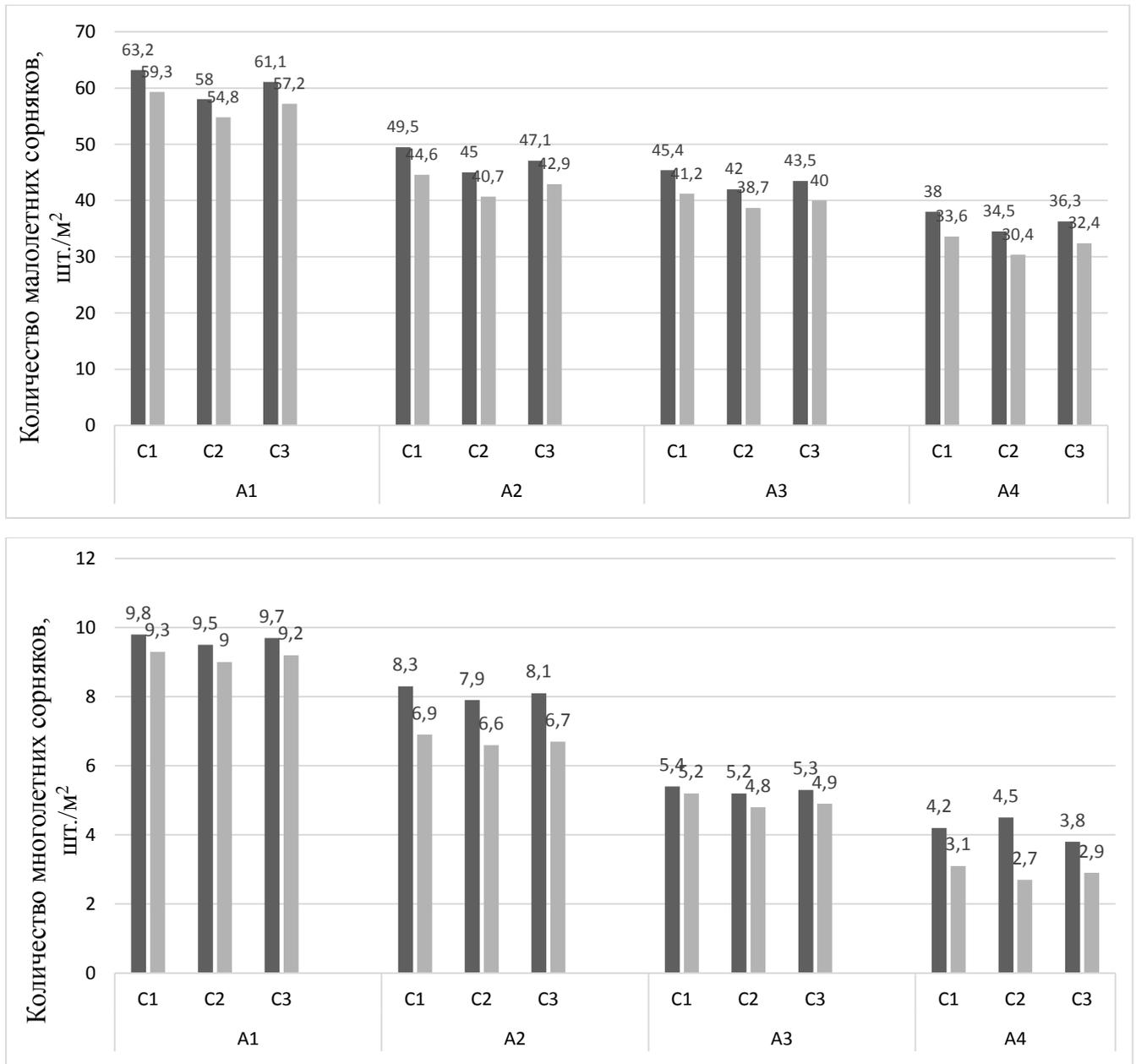


Рисунок 23 – Засорённость посевов в опыте (шт./м<sup>2</sup>), среднее 2018-2021гг.

На этом варианте мы вносили 12,6 т/га дефеката на глубину до 20 см и минеральные удобрения на планируемую урожайность ярового рапса 3,5 т/га. По фактору срок внесения дефеката и минеральных удобрений (В) лучшим оказался вариант В2 (внесение осенью под основную обработку почвы).

Засорённость посевов ярового рапса малолетними сорняками в среднем составила 43,0 шт./м<sup>2</sup> и многолетними – 5,9 шт./м<sup>2</sup>, тогда как на варианте В1 (внесение весной под предпосевную обработку почвы) соответствующими значениями были 47,0 шт./м<sup>2</sup> (повышение засорённости 8,5%) и 6,7 шт./м<sup>2</sup> (11,9%).

По фактору С (обработка семян рапса биологическими препаратами) лучшим вариантом стал С2 (обработка препаратом БСка-3), обеспечивший лучшее развитие ярового рапса и его наивысшую урожайность, что позволило культуре более успешно конкурировать с сорной растительностью и выявило наименьшую засорённость посевов в среднем за 4 года исследований как малолетними (43,0 шт./м<sup>2</sup>), так и многолетними (6,2 шт./м<sup>2</sup>) сорняками.

Снижение засорённости здесь в сравнении с контролем С1 (без обработки) составило соответственно 8,3% и 4,6%.

Установлена сильная обратная взаимосвязь при анализе зависимости урожайности ярового рапса (y) от засорённости малолетними (x) и многолетними (z) сорняками.

Коэффициенты линейной корреляции  $r_{yx} = - 0,917$ ;  $r_{yz} = - 0,988$ ; множественной  $R = 0,958$  и коэффициенты детерминации  $D_{yx} = 84,2\%$ ;  $D_{yz} = 91,8\%$ .

Ошибки коэффициентов линейной корреляции и критерии значимости:

$s_{yx} = 0,158$ ;  $t_{\text{факт.}} = 10,82$ ;  $s_{yz} = 0,082$ ;  $t_{\text{факт.}} = 15,66$ ;  $t_{05} = 2,07$ ;  $F_{\text{факт.}} = 116,96$  и  $F_{05} = 3,47$ .

Фактические критерии значимости превышают теоретические и подтверждают существенность представленных коэффициентов.

Уравнения линейной регрессии:  $y = 4,91 - 0,05x$ ;  $y = 0,21z + 3,99$  и множественной регрессии  $y = 4,03 - 0,002x + 0,2z$  позволяют прогнозировать изменение урожайности ярового рапса при изменении засорённости посевов.

Лучшим сочетанием вариантов, изучаемых в полевом многофакторном опыте оказалось – внесение дефеката в дозе 12,6 т/га на глубину до 20 см и минеральных удобрений  $N_{140}P_{70}K_{100}$  на планируемую урожайность ярового рапса 3,5 т/га осенью под основную обработку в сочетании с обработкой семян рапса перед посевом препаратом БСка-3 (А4В2С2).

При таком сочетании во все годы исследований отмечалась наименьшая засорённость ярового рапса малолетними (от 25,3 до 37,3 шт./м<sup>2</sup>, среднее 30,4 шт./м<sup>2</sup>) и многолетними (от 2,0 до 3,4 шт./м<sup>2</sup>, среднее 2,7 шт./м<sup>2</sup>) сорняками.

### 3.3. Биологическая активность почвы

Существенное влияние, оказывающее на формирование урожая сельскохозяйственных культур, является деятельность почвенной микрофлоры. Для анализа эффективности этой важной части почвенного комплекса используется понятие «биологическая активность почвы». Оценить биологическую активность можно по нескольким процессам: продуцированию почвой  $\text{CO}_2$  («дыхание почвы»); разложению клетчатки целлюлозоразлагающими микроорганизмами; активности ассоциативной фиксации азота почвы; ферментативной активности почвы и некоторым другим.

В наших исследованиях мы изучали изменение биологической активности по деятельности целлюлозоразлагающей микрофлоры на выщелоченном тяжело-суглинистом чернозёме. Для этого использовался метод разложения льняного полотна. Результаты представлены в таблице 9 и на рисунках 24 -28.

Биологическая активность почвы существенно изменялась в разные годы исследований. Самая низкая степень разложения отмечена в 2018 году – от 12,4 до 48,7% по вариантам (среднее значение за год 30,4%) и в 2019 году – от 18,7 до 52,7% (33,8%). Самая большая биологическая активность почвы имела место в 2020 году - 28,6 – 60,5% разложения льняного полотна и 44,9% в среднем за год. Несколько меньшие показатели отмечены в 2021 году – от 26,4% до 57,3% (40,6%). В среднем за все годы исследований степень разложения льняного полотна составила 37,4%.

Максимальное влияние на изменение такого показателя, как биологическая активность почвы оказывал фактор А (доза и глубина внесения донного и минеральных удобрений).

Наименьшая степень разложения льняного полотна была на контрольном варианте, которая составила 28,4% . Вариант, где вносили 12,6 т/га донного и  $\text{N}_{90}\text{P}_{40}\text{K}_{50}$  на глубину до 20 см способствовал увеличению биологической активности до 37,6% относительно контроля.

Таблица 9 – Биологическая активность почвы в опыте (слой 0-30 см), % разложения

| Фактор А<br>(доза)   | Фактор В<br>(срок) | Фактор С<br>(препарат) | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Среднее |
|--|--------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 6,3 т/га дефекаат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5 т/га)    | весна              | Без обработки          | 12,4    | 18,7    | 28,6    | 26,4    | 21,5    |
|  |                    | БСка-3                 | 20,7    | 27,5    | 38,8    | 34,2    | 30,3    |
|  |                    | Экстрасол              | 16,3    | 22,7    | 33,2    | 30,5    | 25,7    |
|  | осень              | Без обработки          | 18,0    | 23,4    | 32,9    | 31,3    | 26,4    |
|  |                    | БСка-3                 | 28,8    | 32,5    | 43,1    | 38,1    | 35,6    |
|  |                    | Экстрасол              | 23,6    | 26,2    | 37,9    | 35,7    | 30,9    |
| 12,6 т/га дефекаат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5 т/га)   | весна              | Без обработки          | 24,3    | 27,4    | 38,1    | 35,0    | 31,2    |
|  |                    | БСка-3                 | 33,9    | 36,8    | 47,5    | 44,7    | 40,7    |
|  |                    | Экстрасол              | 28,4    | 31,2    | 43,0    | 40,5    | 35,8    |
|  | осень              | Без обработки          | 26,3    | 29,1    | 40,0    | 38,6    | 33,5    |
|  |                    | БСка-3                 | 37,5    | 39,7    | 53,4    | 45,2    | 44,0    |
|  |                    | Экстрасол              | 33,3    | 35,8    | 48,6    | 42,8    | 40,1    |
| 6,3 т/га дефекаат<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5 т/га)  | весна              | Без обработки          | 22,6    | 25,5    | 35,7    | 32,3    | 29,0    |
|  |                    | БСка-3                 | 32,9    | 36,0    | 46,9    | 41,8    | 39,4    |
|  |                    | Экстрасол              | 28,0    | 30,5    | 42,5    | 35,3    | 34,1    |
|  | осень              | Без обработки          | 24,3    | 26,7    | 39,4    | 31,6    | 30,5    |
|  |                    | БСка-3                 | 36,0    | 38,1    | 51,9    | 44,5    | 42,6    |
|  |                    | Экстрасол              | 31,2    | 34,4    | 47,7    | 41,9    | 38,8    |
| 12,6 т/га дефекаат<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5 т/га) | весна              | Без обработки          | 33,6    | 36,8    | 47,3    | 43,0    | 40,2    |
|  |                    | БСка-3                 | 45,5    | 48,1    | 58,0    | 55,8    | 51,9    |
|  |                    | Экстрасол              | 42,4    | 44,7    | 56,1    | 51,6    | 48,7    |
|  | осень              | Без обработки          | 36,3    | 38,9    | 50,2    | 43,9    | 42,3    |
|  |                    | БСка-3                 | 48,7    | 52,4    | 60,5    | 57,3    | 54,7    |
|  |                    | Экстрасол              | 44,0    | 48,2    | 56,5    | 53,4    | 50,5    |

На варианте, где вносили 6,3 т/га дефеката и  $N_{140}P_{70}K_{100}$  на глубину до 10 см данный показатель составил 35,7%. Максимальная степень разложения льняного полотна отмечалась на варианте с внесением 12,6 т/га дефеката и  $N_{140}P_{70}K_{100}$  на глубину до 20 см – 48,1%.

На рисунках 24 – 28 видно, что сильная степень разложения льняного полотна отмечается только в тех слоях, куда были внесены дефекат и минеральные удобрения. В подпахотном слое, незатронутом обработкой и внесёнными удобрениями, имела место лишь слабая степень разложения льняного полотна и, следовательно, низкая биологическая активность почвы.

Срок внесения дефеката и минеральных удобрений оказывали различия по вариантам незначительные - в среднем вариант  $B_1$  (внесение весной под предпосевную обработку почвы) показал степень разложения льняного полотна 35,7% и вариант  $B_2$  (внесение осенью под основную обработку почвы) – 39,2%.

Вместе с тем, этого прироста достаточно, чтобы констатировать предпочтительное внесение дефеката и минеральных удобрений по варианту  $B_2$ , чтобы увеличить показатель биологической активности почвы.

Обработка семян рапса биологическими препаратами выявлено очень существенное увеличение биологической активности почвы при применении обоих исследуемых препаратов.

На контрольном варианте, степень разложения льняного полотна составила 31,8%, обработка семян препаратом БСка-3 в среднем за 4 года исследований обеспечила увеличение степени разложения льняного полотна до 42,4%, обработка же препаратом Экстрасол показала до 38,1%.

Корреляционно-регрессионный анализ линейной взаимосвязи урожайности ярового рапса ( $y$ ) и биологической активности почвы ( $x$ ) показал наличие сильной прямой связи ( $r_{yx} = 0,841$ ;  $D_{yx} = 70,7\%$ ) достаточной степени значимости ( $t_{\text{факт.}} = 7,9$ ;  $t_{05} = 2,07$ ).

Уравнение регрессии  $y = 0,05x + 0,79$  достоверно описывает означенную связь и позволяет прогнозировать урожайность ярового рапса при изменении биологической активности почвы в пределах вариационного ряда.

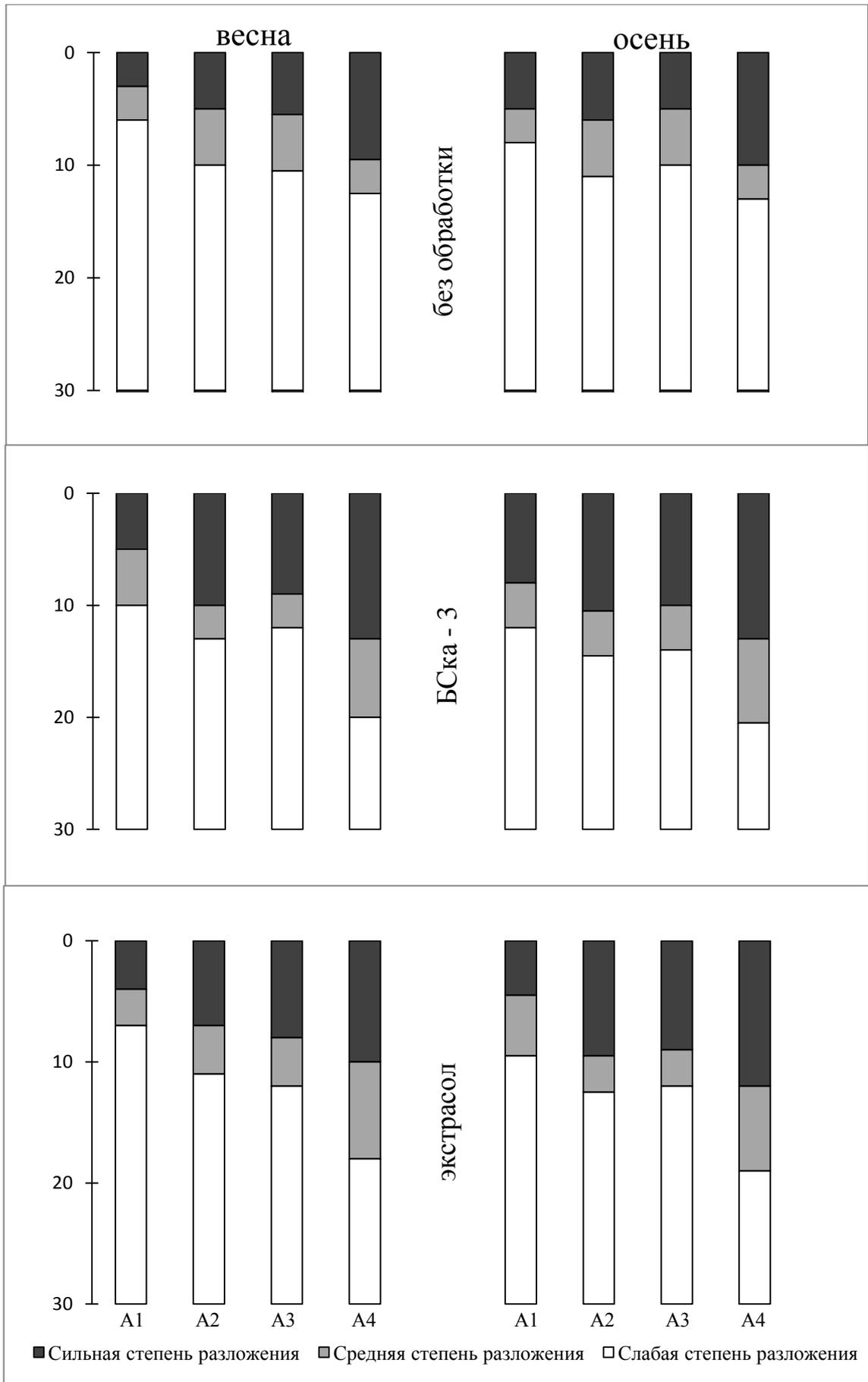


Рисунок 24 – Биологическая активность почвы в опыте (%), 2018 г.

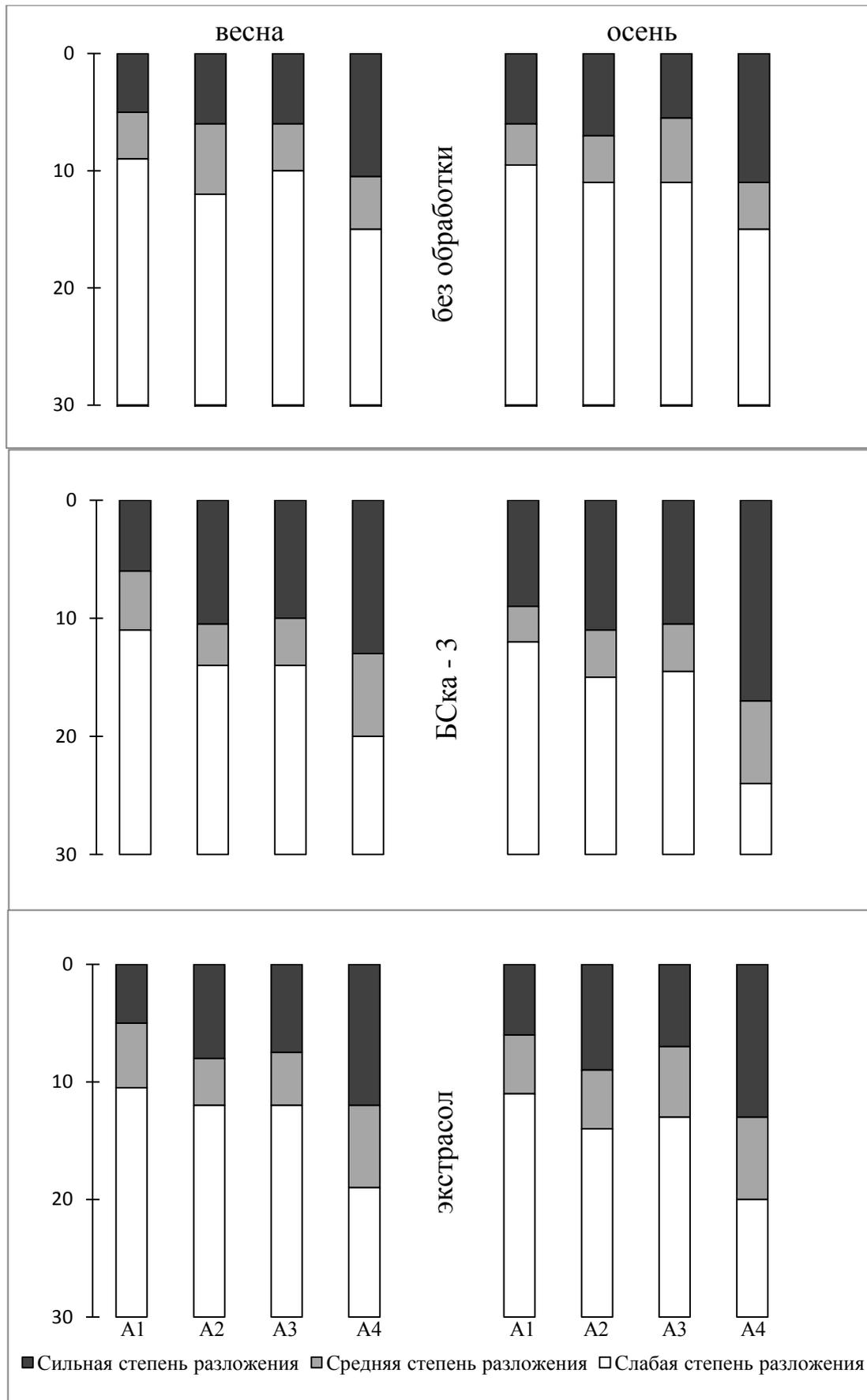


Рисунок 25 – Биологическая активность почвы в опыте (%), 2019 г.

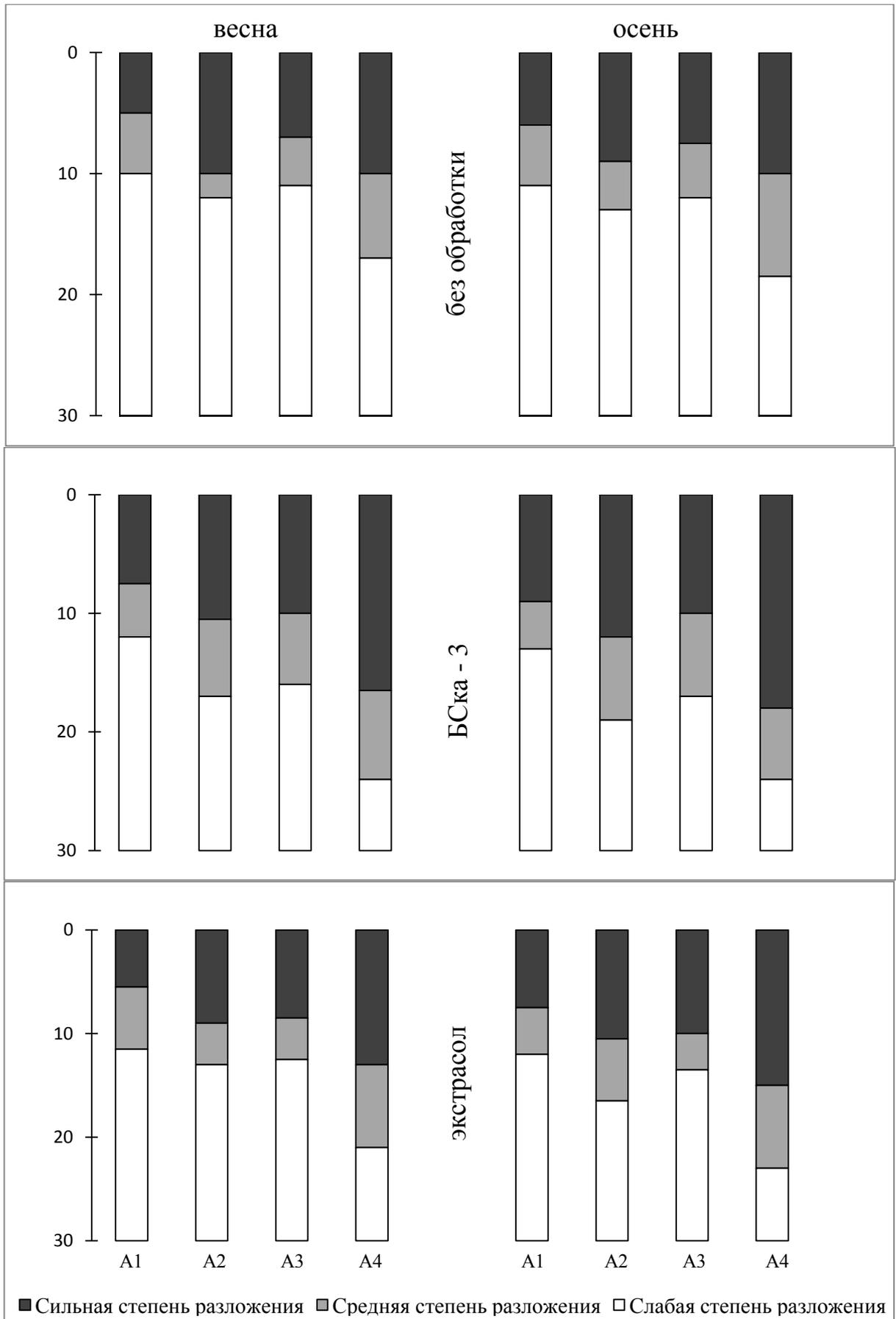


Рисунок 26 – Биологическая активность почвы в опыте (%), 2020 г.

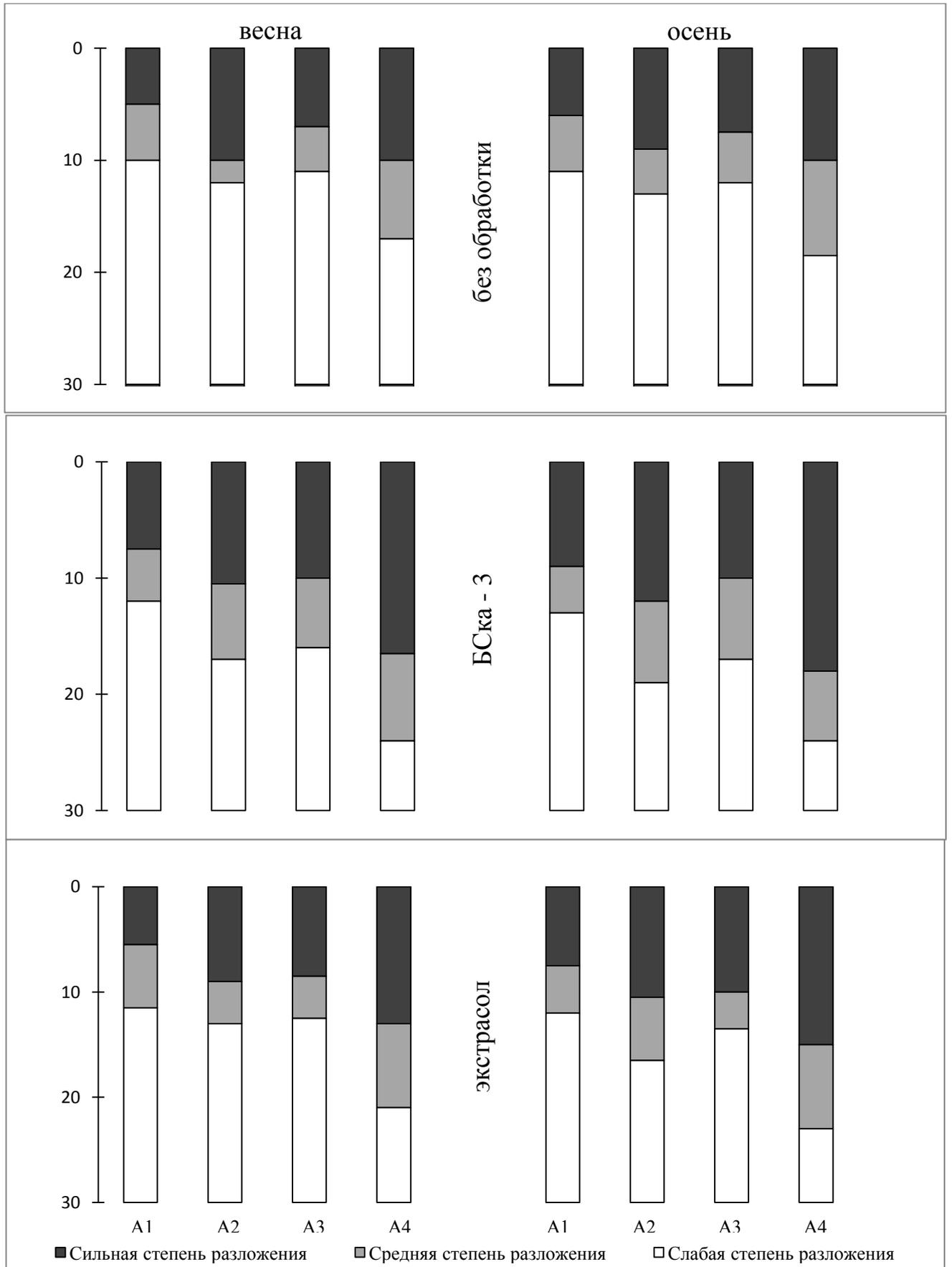


Рисунок 27 – Биологическая активность почвы в опыте (%), 2021 г.

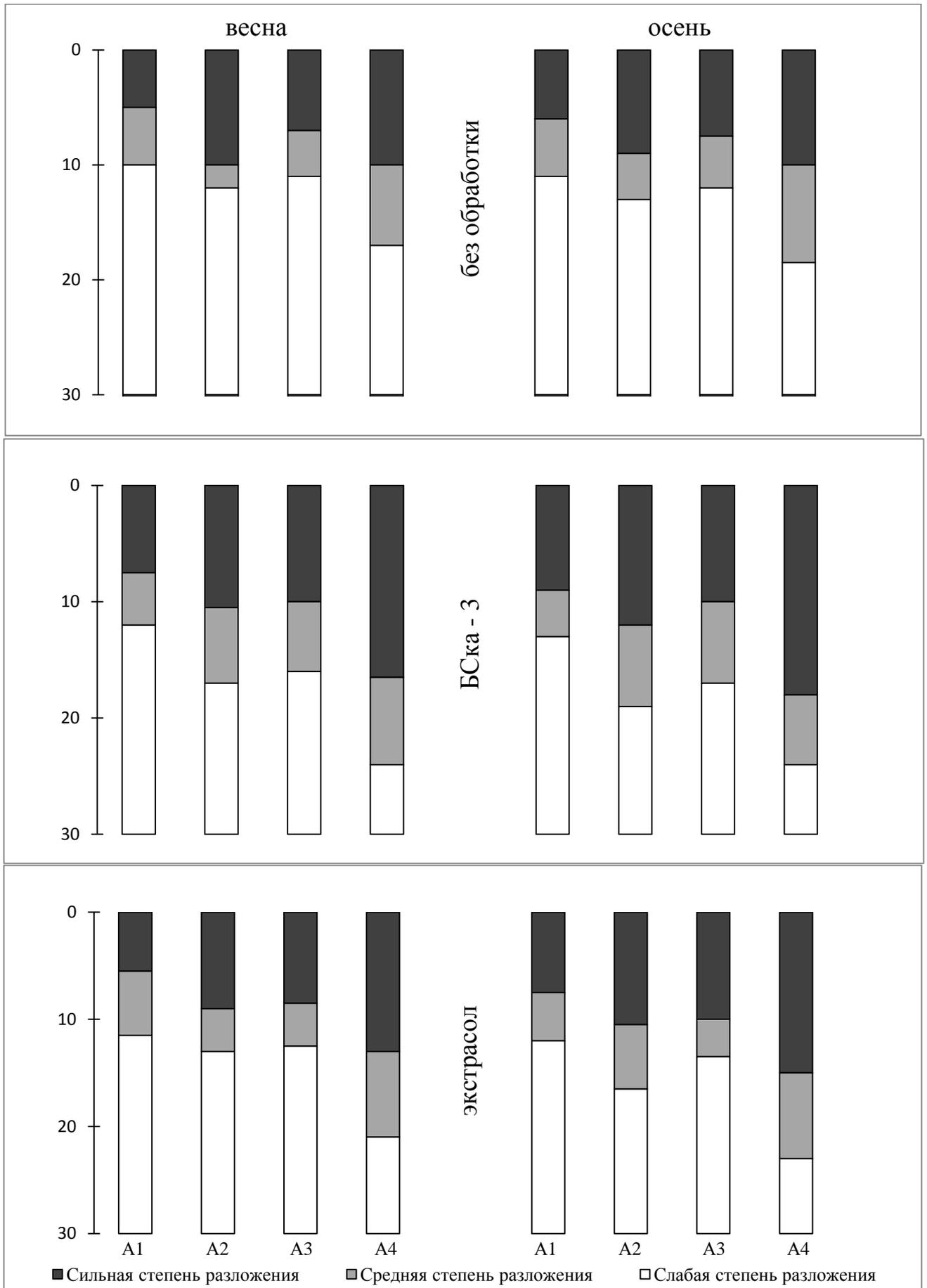


Рисунок 28 – Биологическая активность почвы (%), среднее 2018-2021 гг.

Обобщая результаты исследований, можно утверждать, что наивысший показатель биологической активности достигается при внесении 12,6 т/га дѣфеката и минерального удобрения на планируемый урожай ярового рапса 3,5 т/га на глубину до 20 см (вариант А4) осенью под основную обработку почвы (вариант В<sub>2</sub>) в комплексе с обработкой семян рапса препаратом БСка-3(вариант С2) – степень разложения льняного полотна в среднем составила 54,7%.

#### 3.4. Структура урожая ярового рапса в зависимости от комплексного применения дѣфеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов

Под структурой урожая понимают комплекс характерных для каждой сельскохозяйственной культуры показателей, позволяющих рассчитать биологический урожай, а затем выявить наиболее значимые факторы формирования фактического урожая.

Для исследования капустной культуры важными показателями являются густота стояния растений, число стручков на 1 растение и масса 1000 семян, которые влияют на продуктивность.

Результаты исследования означенных показателей в многофакторном полевом опыте представлены в таблицах 10 -12 и на рисунке 29.

Максимальное влияние на изменение элементов продуктивности имели варианты по фактору А (доза дѣфеката и минерального удобрения).

Густота стояния растений культуры в исследуемом агроценозе на контрольном варианте А1 составила в среднем за 4 года исследований 83,0 шт./м<sup>2</sup>.

На варианте А2 прирост показателя составил лишь 3,6 шт./м<sup>2</sup> (4,3%), на варианте А3 – 9,5 шт./м<sup>2</sup> (11,4%) и наибольший на варианте А4 – 12,4 шт./м<sup>2</sup> (14,9%).

Число стручков на 1 растение по вариантам фактора А находилось в аналогичных указанным выше пределах: на контроле А1 – 48,2 шт., варианты А2 и А3 соответственно дали различия 3,7% и 10,8%, а наилучший вариант А4 показал прирост 5,9 шт. (12,2%).

Таблица 10 – Густота стояния растений перед уборкой в опыте, шт./м<sup>2</sup>

| Фактор А<br>(доза)   | Фактор В<br>(срок) | Фактор С<br>(препарат) | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Среднее |
|--|--------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 6,3 т/га дѣфекат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5 т/га)       | весна              | Без обработки          | 75,0    | 78,5    | 85,3    | 81,8    | 80,2    |
|  |                    | БСка-3                 | 78,2    | 82,6    | 89,0    | 85,4    | 83,8    |
|  |                    | Экстрасол              | 76,5    | 79,8    | 87,2    | 83,5    | 81,8    |
|  | осень              | Без обработки          | 77,0    | 81,2    | 88,3    | 84,7    | 82,8    |
|  |                    | БСка-3                 | 79,1    | 84,5    | 91,1    | 87,2    | 85,5    |
|  |                    | Экстрасол              | 77,9    | 83,0    | 89,2    | 85,0    | 83,8    |
| 12,6 т/га дѣфе-<br>кат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5 т/га) | весна              | Без обработки          | 78,3    | 83,8    | 87,1    | 86,4    | 83,9    |
|  |                    | БСка-3                 | 83,2    | 87,4    | 92,4    | 88,5    | 87,9    |
|  |                    | Экстрасол              | 80,6    | 85,8    | 92,0    | 87,9    | 86,6    |
|  | осень              | Без обработки          | 79,6    | 84,8    | 90,5    | 86,9    | 85,5    |
|  |                    | БСка-3                 | 84,0    | 88,4    | 93,7    | 89,3    | 88,9    |
|  |                    | Экстрасол              | 81,8    | 86,6    | 91,5    | 88,0    | 87,0    |
| 6,3 т/га дѣфекат<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5 т/га)     | весна              | Без обработки          | 85,0    | 87,2    | 95,1    | 91,5    | 89,7    |
|  |                    | БСка-3                 | 90,3    | 92,8    | 98,9    | 94,7    | 94,2    |
|  |                    | Экстрасол              | 87,4    | 91,2    | 96,0    | 92,3    | 91,7    |
|  | осень              | Без обработки          | 86,2    | 89,5    | 97,6    | 89,8    | 90,8    |
|  |                    | БСка-3                 | 91,9    | 94,7    | 98,8    | 95,6    | 95,3    |
|  |                    | Экстрасол              | 89,0    | 92,2    | 97,8    | 94,5    | 93,4    |
| 12,6 т/га дѣфе-<br>кат N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5 т/га)  | весна              | Без обработки          | 88,4    | 91,7    | 96,9    | 94,0    | 92,8    |
|  |                    | БСка-3                 | 92,5    | 95,6    | 101,3   | 97,4    | 96,7    |
|  |                    | Экстрасол              | 91,0    | 94,9    | 99,5    | 95,7    | 95,3    |
|  | осень              | Без обработки          | 89,8    | 91,7    | 97,9    | 95,1    | 93,6    |
|  |                    | БСка-3                 | 94,1    | 97,0    | 102,3   | 97,8    | 97,8    |
|  |                    | Экстрасол              | 91,6    | 95,2    | 100,7   | 96,5    | 96,0    |

Таблица 11 – Количество стручков на 1 растение рапса в опыте, шт.

| Фактор А<br>(доза)   | Фактор В<br>(срок) | Фактор С<br>(препарат) | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Среднее |
|--|--------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 6,3 т/га дефекат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5 т/га)       | весна              | Без обработки          | 42,9    | 46,3    | 49,4    | 47,2    | 46,5    |
|  |                    | БСка-3                 | 46,0    | 48,7    | 51,6    | 49,5    | 49,0    |
|  |                    | Экстрасол              | 44,3    | 47,9    | 49,5    | 48,7    | 47,6    |
|  | осень              | Без обработки          | 45,1    | 47,4    | 51,0    | 47,9    | 47,9    |
|  |                    | БСка-3                 | 48,0    | 48,9    | 51,7    | 50,5    | 49,8    |
|  |                    | Экстрасол              | 45,6    | 47,8    | 51,4    | 48,6    | 48,4    |
| 12,6 т/га дефе-<br>кат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5 т/га) | весна              | Без обработки          | 46,4    | 48,1    | 51,6    | 50,1    | 49,1    |
|  |                    | БСка-3                 | 47,7    | 49,3    | 52,5    | 50,8    | 50,1    |
|  |                    | Экстрасол              | 47,3    | 48,9    | 52,0    | 50,6    | 49,7    |
|  | осень              | Без обработки          | 47,6    | 48,4    | 51,8    | 50,1    | 49,5    |
|  |                    | БСка-3                 | 48,9    | 49,7    | 53,5    | 51,7    | 51,0    |
|  |                    | Экстрасол              | 48,2    | 48,8    | 52,6    | 51,5    | 50,3    |
| 6,3 т/га дефекат<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5 т/га)     | весна              | Без обработки          | 49,4    | 51,9    | 54,7    | 51,6    | 51,9    |
|  |                    | БСка-3                 | 51,8    | 53,2    | 60,3    | 54,5    | 54,9    |
|  |                    | Экстрасол              | 50,6    | 52,1    | 55,2    | 53,0    | 52,7    |
|  | осень              | Без обработки          | 50,7    | 52,5    | 56,0    | 54,1    | 53,3    |
|  |                    | БСка-3                 | 51,8    | 52,9    | 56,4    | 54,3    | 53,9    |
|  |                    | Экстрасол              | 51,6    | 52,7    | 56,3    | 54,3    | 53,7    |
| 12,6 т/га дефе-<br>кат N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5 т/га)  | весна              | Без обработки          | 50,9    | 51,8    | 56,2    | 53,4    | 53,1    |
|  |                    | БСка-3                 | 52,8    | 54,1    | 56,5    | 55,6    | 54,8    |
|  |                    | Экстрасол              | 51,4    | 52,6    | 56,0    | 54,2    | 53,6    |
|  | осень              | Без обработки          | 51,6    | 53,0    | 57,3    | 52,9    | 53,7    |
|  |                    | БСка-3                 | 53,2    | 54,5    | 57,5    | 54,4    | 54,9    |
|  |                    | Экстрасол              | 52,6    | 53,7    | 56,8    | 54,2    | 54,3    |

Таблица 12 – Масса 1000 семян рапса в опыте, г

| Фактор А<br>(доза)  | Фактор В<br>(срок) | Фактор С<br>(препарат) | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | Среднее |
|---|--------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 6,3 т/га дефека-<br>т<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5 т/га)   | весна              | Без обработки          | 2,6     | 2,7     | 2,85    | 2,8     | 2,74    |
|   |                    | БСка-3                 | 2,7     | 2,8     | 3,0     | 2,9     | 2,85    |
|   |                    | Экстрасол              | 2,65    | 2,75    | 2,95    | 2,85    | 2,80    |
|   | осень              | Без обработки          | 2,65    | 2,8     | 3,0     | 2,9     | 2,84    |
|   |                    | БСка-3                 | 2,7     | 2,85    | 3,05    | 2,9     | 2,88    |
|   |                    | Экстрасол              | 2,7     | 2,8     | 3,0     | 2,9     | 2,85    |
| 12,6 т/га дефе-<br>кат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5 т/га)  | весна              | Без обработки          | 2,7     | 2,85    | 3,0     | 2,9     | 2,86    |
|   |                    | БСка-3                 | 2,85    | 2,95    | 3,1     | 3,0     | 2,98    |
|   |                    | Экстрасол              | 2,75    | 2,9     | 3,1     | 2,95    | 2,93    |
|   | осень              | Без обработки          | 2,75    | 2,85    | 3,0     | 2,9     | 2,88    |
|   |                    | БСка-3                 | 2,85    | 2,95    | 3,1     | 3,0     | 2,98    |
|   |                    | Экстрасол              | 2,8     | 3,0     | 3,1     | 3,0     | 2,98    |
| 6,3 т/га дефека-<br>т<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5 т/га) | весна              | Без обработки          | 2,9     | 3,0     | 3,15    | 3,05    | 3,03    |
|   |                    | БСка-3                 | 3,0     | 3,1     | 3,05    | 3,15    | 3,08    |
|   |                    | Экстрасол              | 2,95    | 3,05    | 3,2     | 3,1     | 3,08    |
|   | осень              | Без обработки          | 2,9     | 3,0     | 2,95    | 3,1     | 2,99    |
|   |                    | БСка-3                 | 3,05    | 3,15    | 3,3     | 3,2     | 3,18    |
|   |                    | Экстрасол              | 3,0     | 3,1     | 3,25    | 3,15    | 3,13    |
| 12,6 т/га дефе-<br>кат N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5 т/га)   | весна              | Без обработки          | 2,95    | 3,05    | 3,2     | 3,1     | 3,08    |
|   |                    | БСка-3                 | 3,1     | 3,2     | 3,35    | 3,25    | 3,23    |
|   |                    | Экстрасол              | 3,05    | 3,15    | 3,3     | 3,2     | 3,18    |
|   | осень              | Без обработки          | 3,0     | 3,1     | 3,2     | 3,15    | 3,11    |
|   |                    | БСка-3                 | 3,1     | 3,2     | 3,4     | 3,3     | 3,25    |
|   |                    | Экстрасол              | 3,1     | 3,2     | 3,35    | 3,25    | 3,23    |

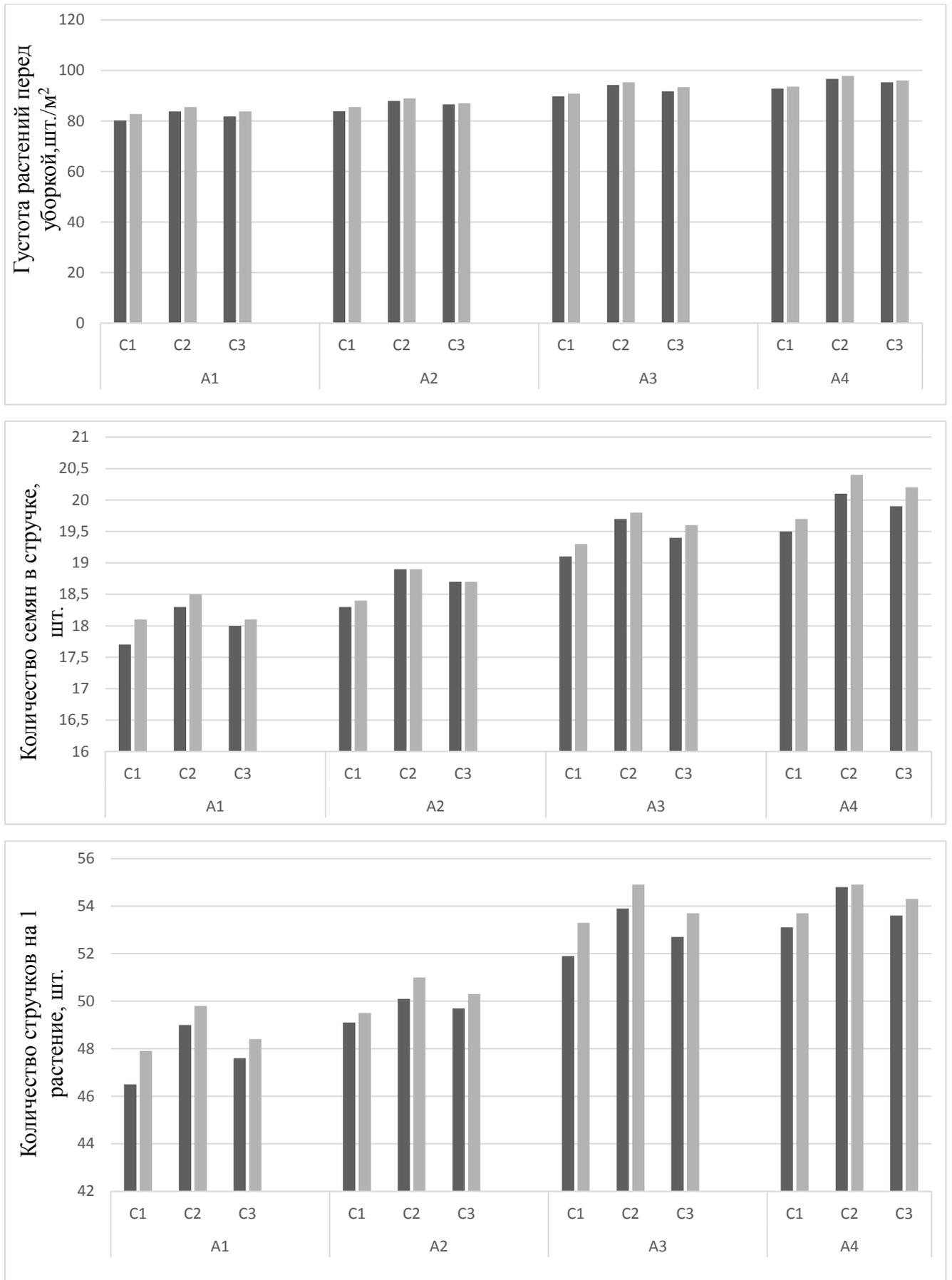


Рисунок 29 – Элементы структуры урожая рапса, среднее 2018-2021 гг.

Масса 1000 семян на контроле составила в среднем за 4 года исследований 2,83 г. Использование варианта А2 увеличивало этот показатель на 0,11 г (3,9%); варианта А3 – на 0,25 г (8,8%) и варианта А4 – на 0,35 г (12,4%). Несколько меньшие различия отмечены по количеству семян в стручке – если на контроле этот показатель составил 18,1 шт., то на лучшем варианте А4 – 20,0 шт. (прирост 10,5%).

Таким образом, по всем элементам продуктивности ярового рапса наибольшие показатели получены на варианте А4 – внесение 12,6 т/га дефеката на глубину до 20 см и минеральных удобрений  $N_{140}P_{70}K_{100}$  на планируемую урожайность ярового рапса 3,5 т/га.

Срок внесения дефеката и минеральных удобрений (фактор В) практически не влиял на элементы продуктивности. Вариант В2 (осеннее внесение) превышал вариант В<sub>1</sub> (внесение весной) по различным элементам от 0,5% (количество семян в стручке) до 2% (масса 1000 семян).

Лучшим вариантом по фактору С (обработка семян рапса биологическими препаратами) по всем элементам структуры урожая была обработка препаратом БСка-3 (С2). Так, превышение над контролем С1 (без обработки) по числу семян в стручке составило 2,7%; числу стручков на 1 растение – 3,4%; массы 1000 семян 3,7% и количеству растений перед уборкой – 4,5%. Использование для обработки семян рапса препарата Экстрасол также приводило к увеличению показателей элементов структуры урожая, но в меньшей степени – от 1,4% по количеству стручков и 1,6% по количеству семян в стручке до 2,3% по густоте стояния растений и 2,7% по масса 1000 семян (рисунок 30).

Множественный корреляционно-регрессионный анализ мы проводили по наиболее сопряженным элементам структуры урожая.

Переменные:  $x$  – густота стояния ярового рапса перед уборкой, шт./м<sup>2</sup>;  $y$  – урожайность ярового рапса, т/га;  $z$  – число стручков на 1 растение, шт.

Коэффициенты линейной корреляции ( $r$ ) и детерминации ( $D$ ):

$$r_{yx} = 0,997; D_{yx} = 99,3%; r_{yz} = 0,981; D_{yz} = 96,2%$$

Ошибки коэффициента корреляции ( $s$ ) и критерии значимости ( $t$ ):

$$s_{yx} = 0,007; \quad t_{\text{факт.}} = 57,59; \quad s_{yz} = 0,039; \quad t_{\text{факт.}} = 23,43; \quad t_{05} = 2,07$$

$$\text{Уравнения линейной регрессии: } y = 0,01x - 6,28; \quad y = 0,19z - 7,11$$

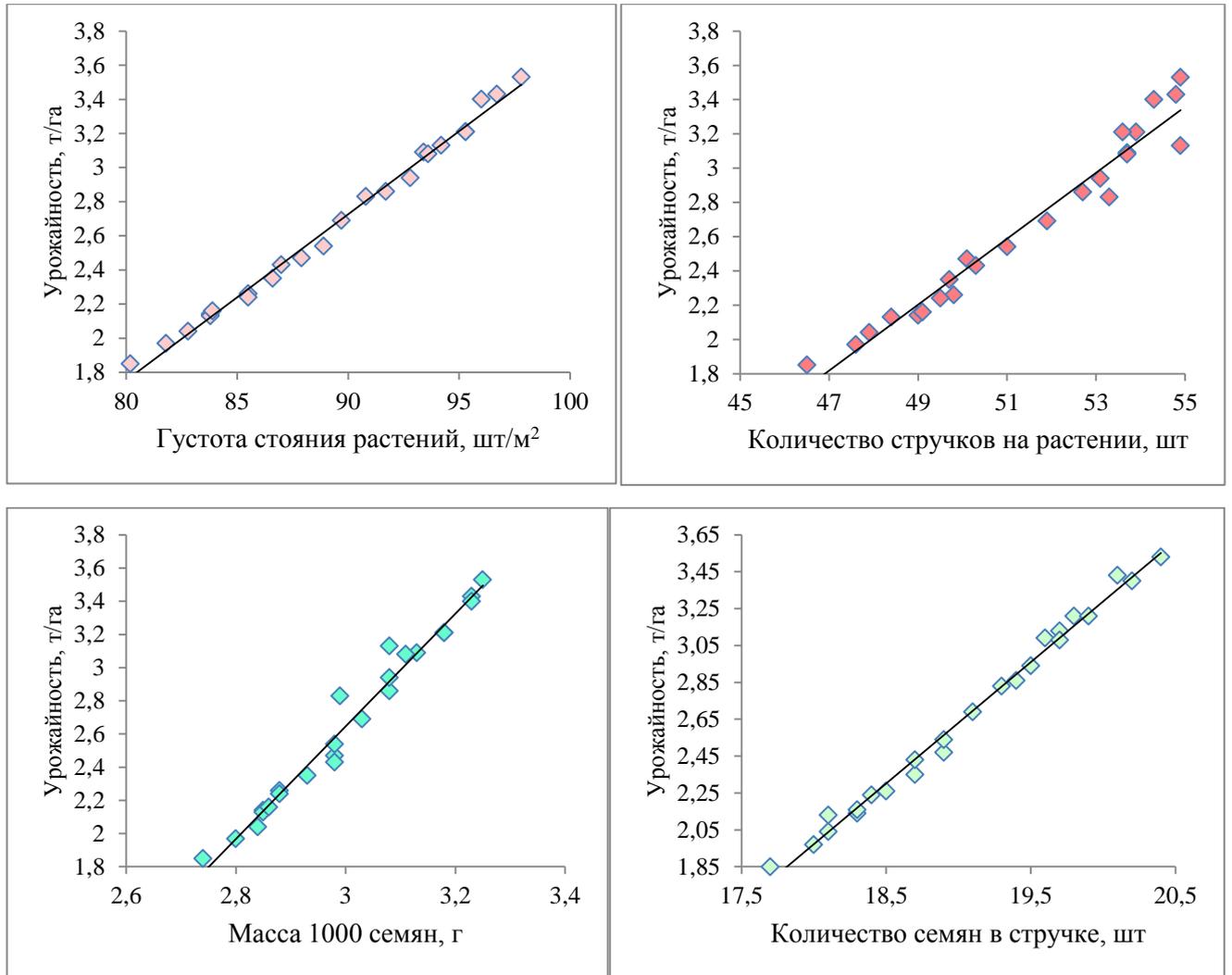


Рисунок 30 – Корреляционная взаимосвязь урожайности ярового рапса с элементами структуры урожая, среднее 2018-2021 гг.

Взаимосвязь между урожайностью ярового рапса и густотой стояния ярового рапса перед уборкой, а также между урожайностью и количеством стручков на 1 растение является сильной и прямой. Фактические критерии значимости значительно превосходят теоретический ( $57,59 > 2,07$  и  $23,43 > 2,07$ ), что позволяет говорить о существенности представленных значений.

Коэффициент множественной корреляции (R) и детерминации (D): R = 0,997; D = 99,3%.

$$\text{Уравнение множественной регрессии: } y = 0,095x + 0,006z - 6,12$$

Переменные:  $x$  – масса 1000 семян, шт.;  $y$  – урожайность ярового рапса, т/га;  $z$  – количество семян в стручке, шт.

Коэффициенты линейной корреляции ( $r$ ) и детерминации ( $D$ ):  $r_{yx} = 0,987$ ;  $D_{yx} = 97,5\%$ ;  $r_{yz} = 0,996$ ;  $D_{yz} = 99,2\%$

Ошибки коэффициента корреляции ( $s$ ) и критерии значимости ( $t$ ):  $s_{yx} = 0,025$ ;  $t_{\text{факт.}} = 29,04$ ;  $s_{yz} = 0,039$ ;  $t_{\text{факт.}} = 53,70$ ;  $t_{05} = 2,07$

Уравнения линейной регрессии:  $y = 3,41x - 7,60$ ;  $y = 0,66z - 9,91$

Взаимосвязь между урожайностью ярового рапса и массой 1000 семян, а также между урожайностью и количеством семян в стручке является сильной и прямой. Установлено, что критерии значимости фактические в значительной степени превосходят теоретические ( $29,04 > 2,07$  и  $53,70 > 2,07$ ), что говорит о существенности представленных значений.

Коэффициент множественной корреляции ( $R$ ) и детерминации ( $D$ ):  $R = 0,996$ ;  $D = 99,3\%$ .

Уравнение множественной регрессии:  $y = 0,492x + 0,568z - 9,63$

В заключении стоит отметить, что лучшие показатели элементов структуры продуктивности рапса формировались при уже выявленном в предыдущих исследованиях сочетании вариантов: внесение 12,6 т/га дефеката на глубину до 20 см и минеральные удобрения на планируемую урожайность ярового рапса 3,5 т/га (вариант А4) осенью под основную обработку почвы (вариант В2) и обработка семян рапса препаратом БСка-3 (вариант С2).

### 3.5. Урожайность ярового рапса при комплексном применении дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов

Сроки внесения дефеката и удобрений, равно как и применение различных биологических препаратов для обработки семян, оказывают существенно меньшее влияние на урожайность. Данные по детальному анализу урожайности ярового рапса в полевом опыте представлены в таблицах 13 – 17, рисунке 31 и приложениях В1 – В4.

В первый, 2018 год исследований была получена наименьшая в полевом опыте урожайность ярового рапса – в среднем по опыту 2,20 т/га. Минимум показателя 1,42 т/га, максимум – 3,02 т/га.

Таблица 13 – Урожайность ярового рапса (т/га), 2018 г.

| Фактор А<br>(доза)   | Фактор В<br>(срок) | Фактор С<br>(препарат) |                         |                        | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|--|--------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
|  |                    | Без обработки          | БСка-3                  | Экстра-сол             |                      |                      |
| 6,3 т/га дефекат,<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5 т/га)    | весна              | 1,42                   | 1,68                    | 1,54                   | 1,61                 | 2,14                 |
|  | осень              | 1,58                   | 1,79                    | 1,65                   | -                    | 2,27                 |
| 12,6 т/га дефекат,<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5 т/га)   | весна              | 1,70                   | 2,05                    | 1,86                   | 1,92                 | -                    |
|  | осень              | 1,82                   | 2,12                    | 1,97                   | 0,31<br>(19,3%)      | 0,13<br>(6,1%)       |
| 6,3 т/га дефекат,<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5 т/га)  | весна              | 2,23                   | 2,65                    | 2,41                   | 2,51                 |                      |
|  | осень              | 2,34                   | 2,78                    | 2,62                   | 0,90<br>(55,9%)      |                      |
| 12,6 т/га дефекат,<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5 т/га) | весна              | 2,48                   | 2,95                    | 2,74                   | 2,78                 |                      |
|  | осень              | 2,63                   | 3,02                    | 2,87                   | 1,17<br>(72,7%)      |                      |
| Среднее по фактору С   |                    | 2,03<br>-              | 2,38<br>0,35<br>(17,2%) | 2,21<br>0,18<br>(8,9%) | 2,20                 |                      |

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,188 т/га; по ф.А (доза) 0,077 т/га; по ф.В (срок) 0,054 т/га; по ф. С (препарат) 0,066 т/га

Вместе с тем, в этом году получены наибольшие относительные различия в урожайности ярового рапса по изучаемым факторам. По фактору А (доза дефеката и минерального удобрения) лучший вариант А4 (внесение 12,6 т/га дефеката на глубину до 20 см и минеральных удобрений N<sub>140</sub>P<sub>70</sub>K<sub>100</sub> на планируемую урожайность ярового рапса 3,5 т/га) в сравнении с контролем А1 показал прибавку урожая 1,17 т/га (72,7%) при НСР<sub>05</sub> по фактору А - 0,077 т/га. В рамках фактора В (срок внесения дефеката и минеральных удобрений) также отмечена наибольшая относительная прибавка урожая ярового рапса 0,13 т/га (6,1%) по варианту В2 (внесение дефеката и минеральных удобрений осенью под основную обработку) в сравнении с контролем В1 (внесение дефеката и минеральных удобрений весной под предпосевную обработку) при НСР<sub>05</sub> по фактору В 0,054 т/га. По фактору С (обработка семян ярового рапса биологическими препаратами) в сравнении с кон-

тролем С<sub>1</sub> (без обработки) вариант С<sub>2</sub> (обработка препаратом БСка-3) показал прибавку 0,35 т/га (17,2%) и вариант С<sub>3</sub> (обработка препаратом Экстрасол) 0,18 т/га (8,9%) при НСР<sub>05</sub> по фактору С - 0,066 т/га.

Второй, 2019 год исследования был несколько урожайнее первого – в среднем по опыту яровой рапс дал 2,53 т/га семян (интервал изменения урожайности 1,71 -3,38 т/га).

Таблица 14 – Урожайность ярового рапса (т/га), 2019 г.

| Фактор А<br>(доза)  | Фактор В<br>(срок) | Фактор С<br>(препарат) |                         |                        | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|---|--------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
|   |                    | Без обработки          | БСка-3                  | Экстрасол              |                      |                      |
| 6,3 т/га дефекаат,<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5 т/га)    | весна              | 1,71                   | 2,03                    | 1,85                   | 1,94                 | 2,47                 |
|   | осень              | 1,90                   | 2,13                    | 2,02                   | -                    | 2,59                 |
| 12,6 т/га дефекаат,<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5 т/га)   | весна              | 2,07                   | 2,36                    | 2,24                   | 2,26                 | -                    |
|   | осень              | 2,15                   | 2,40                    | 2,31                   | 0,32<br>(16,5%)      | 0,12<br>(4,9%)       |
| 6,3 т/га дефекаат,<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5 т/га)  | весна              | 2,55                   | 2,97                    | 2,74                   | 2,82                 |                      |
|   | осень              | 2,68                   | 3,05                    | 2,93                   | 0,88<br>(45,4%)      |                      |
| 12,6 т/га дефекаат,<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5 т/га) | весна              | 2,77                   | 3,30                    | 3,06                   | 3,11                 |                      |
|   | осень              | 2,92                   | 3,38                    | 3,24                   | 1,17<br>(60,3%)      |                      |
| Среднее по фактору С  |                    | 2,34<br>-              | 2,70<br>0,36<br>(15,4%) | 2,55<br>0,21<br>(9,0%) | 2,53                 |                      |

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,182 т/га; по ф. А (доза) 0,074 т/га; по ф. В (срок) 0,053 т/га; по ф. С (препарат) 0,064 т/га

Как и в первый год исследований, в 2019 году лучшим по фактору А стал вариант А<sub>4</sub> – прибавка урожая составила 1,17 т/га (60,3%). Интересно отметить, что абсолютные прибавки урожая ярового рапса на лучших вариантах по факторам В и С были очень близки к отмеченным в 2018 году – на варианте В<sub>2</sub> 0,12 т/га (4,9%) при НСР<sub>05</sub> по фактору В 0,053 т/га и С<sub>2</sub> 0,36 т/га (15,4%) при НСР<sub>05</sub> по фактору С 0,064 т/га.

Самым урожайным годом в наших исследованиях был 2020 – средняя урожайность ярового рапса по опыту 3,16 т/га, минимальная – 2,19 т/га и максимальная – 4,06 т/га.

Таблица 15 – Урожайность ярового рапса (т/га), 2020 г.

| Фактор А<br>(доза)  | Фактор В<br>(срок) | Фактор С<br>(препарат) |                         |                        | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|---|--------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
|   |                    | Без обработки          | БСка-3                  | Экстрасол              |                      |                      |
| 6,3 т/га дефекаат,<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5 т/га)    | весна              | 2,19                   | 2,60                    | 2,38                   | 2,52                 | 3,08                 |
|   | осень              | 2,55                   | 2,77                    | 2,65                   | -                    | 3,25                 |
| 12,6 т/га дефекаат,<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5 т/га)   | весна              | 2,54                   | 2,92                    | 2,86                   | 2,82                 | -                    |
|   | осень              | 2,67                   | 3,03                    | 2,89                   | 0,30<br>(11,9%)      | 0,17<br>(5,5%)       |
| 6,3 т/га дефекаат,<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5 т/га)  | весна              | 3,20                   | 3,72                    | 3,34                   | 3,50                 |                      |
|   | осень              | 3,39                   | 3,71                    | 3,65                   | 0,98<br>(38,9%)      |                      |
| 12,6 т/га дефекаат,<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5 т/га) | весна              | 3,50                   | 3,93                    | 3,74                   | 3,81                 |                      |
|   | осень              | 3,67                   | 4,06                    | 3,98                   | 1,29<br>(51,2%)      |                      |
| Среднее по фактору С  |                    | 2,96<br>-              | 3,34<br>0,38<br>(12,8%) | 3,19<br>0,23<br>(7,8%) | 3,16                 |                      |

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,152 т/га; по ф. А (доза) 0,062 т/га; по ф. В (срок) 0,044 т/га; по ф. С (препарат) 0,054 т/га

По фактору А лучший вариант А4 в сравнении с контролем показал прибавку 1,29 т/га (51,2%), несколько уступал ему вариант А3 – 0,98 (38,9%) при НСР<sub>05</sub> по фактору А 0,062 т/га.

Лучший вариант В<sub>2</sub> в сравнении с контролем дал 0,17 т/га (5,5%) при НСР<sub>05</sub> по фактору В 0,044 т/га. По фактору С прибавки урожая составили на варианте С2 – 0,38 т/га (12,8%) и варианте С3 – 0,23 (7,8%) при НСР<sub>05</sub> по фактору С 0,054 т/га.

Последний, 2021 год исследований был также достаточно урожайным, хотя и уступал 2020 году – средняя по опыту продуктивность семян рапса 2,75 т/га (интервал 1,94 – 3,65 т/га). Все отмеченные выше закономерности полностью подтвердились – по всем изучаемым факторам лучшими были варианты А4 (внесение

12,6 т/га дефеката на глубину до 20 см и минеральных удобрений  $N_{140}P_{70}K_{100}$  на планируемую урожайность ярового рапса 3,5 т/га), В2 (внесение дефеката и минеральных удобрений осенью под основную обработку) и вариант С2 (обработка препаратом БСка-3) – соответствующие прибавки урожая по сравнению с контролем составили 1,19 т/га (55,1%), 0,12 т/га (4,5%) и 0,37 т/га (14,5%).

Все прибавки урожая ярового рапса, означенные выше, были существенными и превышали соответствующие значения НСР<sub>05</sub>.

Таблица 16 – Урожайность ярового рапса (т/га), 2021 г.

| Фактор А<br>(доза)  | Фактор В<br>(срок) | Фактор С (препарат) |                         |                        | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|---|--------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
|   |                    | Без обработки       | БСка-3                  | Экстрасол              |                      |                      |
| 6,3 т/га дефекат,<br>$N_{90}P_{40}K_{50}$<br>(10 см; 2,5 т/га)    | весна              | 1,94                | 2,25                    | 2,09                   | 2,16                 | 2,69                 |
|   | осень              | 2,13                | 2,36                    | 2,20                   | -                    | 2,81                 |
| 12,6 т/га дефекат,<br>$N_{90}P_{40}K_{50}$<br>(20 см; 2,5 т/га)   | весна              | 2,31                | 2,55                    | 2,43                   | 2,46                 | -                    |
|   | осень              | 2,33                | 2,62                    | 2,54                   | 0,30<br>(13,9%)      | 0,12<br>(4,5%)       |
| 6,3 т/га дефекат,<br>$N_{140}P_{70}K_{100}$<br>(10 см; 3,5 т/га)  | весна              | 2,76                | 3,19                    | 2,95                   | 3,04                 |                      |
|   | осень              | 2,90                | 3,28                    | 3,17                   | 0,88<br>(40,7%)      |                      |
| 12,6 т/га дефекат,<br>$N_{140}P_{70}K_{100}$<br>(20 см; 3,5 т/га) | весна              | 3,02                | 3,53                    | 3,29                   | 3,35                 |                      |
|   | осень              | 3,10                | 3,65                    | 3,49                   | 1,19<br>(55,1%)      |                      |
| Среднее по фактору С  |                    | 2,56<br>-           | 2,93<br>0,37<br>(14,5%) | 2,77<br>0,21<br>(8,2%) | 2,75                 |                      |

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,114 т/га; по ф. А (доза) 0,047 т/га; по ф. В (срок) 0,033 т/га; по ф. С (препарат) 0,040 т/га

В среднем за все годы исследований урожайность семян ярового рапса в многофакторном полевом опыте составила 2,66 т/га (таблица 18, рисунок 31).

По фактору А все изученные варианты в сравнении с контролем А1 (2,06 т/га) показали значительные прибавки урожая: на варианте А2 – 0,31 т/га (15,0%), на варианте А3 – 0,91 т/га (44,2%) и на лучшем варианте А4 – 1,21 т/га (58,7%). По фактору В, судя по прибавке урожая на варианте В2 0,13 (5,0%), вносить дефекат и минеральные удобрения предпочтительно под основную обработку.

Таблица 17 – Урожайность ярового рапса при комплексном применении дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов (т/га), среднее 2018-2021 гг.

| Фактор А<br>(доза)   | Фактор В<br>(срок) | Фактор С<br>(препарат) | Годы исследований |      |      |      | Среднее за 4<br>года | Среднее<br>по факто-<br>ру А | Среднее<br>по фак-<br>тору В | Среднее<br>по фак-<br>тору С |
|--|--------------------|------------------------|-------------------|------|------|------|----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|  |                    |                        | 2018              | 2019 | 2020 | 2021 |                      |                              |                              |                              |
| 6,3 т/га<br>дефекат,<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5<br>т/га)    | весна              | Без обработки          | 1,42              | 1,71 | 2,19 | 1,94 | 1,85                 | 2,06                         | 2,60                         | 2,48                         |
|  |                    | БСка-3                 | 1,68              | 2,03 | 2,60 | 2,25 | 2,14                 | -                            |                              | 2,84                         |
|  |                    | Экстрасол              | 1,54              | 1,85 | 2,38 | 2,09 | 1,97                 |                              |                              | 2,68                         |
|  | осень              | Без обработки          | 1,58              | 1,90 | 2,55 | 2,13 | 2,04                 |                              | 2,73                         |                              |
|  |                    | БСка-3                 | 1,79              | 2,13 | 2,77 | 2,36 | 2,26                 |                              |                              |                              |
|  |                    | Экстрасол              | 1,65              | 2,02 | 2,65 | 2,20 | 2,13                 |                              |                              |                              |
| 12,6 т/га<br>дефекат,<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5<br>т/га)   | весна              | Без обработки          | 1,70              | 2,07 | 2,54 | 2,31 | 2,16                 | 2,37                         | -                            | -                            |
|  |                    | БСка-3                 | 2,05              | 2,36 | 2,92 | 2,55 | 2,47                 | 0,31                         |                              | 0,36                         |
|  |                    | Экстрасол              | 1,86              | 2,24 | 2,86 | 2,43 | 2,35                 | 15,0%                        |                              | 14,5%                        |
|  | осень              | Без обработки          | 1,82              | 2,15 | 2,67 | 2,33 | 2,24                 |                              | 0,13                         |                              |
|  |                    | БСка-3                 | 2,12              | 2,40 | 3,03 | 2,62 | 2,54                 |                              | 5,0%                         | 0,20                         |
|  |                    | Экстрасол              | 1,97              | 2,31 | 2,89 | 2,54 | 2,43                 |                              |                              | 8,1%                         |
| 6,3 т/га<br>дефекат,<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5<br>т/га)  | весна              | Без обработки          | 2,23              | 2,55 | 3,20 | 2,76 | 2,69                 | 2,97                         |                              |                              |
|  |                    | БСка-3                 | 2,65              | 2,97 | 3,72 | 3,19 | 3,13                 | 0,91                         |                              |                              |
|  |                    | Экстрасол              | 2,41              | 2,74 | 3,34 | 2,95 | 2,86                 | 44,2%                        |                              |                              |
|  | осень              | Без обработки          | 2,34              | 2,68 | 3,39 | 2,90 | 2,83                 |                              |                              |                              |
|  |                    | БСка-3                 | 2,78              | 3,05 | 3,71 | 3,28 | 3,21                 |                              |                              |                              |
|  |                    | Экстрасол              | 2,62              | 2,93 | 3,65 | 3,17 | 3,09                 |                              |                              |                              |
| 12,6 т/га<br>дефекат,<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5<br>т/га) | весна              | Без обработки          | 2,48              | 2,77 | 3,50 | 3,02 | 2,94                 | 3,27                         |                              |                              |
|  |                    | БСка-3                 | 2,95              | 3,30 | 3,93 | 3,53 | 3,43                 | 1,21                         |                              |                              |
|  |                    | Экстрасол              | 2,74              | 3,06 | 3,74 | 3,29 | 3,21                 | 58,7%                        |                              |                              |
|  | осень              | Без обработки          | 2,63              | 2,92 | 3,67 | 3,10 | 3,08                 |                              |                              |                              |
|  |                    | БСка-3                 | 3,02              | 3,38 | 4,06 | 3,65 | 3,53                 |                              |                              |                              |
|  |                    | Экстрасол              | 2,87              | 3,24 | 3,98 | 3,49 | 3,40                 |                              |                              |                              |
| Среднее по годам   |                    |                        | 2,20              | 2,53 | 3,16 | 2,75 | 2,66                 |                              |                              |                              |

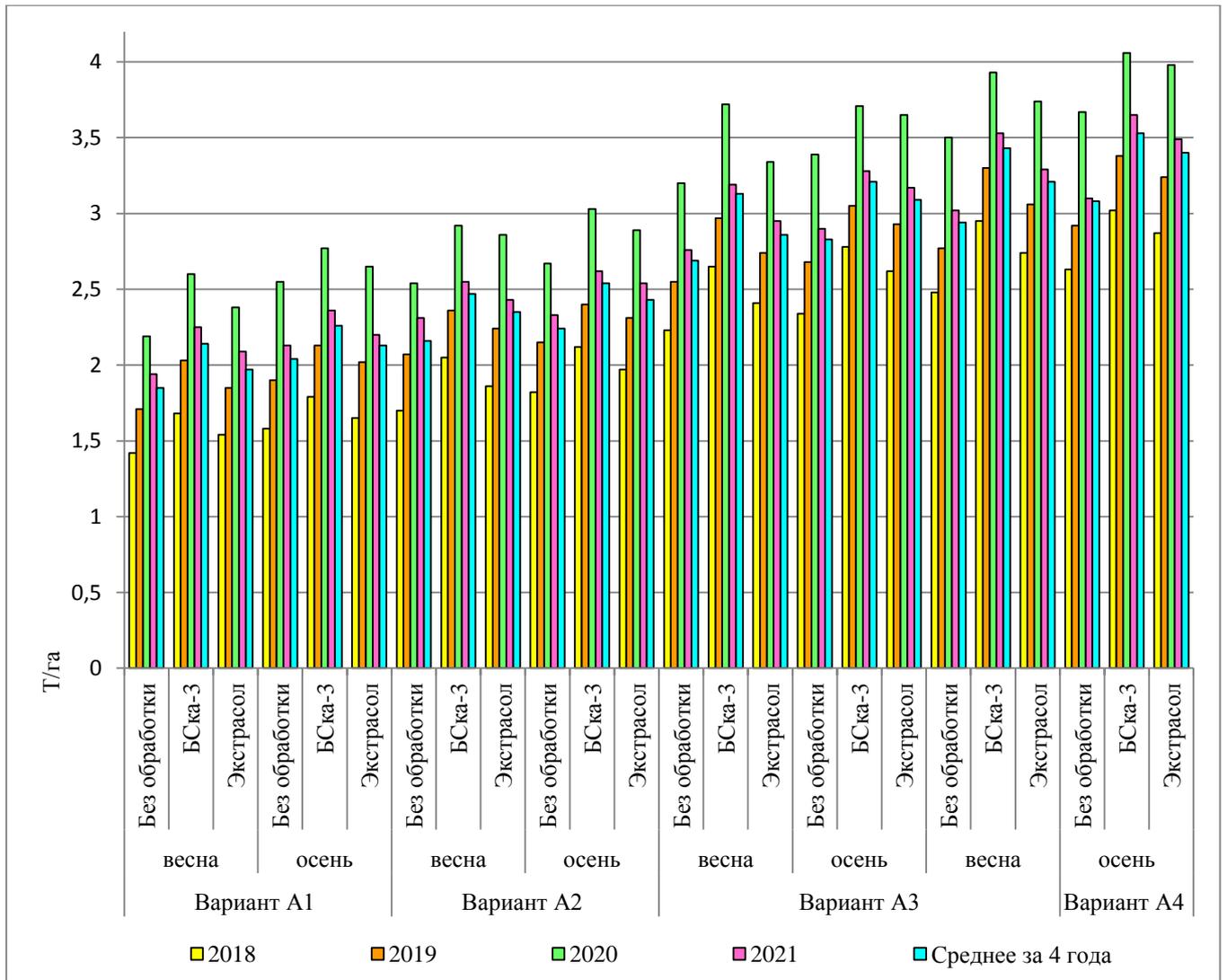


Рисунок 31 – Урожайность ярового рапса в опыте (т/га), среднее 2018-2021 гг.

По фактору С обработка семян ярового рапса препаратом БСка-3 (вариант С2) даёт среднюю прибавку 0,36 т/га (14,5%), а препаратом Экstrasол (вариант С3) – 0,20 т/га (8,1%).

Обобщая результаты исследований, можно сделать однозначный вывод – наиболее эффективной из изученных в многофакторном полевом опыте технологий на выщелоченном тяжелосуглинистом чернозёме при возделывании ярового рапса является внесение 12,6 т/га дефеката на глубину до 20 см и минеральных удобрений  $N_{140}P_{70}K_{100}$  на планируемую урожайность ярового рапса 3,5 т/га под осеннюю основную обработку почвы в сочетании с обработкой семян препаратом БСка-3.

### Заключение к главе 3.

Результаты опыта подтверждают, что лучшим сочетанием вариантов, изучаемых в полевом многофакторном опыте является, внесение дефеката в дозе 12,6 т/га на глубину до 20 см и минеральных удобрений  $N_{140}P_{70}K_{100}$  осенью под основную обработку в сочетании с обработкой семян рапса перед посевом препаратом БСка-3, которое обеспечивало получение максимальной урожайности (3,53 т/га). Выявлено, что для роста и развития ярового рапса значения плотности, влажности и кислотности выщелоченного тяжелосуглинистого чернозёма отмечаются именно на данном варианте.

При таком сочетании во все годы исследований отмечалась наименьшая засорённость ярового рапса малолетними (от 25,3 до 37,3 шт./м<sup>2</sup>, среднее 30,4 шт./м<sup>2</sup>) и многолетними (от 2,0 до 3,4 шт./м<sup>2</sup>, среднее 2,7 шт./м<sup>2</sup>) сорняками. Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи продуктивности ярового рапса от засорённости показал сильную и обратную взаимосвязь, при коэффициенте корреляции более 0,8 ( $r < 0$ ). Уравнения линейной регрессии:  $y = 4,91 - 0,05x$ ;  $y = 0,21z + 3,99$  и множественной регрессии  $y = 4,03 - 0,002x + 0,2z$  позволяют анализировать изменение урожайности рапса при изменении засорённости посевов.

Корреляционно-регрессионный анализ линейной взаимосвязи урожайности ярового рапса и биологической активности почвы показал наличие сильной прямой связи ( $r_{yx} = 0,841$ ;  $D_{yx} = 70,7\%$ ). Уравнение регрессии  $y = 0,05x + 0,79$  достоверно описывает означенную связь и позволяет прогнозировать урожайность ярового рапса при изменении биологической активности почвы в пределах вариационного ряда.

По всем элементам структуры урожая наибольшие показатели получены на варианте с внесением 12,6 т/га дефеката на глубину до 20 см и минеральных удобрений  $N_{140}P_{70}K_{100}$  на планируемую урожайность ярового рапса 3,5 т/га с обработкой семян микробиологическим препаратом БСка-3. На данном варианте фиксировали густоту стояния растений ярового рапса перед уборкой - 97,8 шт/м<sup>2</sup>, количество стручков на 1 растение - 54,9 шт., массу 1000 семян на 3,25 г, количество семян в стручке - 20,4 шт.

## ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОСТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ГРИБОВОДСТВА В КОМПЛЕКСЕ С УДОБРЕНИЯМИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАПСА

### 4.1. Структура урожая ярового рапса в зависимости от комплексного действия компостов, минеральных и органоминеральных удобрений

При выращивании капустных масличных культур на семенные цели, важными биометрическими показателями являются количество растений перед уборкой, число стручков на растении и семян в стручке, а также масса 1000.

Результаты исследования в многофакторном полевом опыте представлены в таблицах 18 -21.

Рассмотрим изменение различных элементов структуры урожая изучаемой культуры по средним за 6 лет исследований показателям. Следует отметить, что все изучаемые в опыте факторы положительно влияли на их формирование.

Таблица 18 – Количество растений перед уборкой в зависимости от комплексного действия компостов, минеральных и органоминеральных удобрений (шт./м<sup>2</sup>), среднее 2017-2022 гг.

| Фактор А<br>(вид компоста)  | Фактор В<br>(доза азота) | Фактор С (обработка посевов) |                    |                    | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
|                             |                          | без обработки (С1)           | Полишанс (С2)      | СЗ-Полидон Био     |                      |                      |
| Свежий компост              | без N                    | 87,4                         | 95,7               | 98,2               | 98,0                 | 91,6                 |
|                             | N <sub>15</sub>          | 94,6                         | 97,9               | 99,4               |                      | 95,7                 |
|                             | N <sub>70</sub>          | 98,0                         | 100,3              | 101,8              |                      | 99,1                 |
|                             | N <sub>125</sub>         | 99,0                         | 101,3              | 102,3              |                      | 100,4                |
| Выдержанный (1 год) компост | без N                    | 81,8                         | 91,6               | 95,1               | 95,4                 | -                    |
|                             | N <sub>15</sub>          | 90,4                         | 94,7               | 96,9               | -2,6<br>(2,7%)       | 4,1<br>(4,5%)        |
|                             | N <sub>70</sub>          | 94,4                         | 99,1               | 100,8              |                      | 7,5<br>(8,2%)        |
|                             | N <sub>125</sub>         | 98,1                         | 100,3              | 101,3              |                      | 8,8<br>(9,6%)        |
| Среднее по фактору С        |                          | 93,0<br>-                    | 97,6<br>4,6 (4,9%) | 99,5<br>6,5 (7,0%) |                      |                      |

Наибольшее влияние на изменение всех элементов продуктивности рапса имели варианты по фактору В (внесение необходимых доз азотных удобрений на различные планируемые уровни урожайности семян ярового рапса).

Количество растений перед уборкой на контрольном варианте В1 (без внесения) составила в среднем за 6 лет исследований 91,6 шт./м<sup>2</sup>. На варианте В2 (доза внесения N<sub>15</sub> на планируемый урожай 2,5 т/га) прирост показателя составил 4,1 шт./м<sup>2</sup> (4,5%), на варианте В3 (доза N<sub>70</sub> на планируемый урожай 3,0 т/га) – 7,5 шт./м<sup>2</sup> (8,2%) и на варианте А4 (доза N<sub>125</sub> на планируемый урожай 3,5 т/га) – 8,8 шт./м<sup>2</sup> (9,6%).

Фактор А (вид компоста) практически не влиял на изменение густоты стояния растений. Вариант А1 (внесение свежего компоста) превышал вариант А2 (внесение перепревшего в течение одного года компоста) всего лишь на 2,6 шт./м<sup>2</sup> (2,7%) и в среднем за 6 лет составил 98,0 шт./м<sup>2</sup>.

Таблица 19 – Количество стручков на 1 растение в зависимости от комплексного действия компостов, минеральных и органоминеральных удобрений (шт.), среднее 2017-2022 гг.

| Фактор А<br>(вид компоста)  | Фактор В<br>(доза азота) | Фактор С (обработка посевов) |                    |                    | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
|                             |                          | без обработки                | Полишанс           | Полидон Био        |                      |                      |
| Свежий компост              | без N                    | 47,7                         | 49,9               | 50,6               | 52,3                 | 48,8                 |
|                             | N <sub>15</sub>          | 49,3                         | 51,5               | 52,4               |                      | 50,4                 |
|                             | N <sub>70</sub>          | 52,0                         | 53,7               | 54,3               |                      | 52,8                 |
|                             | N <sub>125</sub>         | 54,2                         | 55,7               | 56,3               |                      | 54,7                 |
| Выдержанный (1 год) компост | без N                    | 46,2                         | 48,5               | 49,7               | 51,0                 | -                    |
|                             | N <sub>15</sub>          | 48,3                         | 49,9               | 51,0               | -1,3<br>(2,5%)       | 1,6<br>(3,3%)        |
|                             | N <sub>70</sub>          | 50,0                         | 53,0               | 53,7               |                      | 4,0<br>(8,2%)        |
|                             | N <sub>125</sub>         | 52,6                         | 54,2               | 55,0               |                      | 5,9(12,1<br>%)       |
| Среднее по фактору С        |                          | 50,0<br>-                    | 52,1<br>2,1 (4,2%) | 52,9<br>2,9 (5,8%) |                      |                      |

Лучшим вариантом по фактору С (обработка посевов рапса различными препаратами) был С3 (обработка препаратом Полидон Био Масличный) - количество растений рапса перед уборкой превышала контроль С1 (без обработки) на 6,5 шт./м<sup>2</sup> (7,0 %) и в среднем за 6 лет составила 99,5 шт./м<sup>2</sup>.

Число стручков на 1 растение изучаемой культуры в полевом опыте по факторам и вариантам имело небольшие различия: по фактору А лучший вариант А1 (внесение 30 т/га свежего компоста) превышал А2 (внесение 30 т/га перепревшего в течение одного года компоста) в среднем за 6 лет исследований на 2,5 % и составлял 52,3 шт. Самые большие различия отмечены по фактору В – лучший вариант В4 (доза N125 на планируемый урожай 3,5 т/га) превышал контрольный В1 (без внесения) на 12,1 % и с средним составил 54,7 шт. (колебания по годам от 49,9 до 58,2 шт.).

Таблица 20 – Количество семян в 1 стручке в зависимости от комплексного действия компостов, минеральных и органоминеральных удобрений (шт.), среднее 2017-2022 гг.

| Фактор А<br>(вид компоста)  | Фактор В<br>(доза азота) | Фактор С (обработка посевов) |                    |                    | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
|                             |                          | без обработки                | Полишанс           | Полидон Био        |                      |                      |
| Свежий компост              | без N                    | 16,8                         | 17,9               | 18,4               | 19,1                 | 17,3                 |
|                             | N <sub>15</sub>          | 17,7                         | 18,6               | 19,1               |                      | 18,1                 |
|                             | N <sub>70</sub>          | 19,0                         | 19,8               | 20,3               |                      | 19,4                 |
|                             | N <sub>125</sub>         | 20,1                         | 20,8               | 21,2               |                      | 20,3                 |
| Выдержанный (1 год) компост | без N                    | 16,1                         | 17,2               | 17,6               | 18,4                 | -                    |
|                             | N <sub>15</sub>          | 17,2                         | 17,9               | 18,3               | -0,7<br>(3,7%)       | 0,8 (4,6%)           |
|                             | N <sub>70</sub>          | 18,0                         | 19,3               | 19,8               |                      | 2,1(12,1%)           |
|                             | N <sub>125</sub>         | 19,3                         | 20,1               | 20,5               |                      | 3,0(17,3%)           |
| Среднее по фактору С        |                          | 18,0<br>-                    | 19,0<br>1,0 (5,6%) | 19,4<br>1,4 (7,8%) |                      |                      |

По фактору С лучшее значение показал вариант С3 (обработка препаратом Полидон Био Масличный) – в среднем за 6 лет 52,9 шт. (различие с контролем 5,8 %).

Различия между вариантами по изучаемым в многолетнем полевом опыте факторам по другим элементам продуктивности рапса были несколько выше, чем по двум рассмотренным выше.

Число семян в 1 стручке рапса ярового по фактору А в среднем за 6 лет на варианте А1 составило 19,1 шт. и превышало показатель по варианту А2 уже на 3,7 %; по фактору В лучший вариант В4 превышал контрольный В1 на 17,4 % и показал значение 20,3 шт. и по фактору С – вариант С3 дал 19,4 шт. семян в стручке, превышая контрольный вариант С1 на 7,8 %. Изменение означенного показателя в различные годы исследования лежало в пределах от 15,0 до 22,1 шт.

Самые существенные различия между вариантами по всем факторам в опыте, как в разные годы, так и в среднем за 6 лет исследований, отмечены при анализе такого показателя, как масса 1000 семян.

Таблица 21 – Зависимость массы 1000 семян от комплексного действия компостов, минеральных и органоминеральных удобрений (г), среднее 2017-2022 гг.

| Фактор А (вид компоста)     | Фактор В (доза азота) | Фактор С (обработка посевов) |                    |                    | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
|                             |                       | без обработки                | Полишанс           | Полидон Био        |                      |                      |
| Свежий компост              | без N                 | 2,65                         | 2,83               | 2,92               | 3,06                 | 2,73                 |
|                             | N <sub>15</sub>       | 2,78                         | 3,0                | 3,07               |                      | 2,88                 |
|                             | N <sub>70</sub>       | 3,05                         | 3,18               | 3,25               |                      | 3,09                 |
|                             | N <sub>125</sub>      | 3,22                         | 3,35               | 3,43               |                      | 3,27                 |
| Выдержанный (1 год) компост | без N                 | 2,48                         | 2,70               | 2,77               | 2,92                 | -                    |
|                             | N <sub>15</sub>       | 2,67                         | 2,88               | 2,90               | 0,14(4,6%)           | 0,15(5,5%)           |
|                             | N <sub>70</sub>       | 2,85                         | 3,08               | 3,13               |                      | 0,36(13,2%)          |
|                             | N <sub>125</sub>      | 3,08                         | 3,23               | 3,30               |                      | 0,54(19,8%)          |
| Среднее по фактору С        |                       | 2,85<br>-                    | 3,03<br>0,18(6,3%) | 3,10<br>0,25(8,8%) |                      |                      |

Установлено, что масса 1000 семян на лучшем варианте по фактору А1 (внесение свежего компоста) составила в среднем за 6 лет исследований 3,06 г. Внесение перепревшего в течение одного года компоста (вариант А2) снижало

этот показатель на 0,14 г (4,6 %). Лучший вариант В4 (доза N<sub>125</sub> на планируемый урожай 3,5 т/га) превышал контроль В1 на 0,54 г (19,8 %) и достиг показателя 3,27 г. Несколько меньшие различия отмечены по фактору С (обработка посевов различными препаратами) – на контроле С1 (без обработки) этот показатель составил 2,85 г, и на лучшем варианте С3 – 3,1 г (увеличение на 8,8 %).

Таким образом, по всем элементам структуры урожая культуры самые высокие показатели в многолетнем многофакторном полевом опыте получены при сочетании вариантов А1В4С3 – внесение 30 т/га свежего компоста и азотных удобрений в дозе N<sub>125</sub> на планируемый урожай 3,5 т/га в сочетании с двукратной обработкой посевов препаратом Полидон Био Масличный (1,0 л/га) в фазу бутонизации и в фазу начала развития стручков.

#### 4.2. Урожайность ярового рапса в зависимости от комплексного действия компостов, минеральных и органоминеральных удобрений

Установлено, что именно доза азотосодержащих удобрений (фактор В) обеспечивала высокую эффективность, которая отразилась на продуктивности культуры. Максимальная прибавка урожая по лучшему варианту В4 (доза N<sub>125</sub> на планируемый урожай 3,5 т/га) в 2020-2022 годах составила 1,41-1,43 т/га и различных препаратов для обработки посевов (фактор С) - максимальная прибавка урожая по варианту С3 (обработка препаратом Полидон Био Масличный) в те же годы 0,67-0,69 т/га. Применение различных видов компоста (фактор А) оказывает существенно меньшее влияние на урожайность - максимальные различия в урожайности составили от 0,31 до 0,35 т/га.

Данные по детальному анализу изменения урожайности ярового рапса в полевом опыте по годам представлены в таблицах 22 - 27 и приложениях Г1 – Г6, сводные данные по урожайности семян ярового рапса, а также средние значения по изучаемым факторам и вариантам представлены в таблице 28.

В первый, 2017 год исследований климатические условия вегетационного периода складывались неблагоприятно, поэтому в многофакторном полевом опы-

те была получена относительно невысокая урожайность семян культуры, которая составила 2,31 т/га. Минимум показателя 1,46 т/га, максимум – 3,05 т/га.

По фактору А (вид компоста) лучший вариант А1 (внесение 30 т/га свежего компоста) в сравнении с вариантом А2 (внесение 30 т/га выдержанного в течение 1 года компоста) показал прибавку урожая ярового рапса 0,32 т/га (13,0 %) при НСР<sub>05</sub> по фактору А 0,044 т/га.

По фактору В (доза азотных удобрений на планируемый урожай) наибольшая прибавка урожая составила 1,24 т/га (72,1%) по варианту В4 (доза N<sub>125</sub> на планируемый урожай 3,5 т/га) в сравнении с контролем В1 (без удобрений) при НСР<sub>05</sub> по фактору В 0,062 т/га.

Таблица 22 – Урожайность ярового рапса от факторов (т/га), 2017 г.

| Фактор А (вид компоста)          | Фактор В (доза азота) | Фактор С (обработка посевов) |                         |                         | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
|                                  |                       | без обработки (С1)           | Полишанс (С2)           | Полидон Био (С3)        |                      |                      |
| Свежий компост (А1)              | без N (В1)            | 1,46                         | 1,98                    | 2,17                    | 2,47                 | 1,72                 |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | 1,88                         | 2,27                    | 2,49                    |                      | 2,04                 |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | 2,43                         | 2,74                    | 2,86                    |                      | 2,53                 |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | 2,70                         | 3,22                    | 3,47                    |                      | 2,96                 |
| Выдержанный (1 год) компост (А2) | без N (В1)            | 1,31                         | 1,67                    | 1,75                    | 2,15                 | -                    |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | 1,59                         | 1,92                    | 2,08                    | -0,32 (-13,0%)       | 0,32 (18,6%)         |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | 1,87                         | 2,54                    | 2,73                    |                      | 0,81 (47,1%)         |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | 2,40                         | 2,89                    | 3,05                    |                      | 1,24 (72,1%)         |
| Среднее по фактору С             |                       | 1,96<br>-                    | 2,40<br>0,44<br>(22,4%) | 2,58<br>0,62<br>(31,6%) |                      |                      |

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,153 т/га: по ф.А (вид компоста) 0,044 т/га; по ф.В (доза азота) 0,062 т/га; по ф.С (обработка посевов) 0,054 т/га

В рамках фактора С (обработка посевов ярового рапса различными препаратами) вариант С2 (обработка препаратом Полишанс) показал прибавку 0,44 т/га (22,4%) и вариант С3 (обработка препаратом Полидон Био Масличный) 0,62 т/га (31,6%) в сравнении с контролем С1 (без обработки) при НСР<sub>05</sub> по фактору С 0,054 т/га.

Второй, 2018 год исследования оказался самым сложным по климатическим условиям, что привело к формированию самой низкой урожайности в опыте – в среднем 2,08 т/га семян (интервал изменения урожайности 1,26 - 2,86 т/га). Как и в первый год исследований, в 2018 году лучшим по фактору А стал вариант А1 (внесение 30 т/га свежего компоста) – абсолютная прибавка урожая составила здесь 0,33 т/га при НСР<sub>05</sub> по фактору А 0,056 т/га и лежала в пределах отмеченных за все годы исследования значений, относительная же прибавка урожая составила 14,7 % и оказалась наибольшей за все годы исследования

Таблица 23 – Урожайность ярового рапса от факторов (т/га), 2018

| Фактор А (вид компоста)          | Фактор В (доза азота) | Фактор С (обработка посевов) |               |                  | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------|------------------|----------------------|----------------------|
|                                  |                       | без обработки (С1)           | Полишанс (С2) | Полидон Био (С3) |                      |                      |
| Свежий компост (А1)              | без N (В1)            | 1,26                         | 1,73          | 1,92             | 2,25                 | 1,48                 |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | 1,66                         | 2,07          | 2,23             |                      | 1,81                 |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | 2,19                         | 2,55          | 2,64             |                      | 2,32                 |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | 2,50                         | 3,02          | 3,25             |                      | 2,74                 |
| Выдержанный (1 год) компост (А2) | без N (В1)            | 1,04                         | 1,41          | 1,52             | 1,92                 | -                    |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | 1,36                         | 1,70          | 1,83             | -0,33 (-14,7%)       | 0,33 (22,3%)         |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | 1,67                         | 2,38          | 2,49             |                      | 0,84 (56,8%)         |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | 2,14                         | 2,65          | 2,86             |                      | 1,26 (85,1%)         |
| Среднее по фактору С             |                       | 1,73                         | 2,19          | 2,34             |                      |                      |
|                                  |                       | -                            | 0,46 (26,6%)  | 0,61 (35,3%)     |                      |                      |

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,195 т/га: по ф.А (вид компоста) 0,056 т/га; по ф.В (доза азота) 0,080 т/га; по ф.С (обработка посевов) 0,069 т/га

Интересно отметить, что на лучших вариантах по факторам В и С в неблагоприятный 2018 год абсолютные прибавки урожая были минимальными, а относительные, напротив, оказались максимальными: на варианте В4 (доза N<sub>125</sub> на планируемый урожай 3,5 т/га) прибавка урожая в сравнении с контролем составила 1,26 т/га (85,1 %) и на варианте С3 (обработка препаратом Полидон Био Масличный) - 0,61 т/га (35,3 %) при НСР<sub>05</sub> по фактору В 0,080 т/га.

На третий год исследований климатические условия сложились более благоприятно, чем в два предыдущих, что и привело к некоторому повышению урожайности семян ярового рапса – средняя по опыту 2,48 т/га (диапазон значений от 1,52 до 3,21 т/га). Абсолютные прибавки урожая по фактору А лежали в пределах, отмеченных выше; по фактору В значительно их превышали - от 0,29 т/га по варианту В2 (доза N<sub>15</sub> на планируемый урожай 2,5 т/га) до 0,42 т/га по варианту В4 (доза N<sub>125</sub> на планируемый урожай 3,5 т/га) и так же были существенно больше по фактору С – на 0,43 т/га по варианту С2 (обработка препаратом Полишанс) и 0,38 т/га по варианту С3 (обработка препаратом Полидон Био Масличный). Относительные прибавки урожая по изучаемым факторам в 2019 году были несколько ниже, чем в 2017 и 2018 годах.

Таблица 24 – Урожайность ярового рапса от факторов (т/га), 2019 г.

| Фактор А (вид компоста)          | Фактор В (доза азота) | Фактор С (обработка посевов) |                         |                         | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
|                                  |                       | без обработки (С1)           | Полишанс (С2)           | Полидон Био (С3)        |                      |                      |
| Свежий компост (А1)              | без N (В1)            | 1,52                         | 2,10                    | 2,24                    | 2,64                 | 1,77                 |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | 1,93                         | 2,58                    | 2,65                    |                      | 2,20                 |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | 2,47                         | 3,08                    | 3,16                    |                      | 2,80                 |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | 2,90                         | 3,46                    | 3,59                    |                      | 3,16                 |
| Выдержанный (1 год) компост (А2) | без N (В1)            | 1,21                         | 1,74                    | 1,80                    | 2,33                 | -                    |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | 1,82                         | 2,05                    | 2,17                    | -0,31 (-11,7%)       | 0,43 (24,3%)         |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | 2,31                         | 2,86                    | 2,93                    |                      | 1,03 (58,2%)         |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | 2,73                         | 3,09                    | 3,21                    |                      | 1,39 (78,5%)         |
| Среднее по фактору С             |                       | 2,11<br>-                    | 2,62<br>0,51<br>(24,2%) | 2,72<br>0,61<br>(28,9%) |                      |                      |

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,184 т/га: по ф.А (вид компоста) 0,053 т/га; по ф.В (доза азота) 0,075 т/га; по ф.С (обработка посевов) 0,065 т/га

В наших исследованиях самым продуктивным оказался 2020 год – средняя по опыту урожайность ярового рапса составила 2,95 т/га, минимальная – 2,04 т/га и максимальная – 3,79 т/га. Необходимо отметить, что по всем изучаемым факторам и вариантам в многофакторном полевом опыте были получены максимальные

абсолютные прибавки урожая. Внесение 30 т/га свежего компоста в сравнении с вариантом, где вносили ту же дозу, но выдержанного 1 год компоста установлена прибавка 0,35 т/га (11,2 %) при НСР<sub>05</sub> по фактору А 0,044 т/га.

Таблица 25 – Урожайность ярового рапса от факторов (т/га), 2020 г.

| Фактор А (вид компоста)          | Фактор В (доза азота) | Фактор С (обработка семян) |                         |                         | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
|                                  |                       | без обработки (С1)         | Полишанс (С2)           | Полидон Био (С3)        |                      |                      |
| Свежий компост (А1)              | без N (В1)            | 2,04                       | 2,56                    | 2,75                    | 3,12                 | 2,27                 |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | 2,41                       | 2,92                    | 3,13                    |                      | 2,65                 |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | 3,07                       | 3,46                    | 3,58                    |                      | 3,19                 |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | 3,44                       | 3,95                    | 4,18                    |                      | 3,69                 |
| Выдержанный (1 год) компост (А2) | без N (В1)            | 1,61                       | 2,22                    | 2,46                    | 2,77                 | -                    |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | 2,15                       | 2,58                    | 2,70                    | -0,35 (-11,2%)       | 0,38 (16,7%)         |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | 2,54                       | 3,15                    | 3,33                    |                      | 0,92 (40,5%)         |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | 3,20                       | 3,56                    | 3,79                    |                      | 1,42 (62,6%)         |
| Среднее по фактору С             |                       | 2,56<br>-                  | 3,05<br>0,49<br>(19,1%) | 3,24<br>0,68<br>(26,6%) |                      |                      |

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,154 т/га: по ф.А (вид компоста) 0,044 т/га; по ф.В (доза азота) 0,063 т/га; по ф.С (обработка семян) 0,054 т/га

По фактору В лучшие варианты В3 (доза N<sub>70</sub> на планируемый урожай 3,0 т/га) и В4 (доза N<sub>125</sub> на планируемый урожай 3,5 т/га) в сравнении с контролем В1 (без внесения азота) дали прибавки урожая 0,92 т/га (40,5 %) и 1,42 т/га (62,6%) соответственно при НСР<sub>05</sub> по фактору В 0,063 т/га.

По фактору С (обработка посевов различными препаратами) прибавки урожая семян ярового рапса составили на варианте С2 (препарат Полишанс) – 0,49 т/га (19,1 %) и варианте С3 (препарат Полидон Био Масличный) – 0,68 т/га (26,6 %) при НСР<sub>05</sub> по фактору С 0,054 т/га.

2021 год по климатическим условиям был также достаточно благоприятным, хотя и уступал по урожайности 2020 году – средняя по многофакторному

полевому опыту продуктивность семян рапса 2,66 т/га (минимальное значение 1,73 т/га, максимальное – 3,57 т/га).

Таблица 26 – Урожайность ярового рапса от факторов (т/га), 2021 г.

| Фактор А (вид компоста)          | Фактор В (доза азота) | Фактор С (обработка семян) |                         |                         | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
|                                  |                       | без обработки (С1)         | Полишанс (С2)           | Полидон Био (С3)        |                      |                      |
| Свежий компост (А1)              | без N (В1)            | 1,73                       | 2,27                    | 2,49                    | 2,83                 | 1,99                 |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | 2,13                       | 2,65                    | 2,84                    |                      | 2,36                 |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | 2,74                       | 3,12                    | 3,30                    |                      | 2,88                 |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | 3,18                       | 3,65                    | 3,86                    |                      | 3,42                 |
| Выдержанный (1 год) компост (А2) | без N (В1)            | 1,32                       | 1,94                    | 2,17                    | 2,49                 | -                    |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | 1,86                       | 2,29                    | 2,41                    | -0,34 (-12,0%)       | 0,37 (18,6%)         |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | 2,23                       | 2,82                    | 3,06                    |                      | 0,89 (44,7%)         |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | 2,95                       | 3,28                    | 3,57                    |                      | 1,43 (71,9%)         |
| Среднее по фактору С             |                       | 2,27                       | 2,75<br>0,48<br>(21,1%) | 2,96<br>0,69<br>(30,4%) |                      |                      |

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,193 т/га; НСР<sub>05</sub> по ф.А (вид компоста) 0,056 т/га; НСР<sub>05</sub> по ф.В (доза азота) 0,079 т/га; по ф.С (обработка семян) 0,068 т/га

Все отмеченные в предыдущие годы исследования закономерности полностью подтвердились – по трём изучаемым факторам лучшими были варианты А1 (внесение 30 т/га свежего компоста), В4 (внесение N<sub>125</sub> на планируемый урожай 3,5 т/га) и вариант С3 (обработка посевов препаратом Полидон Био Масличный), которые обеспечили прибавки дополнительной урожайности относительно контроля соответственно - 0,34 т/га (12,0 %); 1,43 т/га (71,9 %) и 0,69 т/га (30,4 %).

Все различия в урожайности ярового рапса по факторам и вариантам являлись существенными и превышали соответствующие значения НСР<sub>05</sub>.

Урожайность ярового рапса в заключающем исследовании 2022 году так же находилась на высоком уровне – среднее по опыту значение 2,73 т/га в диапазоне от 1,82 до 3,60 т/га. Все выявленные закономерности подтверждены, прибавки урожайности существенны.

Таблица 27 – Урожайность ярового рапса от факторов (т/га), 2022 г.

| Фактор А (вид компоста)          | Фактор В (доза азота) | Фактор С (обработка семян) |                         |                         | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
|                                  |                       | без обработки (С1)         | Полишанс (С2)           | Полидон Био (С3)        |                      |                      |
| Свежий компост (А1)              | без N (В1)            | 1,82                       | 2,34                    | 2,53                    | 2,92                 | 2,08                 |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | 2,20                       | 2,75                    | 2,97                    |                      | 2,45                 |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | 2,84                       | 3,23                    | 3,36                    |                      | 2,96                 |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | 3,28                       | 3,77                    | 3,92                    |                      | 3,49                 |
| Выдержанный (1 год) компост (А2) | без N (В1)            | 1,45                       | 2,04                    | 2,27                    | 2,57                 | -                    |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | 1,93                       | 2,36                    | 2,49                    | -0,35 (-12,0%)       | 0,37 (17,8%)         |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | 2,32                       | 2,90                    | 3,11                    |                      | 0,88 (42,3%)         |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | 3,03                       | 3,35                    | 3,60                    |                      | 1,41 (67,8%)         |
| Среднее по фактору С             |                       | 2,36<br>-                  | 2,84<br>0,48<br>(20,3%) | 3,03<br>0,67<br>(28,4%) |                      |                      |

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,174 т/га: НСР<sub>05</sub> по ф.А (вид компоста) 0,050 т/га; НСР<sub>05</sub> по ф.В (доза азота) 0,071 т/га; по ф.С (обработка семян) 0,061 т/га

Для полноты заключительных выводов в целом по проведённым в 2017 – 2022 годах исследованиям в многофакторном полевом опыте все данные по урожайности рапса были сведены в единую таблицу и исчислены средние за шесть лет прибавки урожая по изученным факторам и вариантам (таблица 29). В среднем за все годы исследований урожайность ярового рапса в полевом опыте составила 2,54 т/га. По фактору А на варианте А1 (внесение 30 т/га свежего компоста) было получено в среднем по опыту 2,7 т/га, на варианте А2 (внесение 30 т/га выдержанного в течение 1 года компоста) было получено по опыту 2,37 т/га. Разница в урожайности между этими опытами оказалась значительной и составила 0,27 т/га (12,2 %). Сравнением урожайности в рамках фактора В было установлено, что на контроле В1 (без удобрений) 1,89 т/га, на варианте В2 (доза N<sub>15</sub> на планируемый урожай 2,5 т/га) 2,25 т/га; вариант В3 (доза N<sub>70</sub> на планируемый урожай 3,0 т/га) 2,78 т/га и на варианте В4 (доза N<sub>125</sub> на планируемый урожай 3,5 т/га) 3,23 т/га. Отклонение от планируемого урожая по вариантам от 7,3 до 10,0 %, что говорит о достаточно точных и обоснованных расчётах схемы опыта.

Таблица 28 – Урожайность ярового рапса в полевом опыте в зависимости от вариантов исследований (т/га), среднее 2017-2022 гг.

| Фактор А                         | Фактор В              | Фактор С         | 2017г. | 2018г. | 2019г. | 2020г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее | Среднее по фактору А | Среднее по фактору В | Среднее по фактору С |         |
|----------------------------------|-----------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|----------------------|----------------------|----------------------|---------|
| Свежий-компост (А1)              | без N (В1)            | без обработки С1 | 1,46   | 1,26   | 1,52   | 2,04   | 1,73    | 1,82    | 1,64    | 2,70                 | 1,89                 | 2,16                 |         |
|                                  |                       | Полишанс С2      | 1,98   | 1,73   | 2,10   | 2,56   | 2,27    | 2,34    | 2,16    |                      |                      | 2,64                 |         |
|                                  |                       | Полидон Био С3   | 2,17   | 1,92   | 2,24   | 2,75   | 2,49    | 2,53    | 2,35    |                      |                      | 2,81                 |         |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | без обработки С1 | 1,88   | 1,66   | 1,93   | 2,41   | 2,13    | 2,20    | 2,04    |                      | 2,25                 |                      |         |
|                                  |                       | Полишанс С2      | 2,27   | 2,07   | 2,58   | 2,92   | 2,65    | 2,75    | 2,54    |                      |                      |                      |         |
|                                  |                       | Полидон Био С3   | 2,49   | 2,23   | 2,65   | 3,13   | 2,84    | 2,97    | 2,72    |                      |                      |                      |         |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | без обработки С1 | 2,43   | 2,19   | 2,47   | 3,07   | 2,77    | 2,84    | 2,63    |                      | 2,78                 |                      | -       |
|                                  |                       | Полишанс С2      | 2,74   | 2,50   | 3,01   | 3,46   | 3,12    | 3,13    | 2,99    |                      |                      |                      | 0,48    |
|                                  |                       | Полидон Био С3   | 2,86   | 2,64   | 3,16   | 3,58   | 3,30    | 3,36    | 3,15    |                      |                      |                      | (22,2%) |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | без обработки С1 | 2,70   | 2,50   | 2,90   | 3,44   | 3,18    | 3,28    | 3,00    |                      | 3,23                 |                      |         |
|                                  |                       | Полишанс С2      | 3,22   | 3,02   | 3,46   | 3,95   | 3,65    | 3,67    | 3,50    |                      |                      |                      |         |
|                                  |                       | Полидон Био С3   | 3,47   | 3,25   | 3,59   | 4,18   | 3,86    | 3,92    | 3,71    |                      |                      |                      | 0,65    |
| Выдержанный (1 год) компост (А2) | без N (В1)            | без обработки С1 | 1,31   | 1,04   | 1,21   | 1,61   | 1,32    | 1,45    | 1,32    | 2,37                 | -                    | (30,1%)              |         |
|                                  |                       | Полишанс С2      | 1,67   | 1,41   | 1,74   | 2,22   | 1,94    | 2,04    | 1,84    | -0,27                |                      |                      |         |
|                                  |                       | Полидон Био С3   | 1,75   | 1,52   | 1,80   | 2,46   | 2,17    | 2,27    | 2,00    | (-12,2%)             |                      |                      |         |
|                                  | N <sub>15</sub> (В2)  | без обработки С1 | 1,59   | 1,36   | 1,82   | 2,15   | 1,86    | 1,93    | 1,79    |                      | 0,36                 |                      |         |
|                                  |                       | Полишанс С2      | 1,92   | 1,70   | 2,05   | 2,58   | 2,29    | 2,36    | 2,15    |                      | (19,0%)              |                      |         |
|                                  |                       | Полидон Био С3   | 2,08   | 1,83   | 2,17   | 2,70   | 2,41    | 2,49    | 2,28    |                      |                      |                      |         |
|                                  | N <sub>70</sub> (В3)  | без обработки С1 | 1,87   | 1,67   | 2,31   | 2,54   | 2,23    | 2,32    | 2,16    |                      | 0,89                 |                      |         |
|                                  |                       | Полишанс С2      | 2,54   | 2,38   | 2,86   | 3,15   | 2,89    | 2,90    | 2,79    |                      | (47,1%)              |                      |         |
|                                  |                       | Полидон Био С3   | 2,73   | 2,49   | 2,93   | 3,33   | 3,06    | 3,11    | 2,94    |                      |                      |                      |         |
|                                  | N <sub>125</sub> (В4) | без обработки С1 | 2,40   | 2,14   | 2,73   | 3,20   | 2,95    | 2,93    | 2,73    |                      | 1,34                 |                      |         |
|                                  |                       | Полишанс С2      | 2,89   | 2,65   | 3,09   | 3,56   | 3,28    | 3,35    | 3,14    |                      | (70,9%)              |                      |         |
|                                  |                       | Полидон Био С3   | 3,05   | 2,86   | 3,21   | 3,79   | 3,47    | 3,54    | 3,32    |                      |                      |                      |         |
| Среднее по годам                 |                       |                  | 2,31   | 2,08   | 2,48   | 2,95   | 2,66    | 2,73    | 2,54    |                      |                      |                      |         |

Различия между вариантами по фактору В существеннее, чем по фактору А. Так, по сравнению с контролем вариант В2 дал среднюю прибавку 0,36 т/га (19,0%), вариант В3 – 0,89 т/га (47,1 %) и В4 соответственно 1,34 т/га (70,9 %).

По фактору С при обработке вегетирующих растений Полишанс (вариант С2) в сравнении с контролем С1 (без обработки), показавшим среднюю урожайность 2,16 т/га, получена средняя прибавка урожая 0,48 т/га (22,2 %), а препаратом Полидон Био Масличный (вариант С3) – 0,65 т/га (30,1%), где урожайность достигла значения 2,81 т/га.

Таким образом, по результатам длительных исследований, проведённых в многофакторном полевом опыте, можно сделать вывод о высокой эффективности применения 30 т/га свежего компоста в сочетании с внесением  $N_{125}$  и обработкой посевов препаратом Полидон Био Масличный на планируемый урожай 3,5 т/га при возделывании рапса на маслосемена.

#### 4.3. Корреляционно-регрессионный анализ данных многофакторного опыта вариантов с комплексным действием компостов, минеральных и органоминеральных удобрений

По каждому году исследований был проведён множественный корреляционно-регрессионный анализ, который был направлен на изучение зависимости продуктивности капустной культуры от элементов продуктивности.

В первом случае были приняты следующие переменные:  $x$  – густота стояния ярового рапса перед уборкой, шт./м<sup>2</sup>;  $y$  – урожайность ярового рапса, т/га;  $z$  – число стручков на 1 растение, шт. (таблица 29).

Коэффициенты линейной корреляции ( $r$ ) и детерминации ( $D$ ) для взаимосвязи  $YX$  лежали в пределах от  $r_{yx} = 0,773$  ( $D_{yx} = 59,7$  %) в 2020 году до  $r_{yx} = 0,921$  ( $D_{yx} = 84,9$  %) в 2017 году. Соответствующие ошибки коэффициента корреляции ( $s$ ) и критерии значимости Стьюдента ( $t$ ) составили:  $s_{yx} = 0,135$ ,  $t_{\text{факт.}} = 5,71$  (2020 год) и  $s_{yx} = 0,083$ ,  $t_{\text{факт.}} = 11,12$  (2017 год) при  $t_{05} = 2,07$ . Таким образом, взаимосвязь между урожайностью ярового рапса и количеством растений перед уборкой

является сильной и прямой по направлению. Значения фактических критериев Стьюдента превосходят теоретическое ( $5,71 > 2,07$  и  $11,12 > 2,07$ ), что позволяет говорить о существенности полученных коэффициентов.

Для взаимосвязи YZ значения коэффициентов линейной корреляции и детерминации лежали в интервале от  $r_{yz} = 0,956$  ( $D_{yz} = 91,4 \%$ ) в 2019 году до  $r_{yz} = 0,998$  ( $D_{yz} = 99,6 \%$ ) в 2017 году. Ошибки коэффициента корреляции: от  $s_{yz} = 0,014$  до  $s_{yz} = 0,063$ ; соответственно критерии значимости Стьюдента лежали в пределах от  $t_{\text{факт.}} = 15,26$  до  $t_{\text{факт.}} = 73,44$  при  $t_{05} = 2,07$ , что свидетельствует о существенности представленных коэффициентов. Взаимосвязь между урожайностью культуры и числом стручков на 1 растение также является сильной и прямой.

Коэффициенты множественной корреляции (R) и детерминации ( $R^2$ ) зависимости урожайности изучаемой культуры (y) от густоты стояния (x) и количества стручков на 1 растение находились в пределах  $R = 0,957$  ( $R^2 = 91,5 \%$ ) в 2019 году -  $R = 0,998$  ( $R^2 = 99,6 \%$ ) в 2017 году. По уравнениям множественной регрессии с высокой достоверностью рассчитывается урожайность ярового рапса по элементам структуры урожая в любой год исследования.

По уравнениям множественной регрессии в наиболее контрастные по урожайности ярового рапса годы нами представлены плоскостные графики изученной зависимости. В 2018 году была получена минимальная урожайность семян ярового рапса 2,08 т/га (рисунок 32), 2019 год показал средний за годы исследования уровень урожайности 2,48 т/га (рисунок 33) и в 2020 году отмечена максимальная урожайность 2,95 т/га (рисунок 34). Плоскостные графики, показывающие зависимость урожайности капустной культуры от массы 1000 семян и числа семян в 1 стручке в отмеченные выше 2017-2020 годы представлены на рисунках 35-37.

Для второй части множественного корреляционно-регрессионного анализа были приняты переменные: x – масса 1000 семян, шт.; y – урожайность ярового рапса, т/га; z – число семян в 1 стручке, шт. (таблица 30).

Таблица 29 – Корреляционно-регрессионный анализ зависимости урожайности ярового рапса (у, т/га) от густоты растений (х, шт./м<sup>2</sup>) и количества стручков на 1 растение (z, шт.), среднее 2017-2022 гг.

| Взаимосвязь | Коэффициент корреляции, r | Коэффициент детерминации, D | Коэффициент регрессии, b | Уравнение линейной регрессии<br>$Y=\bar{y}+b(X-\bar{x})$ | Коэффициент множественной корреляции, R | Коэффициент множественной детерминации, R <sup>2</sup> | Уравнение множественной регрессии<br>$Y=a+b_1X+b_2Z$ |
|-------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|--|---|--|--|
| 2017        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | 0,921                     | 84,9                        | 0,09                     | Y=0,09X-6,33   | 0,998                                   | 99,6   | Y=0,231Z-0,0016X-9,23                                |
| yz          | 0,998                     | 99,6                        | 0,23                     | Y=0,23Z-9,33   |   |  |  |
| xz          | 0,926                     | 85,7                        | 2,17                     | X=2,17Z-13,8   |   |  |  |
| 2018        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | 0,917                     | 84,2                        | 0,07                     | Y=0,07X-4,42   | 0,996                                   | 99,2   | Y=0,001X+0,22Z-8,98                                  |
| yz          | 0,996                     | 99,2                        | 0,22                     | Y=0,22Z-8,83   |   |  |  |
| xz          | 0,919                     | 84,5                        | 2,64                     | X=2,64Z-38,14  |   |  |  |
| 2019        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | 0,855                     | 73,1                        | 0,10                     | Y=0,10X-7,20   | 0,957                                   | 91,5   | Y=0,0085X+0,20Z-8,86                                 |
| yz          | 0,956                     | 91,4                        | 0,22                     | Y=0,22Z-8,85   |   |  |  |
| xz          | 0,877                     | 76,8                        | 1,71                     | X=1,71Z+8,73   |   |  |  |
| 2020        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | 0,773                     | 59,7                        | 0,17                     | Y=0,17X-13,88  | 0,996                                   | 99,2   | Y=0,0055X+0,23Z-9,80                                 |
| yz          | 0,996                     | 99,2                        | 0,23                     | Y=0,23Z-9,33   |   |  |  |
| xz          | 0,765                     | 58,6                        | 0,81                     | X=0,81Z+55,75  |   |  |  |
| 2021        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | 0,906                     | 82,0                        | 0,12                     | Y=0,12X-9,02   | 0,986                                   | 97,2   | Y=0,016X+0,19Z-9,01                                  |
| yz          | 0,984                     | 96,8                        | 0,22                     | Y=0,22Z-8,82   |   |  |  |
| xz          | 0,896                     | 80,2                        | 1,49                     | X=1,49Z+19,52  |   |  |  |
| 2022        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | 0,883                     | 78,1                        | 0,14                     | Y=0,14X-11,02  | 0,992                                   | 98,3   | Y=0,011X+0,21Z-9,33                                  |
| yz          | 0,991                     | 98,2                        | 0,22                     | Y=0,22Z-8,82   |   |  |  |
| xz          | 0,875                     | 76,6                        | 1,20                     | X=1,20Z+35,20  |   |  |  |

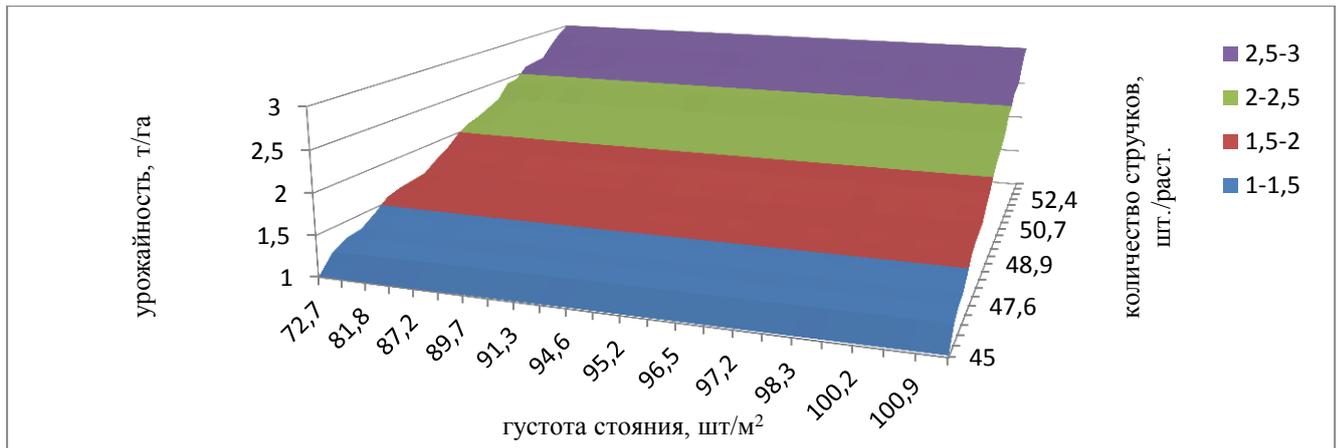


Рисунок 32 – Зависимость урожайности рапса (у) от густоты растений (х) и количества стручков на 1 растение (z), 2018 г.

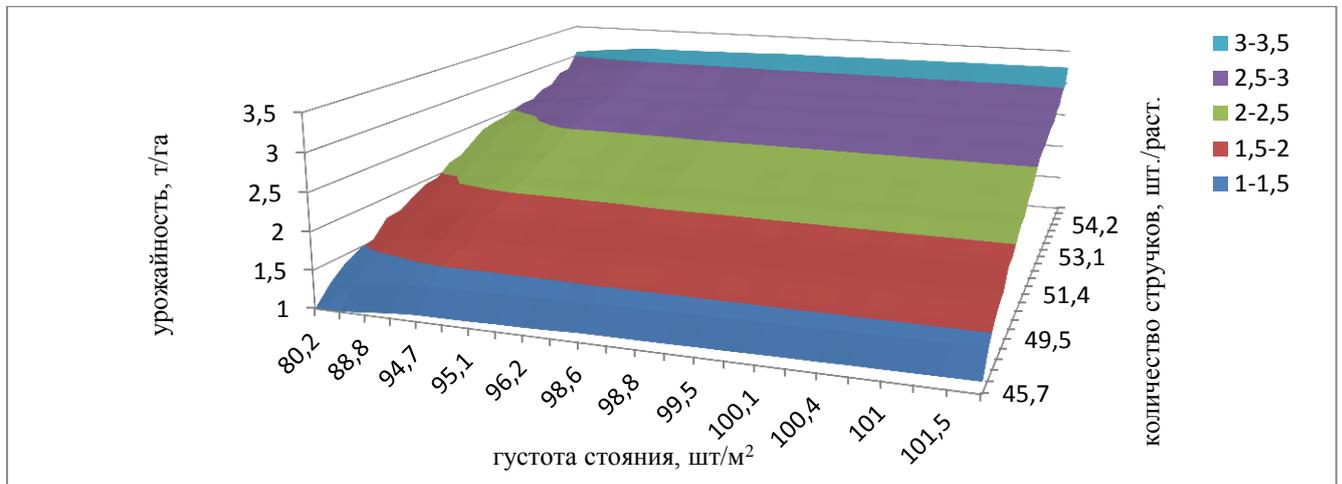


Рисунок 33 – Зависимость урожайности рапса (у) от густоты растений (х) и количества стручков на 1 растение (z), 2019 г.

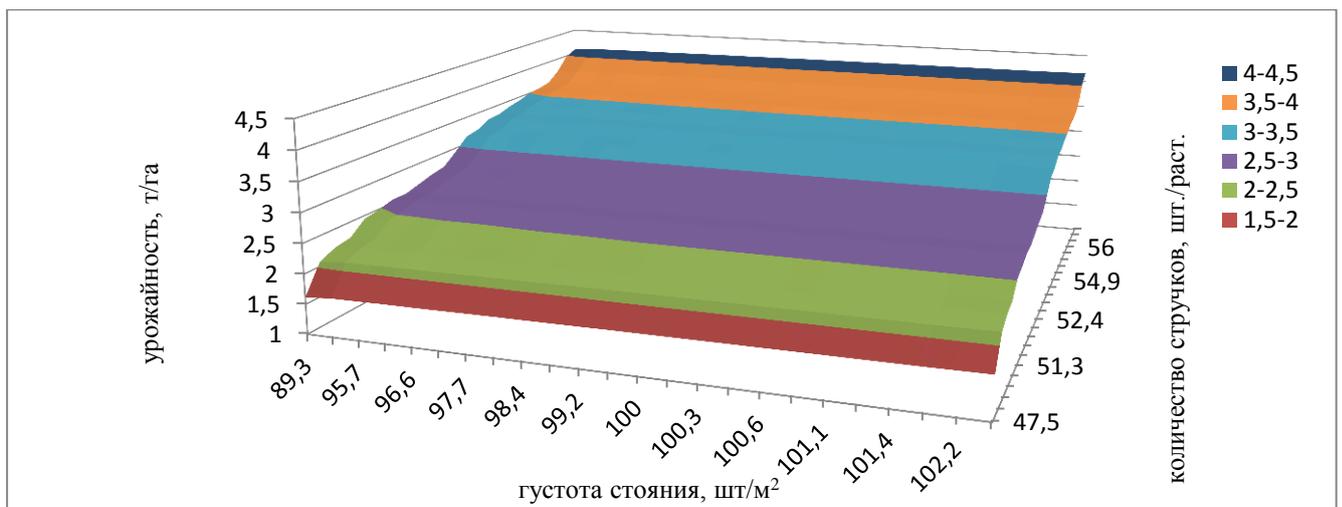


Рисунок 34 – Зависимость урожайности рапса (у) от густоты растений перед (х) и количества стручков на 1 растение (z), 2020 г.

Таблица 30 – Корреляционно-регрессионный анализ зависимости урожайности ярового рапса (у, т/га) от массы 1000 семян (х, г) и количества семян в 1 стручке (z, шт.) в опыте, среднее 2017-2022 гг.

| Взаимосвязь | Коэффициент корреляции, r | Коэффициент детерминации, D | Коэффициент регрессии, b | Уравнение линейной регрессии<br>$Y = \bar{y} + b(X - \bar{x})$ | Коэффициент множественной корреляции, R | Коэффициент множественной детерминации, R <sup>2</sup> | Уравнение множественной регрессии<br>$Y = a + b_1X + b_2Z$ |
|-------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|--|---|--|--|
| 2017        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | 0,990                     | 98,1                        | 2,64                     | $Y = 2,64X - 5,29$   | 0,998                                   | 99,6   | $Y = 0,34X + 0,39Z - 5,80$                                 |
| yz          | 0,998                     | 99,6                        | 0,45                     | $Y = 0,45Z - 5,93$   |   |  |  |
| xz          | 0,989                     | 97,8                        | 0,17                     | $X = 0,17Z - 0,23$   |   |  |  |
| 2018        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | 0,988                     | 97,6                        | 2,33                     | $Y = 2,33X - 4,44$   | 0,997                                   | 99,4   | $Y = 0,41X + 0,39Z - 5,94$                                 |
| yz          | 0,997                     | 99,4                        | 0,47                     | $Y = 0,47Z - 6,26$   |   |  |  |
| xz          | 0,986                     | 97,2                        | 0,20                     | $X = 0,20Z - 1,47$   |   |  |  |
| 2019        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | 0,988                     | 97,6                        | 2,38                     | $Y = 2,38X - 4,59$   | 0,998                                   | 99,6   | $Y = 0,15X + 0,42Z - 5,73$                                 |
| yz          | 0,998                     | 99,6                        | 0,44                     | $Y = 0,44Z - 5,79$   |   |  |  |
| xz          | 0,989                     | 97,8                        | 0,18                     | $X = 0,18Z - 0,40$   |   |  |  |
| 2020        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | 0,986                     | 97,2                        | 2,41                     | $Y = 2,41X - 4,67$   | 0,995                                   | 98,9   | $Y = 0,54X + 0,35Z - 5,72$                                 |
| yz          | 0,994                     | 98,8                        | 0,45                     | $Y = 0,45Z - 5,92$   |   |  |  |
| xz          | 0,986                     | 97,2                        | 0,18                     | $X = 0,18Z - 0,39$   |   |  |  |
| 2021        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | 0,987                     | 97,4                        | 2,46                     | $Y = 2,46X - 4,84$   | 0,989                                   | 97,8   | $Y = 1,25X + 0,21Z - 5,23$                                 |
| yz          | 0,996                     | 99,2                        | 0,47                     | $Y = 0,47Z - 6,29$   |   |  |  |
| xz          | 0,991                     | 98,2                        | 0,17                     | $X = 0,17Z - 0,57$   |   |  |  |
| 2022        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | 0,987                     | 97,2                        | 2,37                     | $Y = 2,37X - 4,57$   | 0,996                                   | 99,2   | $Y = 0,49Z - 0,15X - 6,37$                                 |
| yz          | 0,991                     | 98,2                        | 0,22                     | $Y = 0,22Z - 8,82$   |   |  |  |
| xz          | 0,875                     | 76,6                        | 1,20                     | $X = 1,20Z + 35,20$  |   |  |  |

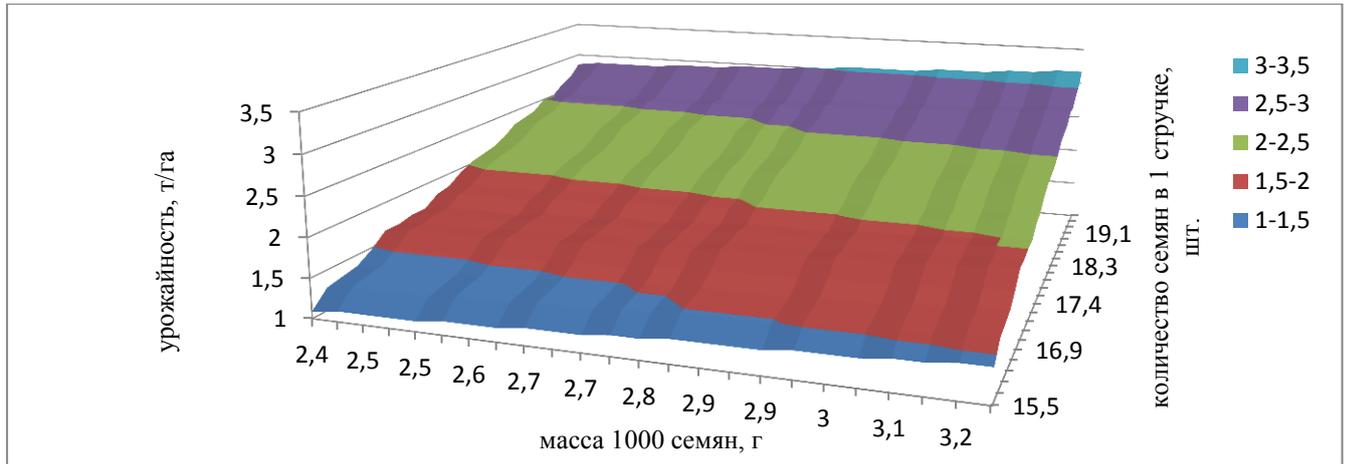


Рисунок 35 – Зависимость урожайности ярового рапса (у) от массы 1000 семян (х) и количества семян в 1 стручке (z) в полевом опыте, 2018 г.

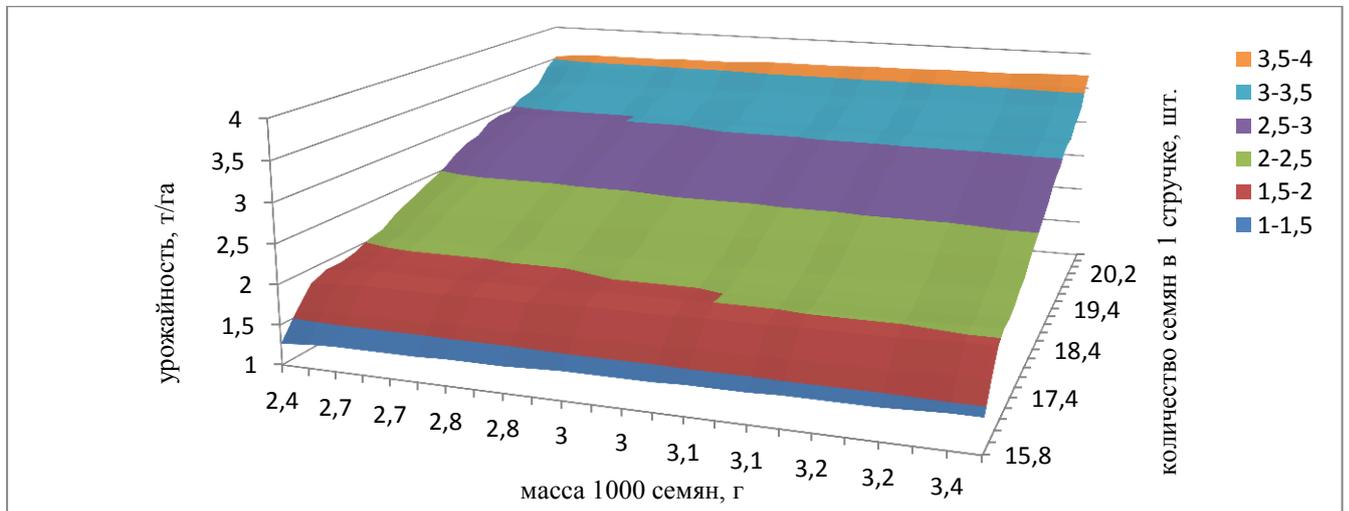


Рисунок 36 – Зависимость урожайности ярового рапса (у) от массы 1000 семян (х) и количества семян в 1 стручке (z) в полевом опыте, 2019 г.

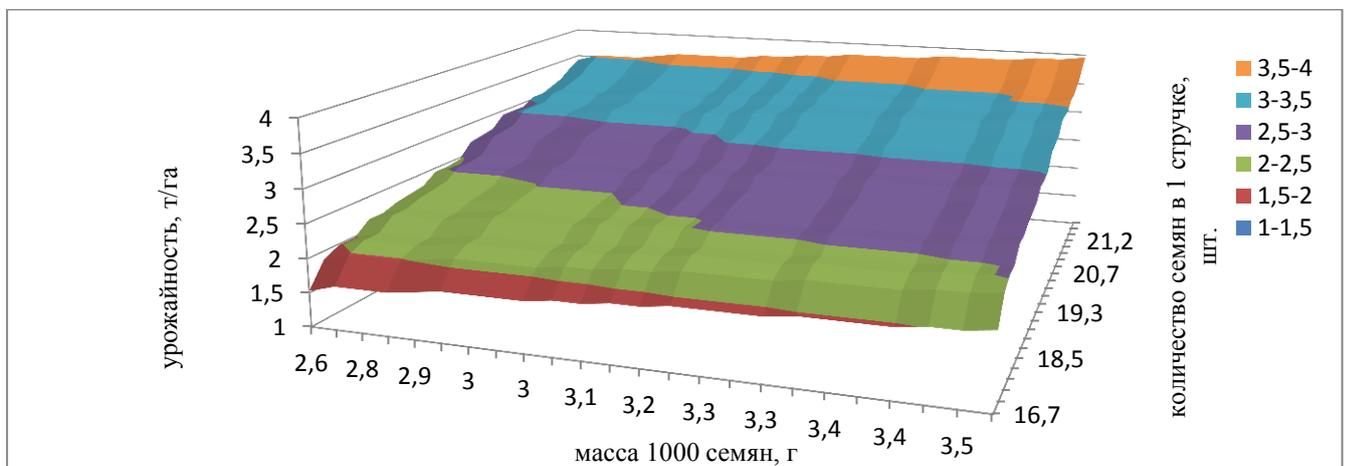


Рисунок 37 – Зависимость урожайности ярового рапса (у) от массы 1000 семян (х) и количества семян в 1 стручке (z) в полевом опыте, 2020 г.

Коэффициенты линейной корреляции ( $r$ ) и детерминации ( $D$ ) для взаимосвязи  $YX$  имели пределы от  $r_{yx} = 0,986$  ( $D_{yx} = 97,2 \%$ ) до  $r_{yx} = 0,990$  ( $D_{yx} = 98,1 \%$ ) и для взаимосвязи  $YZ$  – от  $r_{yz} = 0,991$  ( $D_{yz} = 98,2 \%$ ) до  $r_{yz} = 0,998$  ( $D_{yz} = 99,6 \%$ ).

Нужно отметить узость представленных интервалов, что говорит о меньшей, чем в первом расчёте, вариативности показателей. Вместе с тем, взаимосвязь  $YX$  между урожайностью ярового рапса и массой 1000 семян, а также взаимосвязь  $YZ$  между урожайностью и количеством семян в 1 стручке является сильной и прямой. Интервалы ошибок коэффициентов корреляции  $s_{yx} = 0,030-0,035$  и  $s_{yz} = 0,014-0,023$ ; критериев значимости Стьюдента  $t_{\text{факт.}} = 25,58 - 72,77$  при  $t_{05} = 2,07$ . Фактические критерии значимости значительно превосходят теоретический, поэтому существенность представленных значений сомнений не вызывает. Коэффициенты множественной корреляции ( $R$ ) и детерминации ( $R^2$ ) зависимости урожайности ярового рапса ( $y$ ) от массы 1000 семян ( $x$ ) и количества семян в 1 стручке ( $z$ ) имели пределы от  $R = 0,989$  ( $R^2 = 97,8 \%$ ) в 2021 году до  $R = 0,998$  ( $R^2 = 99,6 \%$ ) в 2017 и 2019 годах. Отмеченная выше узость интервалов подтверждается и здесь.

Исследования в многофакторном полевом опыте проводились в течение шести лет, что дало нам возможность провести анализ зависимости семенной продуктивности ярового рапса от климатических условий вегетационного периода. Исходные показатели представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Климатические условия вегетационного периода и урожайность ярового рапса в полевом опыте, 2017-2022 гг.

| Год  | Урожайность, т/га | Осадки, мм |       |       | Температура, °С |      |      |
|------|-------------------|------------|-------|-------|-----------------|------|------|
|      |                   | май        | июнь  | июль  | май             | июнь | июль |
| 2017 | 2,31              | 29,8       | 58,9  | 67,7  | 13,1            | 16,3 | 19,1 |
| 2018 | 2,08              | 79,3       | 10,2  | 45,0  | 17,2            | 18,2 | 21,2 |
| 2019 | 2,48              | 74,1       | 62,7  | 54,8  | 16,6            | 20,9 | 18,3 |
| 2020 | 2,95              | 86,2       | 78,8  | 38,2  | 12,2            | 20,1 | 20,7 |
| 2021 | 2,66              | 82,6       | 120,7 | 107,2 | 14,7            | 18,8 | 23,5 |
| 2022 | 2,73              | 48,5       | 71,9  | 134,5 | 11,1            | 19,4 | 20,2 |

Прежде, чем представить результаты корреляционно-регрессионного анализа (таблица 32), проведём краткий анализ климатических условий. Атмосферные осадки в течение вегетационного периода распределялись очень неравномерно. В 2018-2021 годах майские осадки составляли 240-280 % от нормы, что нивелировало все различия и не позволило объективно оценить влияние осадков на урожай в опыте. Среднемесячная температура мая была ближе к среднемноголетним показателям – от 79 % к норме (2022 год) до 123 % (2018 год). Самое неравномерное выпадение осадков отмечено в июне. Здесь в 2018 году выпало около 10 % от нормы, а в 2021 году – 115 %. В прочие годы количество июньских осадков лежало в пределах 56,5-75,5 % от нормы. В июле также в большинстве годов отмечался дефицит осадков – в 2017-2020 годах выпало от 48 до 85 % от нормы, а в 2021-2022 годах, напротив, в июле выпало 135,5 и 170 % от нормы осадков. Среднемесячная температура воздуха не показала столь радикальных различий, как сумма осадков. Так, майская температура по годам лежала в пределах от 79 (2022 год) до 123 % от среднемноголетнего показателя (2018 год). Температура в июне и июле также отличалась незначительно – от 80 до 127 % нормы.

Анализируя показатели, которые характеризуют зависимость урожайности ярового рапса ( $y$ ) от суммы осадков ( $x$ ) и средней температуры воздуха ( $z$ ) в опыте, важно отметить, что уравнения линейной регрессии рассчитаны только для взаимосвязей, имеющих средние и высокие коэффициенты корреляции.

Как было отмечено выше, майские осадки очень сильно превышали среднемноголетние показатели, что дало слабый коэффициент корреляции  $r_{yx} = 0,247$  ( $D_{yx} = 6,1$  %). Связь урожайности и среднемесячной температуры воздуха можно охарактеризовать как обратную средней степени ( $r_{yz} = -0,688$  ( $D_{yz} = 47,3$  %)), т.е. при повышении температуры воздуха в мае урожайность ярового рапса уменьшается. Вместе с тем, именно в мае получен самый высокий коэффициент множественной корреляции  $R = 0,923$  ( $R^2 = 85,1\%$ ), что подтверждает сильное влияние метеоусловий на продуктивность ярового рапса.

Таблица 32 – Корреляционно-регрессионного анализ зависимости продуктивности ярового рапса (у, т/га) от суммы осадков (х, мм) и средней температуры воздуха (z, °С) в полевом опыте, среднее 2017-2022 гг.

| Взаимосвязь           | Коэффициент корреляции, r | Коэффициент детерминации, D | Коэффициент регрессии, b | Уравнение линейной регрессии<br>$Y = \bar{y} + b(X - \bar{x})$ | Коэффициент множественной корреляции, R | Коэффициент множественной детерминации, R <sup>2</sup> | Уравнение множественной регрессии<br>$Y = a + b_1X + b_2Z$ |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|--|---|--|--|
| период мая            |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx                    | 0,247                     | 6,1                         | -                        | -*   | 0,923                                   | 85,1   | Y=0,0095X-0,127Z+3,69                                      |
| yz                    | -0,688                    | 47,3                        | -0,09                    | Y=3,81-0,09Z   |   |  |  |
| xz                    | 0,442                     | 19,5                        | 4,08                     | X=4,08Z+9,0  |   |  |  |
| период июня           |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx                    | 0,728                     | 53,0                        | 0,0064                   | Y=0,0064X+2,11   | 0,829                                   | 68,7   | Y=0,0056X+0,079Z+0,66                                      |
| yz                    | 0,549                     | 30,1                        | 0,11                     | Y=0,11Z+0,46   |   |  |  |
| xz                    | 0,221                     | 4,9                         | -                        | -  |   |  |  |
| период июля           |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx                    | 0,285                     | 8,1                         | -                        | -  | 0,302                                   | 9,1  | -  |
| yz                    | 0,183                     | 3,3                         | -                        | -  |   |  |  |
| xz                    | 0,307                     | 9,4                         | -                        | -  |   |  |  |
| период с мая по июнь  |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx                    | 0,705                     | 49,7                        | 0,0049                   | Y=0,0049X+1,88   | 0,803                                   | 64,5   | Y=0,0054X-0,080Z+3,14                                      |
| yz                    | -0,248                    | 6,2                         | -                        | -  |   |  |  |
| xz                    | 0,184                     | 3,4                         | -                        | -  |   |  |  |
| период с июня по июль |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx                    | 0,573                     | 32,8                        | 0,0028                   | Y=0,0028X+2,14   | 0,656                                   | 43,0   | Y=0,0021X+0,094Z+0,38                                      |
| yz                    | 0,526                     | 27,7                        | 0,14                     | Y=0,14Z-0,22   |   |  |  |
| xz                    | 0,406                     | 16,5                        | 22,3                     | X=22,3Z-297,6  |   |  |  |
| период с мая по июль  |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx                    | 0,650                     | 42,3                        | 0,0034                   | Y=0,0034X+1,83   | 0,705                                   | 49,7   | Y=0,0034X-0,073Z++3,14                                     |
| yz                    | -0,140                    | 2,0                         | -                        | -  |   |  |  |
| xz                    | 0,186                     | 3,5                         | -                        | -  |   |  |  |

\* уравнения линейной регрессии представлены только при средней и выше степени корреляционной зависимости

При анализе июньских данных можно сказать, что воздействие осадков на урожайность ярового рапса является более значительным, чем влияние среднемесячной температуры, о чём свидетельствуют коэффициенты корреляции и детерминации  $r_{yx} = 0,728$  ( $D_{yx} = 53,0 \%$ ) против  $r_{yz} = 0,549$  ( $D_{yz} = 30,1 \%$ ). Коэффициенты множественной корреляции и детерминации  $R = 0,829$  ( $R^2 = 68,7 \%$ ) за июнь также достаточно высоки.

В июле существенных взаимосвязей урожайности с показателями климатических условий не выявлено – коэффициенты простой и множественной детерминации не превышали 10 %.

Далее проведённый корреляционно-регрессионный анализ зависимости урожайности культуры от суммы осадков и средней температуры воздуха за два месяца (май-июнь и июнь-июль), а также в целом за вегетационный период.

В мае-июне сумма осадков достаточно активно влияла на формирование урожайности -  $r_{yx} = 0,705$  ( $D_{yx} = 49,7 \%$ ) и  $R = 0,803$  ( $R^2 = 64,5 \%$ ).

В изучаемом периоде июнь-июль, установлено, что количество осадков и температура в равной, хотя и небольшой степени влияют на урожайность рапса, исходя из полученных коэффициентов корреляции и детерминации -  $r_{yx} = 0,573$  ( $D_{yx} = 32,8 \%$ ) и  $r_{yz} = 0,526$  ( $D_{yz} = 27,7 \%$ ). Коэффициент множественной корреляции здесь самый меньший из всех -  $R = 0,656$  ( $R^2 = 43,0\%$ ).

За вегетационный период относительно значимой можно считать лишь связь между суммой осадков и урожайностью -  $r_{yx} = 0,650$  ( $D_{yx} = 42,3 \%$ );  $R = 0,705$  ( $R^2 = 49,7 \%$ ).

Согласно представленным данным по анализу зависимости урожайности ярового рапса от суммы осадков и средней температуры воздуха в полевом опыте можно отметить, что они лишь будут являться предварительными, так как во всех расчётах фактические критерии значимости Стьюдента не превышали 2,0 при теоретическом  $t_{05} = 2,78$  и существенность представленных значений не доказана. Шести значений в исследуемых вариационных рядах явно недостаточно, однако дальнейшие исследования будут постепенно увеличивать объём выборки, уменьшая ошибки исследования и увеличивая значимость полученных коэффициентов.

#### 4.4. Изучение влияния компостов на основе отходов грибных производств на развитие болезней в агроценозе ярового рапса

Изучение поражённости растений ярового рапса в опытном агроценозе фузариозом и альтернариозом проводилось на обоих вариантах по фактору А: А1 – внесение 30 т/га свежего компоста и А2 - внесение 30 т/га выдержанного в течение 1 года компоста; одном, наиболее эффективном варианте по фактору В в качестве общего фона: В4 – внесение  $N_{125}$  на планируемую урожайность ярового рапса 3,5 т/га, а также по всем трём вариантам фактора С: С1 (контроль) – без обработки, С2 – обработка посевов препаратом Полишанс, С3 – обработка посевов препаратом Полидон Био Масличный.

Данные по поражённости ярового рапса фузариозом и альтернариозом по фазам развития растений в различные годы исследований в полевом опыте представлены в приложении Д.

В первую очередь следует отметить, что поражённость ярового рапса грибными заболеваниями в большой степени зависит от климатических условий за период вегетации. В годы с недостаточным увлажнением фузариоз и альтернариоз проявляются весьма незначительно – показатели поражённости практически лежат в пределах ошибки: в 2017 году (ГТК=1,02) от 1,3 % до 5,5 % по фузариозу и от 2,2 % до 6,4 % по альтернариозу; в самом сухом 2018 году (ГТК=0,77) ещё меньше: 0,8-3,2 % и 1,6-4,0 % соответственно.

В обычные по климатическим условиям 2019 (ГТК=1,12) и 2020 (ГТК=1,25) годы поражённость фузариозом не превышала 10,7 % и 11,9 % соответственно; альтернариоз проявлялся несколько больше – до 11,5 % в 2019 году и 12,5 % в 2020 году.

Наибольшая поражённость ярового рапса грибными заболеваниями в полевом опыте отмечена в переувлажнённые годы, достигая в 2021 году (наибольший ГТК=1,78) 17,9 % по фузариозу и 19,0 % по альтернариозу и показывая несколько меньшие значения в 2022 году (ГТК=1,64) – 16,7 % и 17,8 % соответственно.

Для более детального анализа поражённости ярового рапса грибными заболеваниями и вариантам были взяты усреднённые значения по засушливым 2017-2018 годам (таблица 33); обычным по увлажнению 2019-2020 годам (таблица 34) и переувлажнённым 2021-2022 годам (таблица 35), а также приведены средние за все 2017-2022 годы исследований (таблица 36).

Таблица 33 – Поражённость ярового рапса грибными заболеваниями (%), среднее за 2017-2018 засушливые годы

| Фактор А<br>(вид компоста)  | Фактор С<br>(обработка посевов) | Фузариоз          |                      |                       | Альтернариоз      |                      |                       |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
|                             |                                 | Степень поражения | Среднее по фактору А | Среднее по фактору С  | Степень поражения | Среднее по фактору А | Среднее по фактору С  |
| Свежий компост              | без обработки                   | 1,7               | 1,4                  | 3,1                   | 2,8               | 2,3                  | 4,0                   |
|                             | Полишанс                        | 1,3               |                      | 2,5                   | 2,3               |                      | 3,4                   |
|                             | Полидон Био                     | 1,1               |                      | 2,2                   | 1,9               |                      | 2,9                   |
| Выдержанный (1 год) компост | без обработки                   | 4,4               | 3,8                  | -                     | 5,2               | 4,5                  | -                     |
|                             | Полишанс                        | 3,7               | 2,4 п.п.<br>(174,4%) | -0,6 п.п.<br>(-19,4%) | 4,5               | 2,2 п.п.<br>(95,7%)  | -0,6 п.п.<br>(-15,0%) |
|                             | Полидон Био                     | 3,3               |                      | -0,9 п.п.<br>(-29,0%) | 3,8               |                      | -1,1 п.п.<br>(-27,5%) |

В засушливые 2017-2018 годы средняя абсолютная разница между вариантами по фактору А составляет 2,4 п.п., т.е. при внесении 30 т/га выдержанного в течение 1 года компоста (вариант А2) в сравнении с внесением той же дозы свежего компоста (вариант А1) поражённость фузариозом возрастает с 1,4 до 3,8 %, при этом относительная разница составляет 171,8 %.

По альтернариозу относительная разница существенно ниже – 95,7 %. Нужно, однако, иметь в виду незначительность величин и основные выводы делать по другим годам, когда поражённость растений фузариозом и альтернариозом достигает значимых показателей.

Поражённость по фузариозу была в пределах 1,3-4,4%, альтернариозом - 1,9-5,2%.

Таблица 34 – Поражённость ярового рапса грибными заболеваниями (%), среднее за 2019-2020 обычные по увлажнению годы

| Фактор А<br>(вид компоста)  | Фактор С<br>(обработка посевов) | Фузариоз          |                      |                       | Альтернариоз      |                      |                       |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
|                             |                                 | Степень поражения | Среднее по фактору А | Среднее по фактору С  | Степень поражения | Среднее по фактору А | Среднее по фактору С  |
| Свежий компост              | без обработки                   | 4,8               | 4,2                  | 8,1                   | 5,8               | 5,2                  | 8,9                   |
|                             | Полишанс                        | 4,1               |                      | 7,3                   | 5,1               |                      | 8,3                   |
|                             | Полидон Био                     | 3,7               |                      | 6,8                   | 4,7               |                      | 7,8                   |
| Выдержанный (1 год) компост | без обработки                   | 11,3              | 10,6                 | -                     | 12,0              | 11,4                 | -                     |
|                             | Полишанс                        | 10,5              | 6,4 п.п.<br>(152,4%) | -0,8 п.п.<br>(-9,9%)  | 11,4              | 6,2 п.п.<br>(119,2%) | -0,6 п.п.<br>(-6,7%)  |
|                             | Полидон Био                     | 9,9               |                      | -1,3 п.п.<br>(-16,0%) | 10,8              |                      | -1,1 п.п.<br>(-12,4%) |

Так, средняя разница в поражённости ярового рапса фузариозом в обычные по увлажнению 2019-2020 годы составила 6,4 п.п. (152,4 %) и в переувлажнённые 2021-2022 годы, 10,0 п.п. (153,0 %), т.е. внесение 30 т/га выдержанного в течение 1 года компоста приводило к росту поражённости фузариозом в 1,5 раза в сравнении с контролем (внесение свежего компоста).

По поражённости альтернариозом соответствующие показатели составили 6,2 п.п. (119,2 %) и 9,9 п.п. (128,6 %).

Влияние вариантов по фактору С (обработка посевов различными препаратами) на изменение поражённости ярового рапса грибными заболеваниями оказалось значительно меньшим, чем по фактору А.

Так, в обеспеченные влагой обычные годы исследования обработка посевов препаратом Полишанс (вариант С2) приводила к снижению поражаемости растений фузариозом в среднем на 0,8 п.п. (9,9 %) и альтернариозом на 0,6 п.п. (6,7 %) в сравнении с контролем С1 (без обработки). Обработка посевов препаратом Полидон Био Масличный в сравнении с контролем снижала поражаемость в несколько большей степени – фузариозом на 1,3 п.п. (16,0 %) и альтернариозом на 1,1 п.п. (12,4 %).

Таблица 35 – Поражённость ярового рапса грибными заболеваниями (%), среднее за 2021-2022 переувлажнённые годы

| Фактор А<br>(вид компоста)  | Фактор С<br>(обработка посевов) | Фузариоз          |                      |                      | Альтернариоз      |                      |                      |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
|                             |                                 | Степень поражения | Среднее по фактору А | Среднее по фактору С | Степень поражения | Среднее по фактору А | Среднее по фактору С |
| Свежий компост              | без обработки                   | 7,2               | 6,5                  | 12,3                 | 8,5               | 7,7                  | 13,5                 |
|                             | Полишанс                        | 6,4               |                      | 11,4                 | 7,5               |                      | 12,5                 |
|                             | Полидон Био                     | 5,9               |                      | 10,9                 | 7,1               |                      | 12,0                 |
| Выдержанный (1 год) компост | без обработки                   | 17,3              | 16,5                 | -                    | 18,4              | 17,6                 | -                    |
|                             | Полишанс                        | 16,4              | 10,0 п.п. (153,8%)   | -0,9 п.п. (-7,3%)    | 17,4              | 9,9 п.п. (128,6%)    | -1,0 п.п. (-7,4%)    |
|                             | Полидон Био                     | 15,8              |                      | -1,4 п.п. (-11,4%)   | 16,9              |                      | -1,5 п.п. (-11,1%)   |

В переувлажнённые годы абсолютные показатели поражённости ярового рапса грибными заболеваниями увеличивались, а относительная разница, напротив, несколько уменьшалась. При обработке посевов препаратом Полишанс поражённость фузариозом в среднем уменьшалась на 0,9 п.п. (7,3 %) и альтернариозом на 1,0 п.п. (7,4 %) в сравнении с контролем; при обработке препаратом Полидон Био Масличный получены следующие соответствующие значения – 1,4 п.п. (11,4 %) и 1,5 п.п. (11,1 %). Отметим, что фузариозное увядание волнообразно, и выявляется в период полных всходов культуры, а так же в фазу бутонизации с последующим развитием вплоть до фазы полной спелости рапса ярового. В фазу полных всходов симптомы фузариозного увядания можно определить за счет пожелтения части листьев, а во второй половине вегетации рапса – наблюдается частичное или полное пожелтение и усыхание капустного масличного растения.

Таким образом, в наших исследованиях на поражённость ярового рапса фузариозом и альтернариозом решающее влияние оказывают климатические условия вегетационного периода – если в засушливые годы поражённость фузариозом

не превышала 4,4 % и альтернариозом не более 5,2 %, то в переувлажнённые годы эти показатели возрастают до 17,3 % и 18,4 %.

Таблица 36 – Поражённость ярового рапса грибными заболеваниями (%), среднее 2017-2022 гг.

| Фактор А<br>(вид компоста)  | Фактор С<br>(обработка посевов) | Фузариоз          |                      |                       | Альтернариоз      |                      |                       |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
|                             |                                 | Степень поражения | Среднее по фактору А | Среднее по фактору С  | Степень поражения | Среднее по фактору А | Среднее по фактору С  |
| Свежий компост              | без обработки                   | 4,5               | 3,9                  | 7,6                   | 5,7               | 5,0                  | 8,8                   |
|                             | Полишанс                        | 3,7               |                      | 7,0                   | 4,9               |                      | 8,0                   |
|                             | Полидон Био                     | 3,5               |                      | 6,6                   | 4,5               |                      | 7,5                   |
| Выдержанный (1 год) компост | без обработки                   | 11,0              | 10,3                 | -                     | 11,9              | 11,2                 | -                     |
|                             | Полишанс                        | 10,2              | 6,4 п.п.<br>(164,1%) | -0,6 п.п.<br>(-7,9%)  | 11,1              | 6,2 п.п.<br>(124,0%) | -0,8 п.п.<br>(-9,1%)  |
|                             | Полидон Био                     | 9,7               |                      | -1,0 п.п.<br>(-13,2%) | 10,5              |                      | -1,3 п.п.<br>(-14,8%) |

Вторым значимым фактором, влияющим на поражённость ярового рапса грибными заболеваниями в наших исследованиях является вид вносимого компоста (фактор А). В среднем за шесть лет (таблица 19) при внесении 30 т/га свежего компоста отмечается 3,9 % поражённости фузариозом и 5,0 % альтернариозом. При внесении 30 т/га выдержанного в течение 1 года компоста поражённость фузариозом возрастает на 6,4 п.п. (164,1 %), достигая 10,3 % поражённости; по альтернариозу эти показатели в среднем составили 6,2 п.п. (124,0 %) и 11,2 % поражённости. Варианты по фактору С (обработка посевов ярового рапса различными препаратами) влияют на поражённость фузариозом и альтернариозом в существенно меньшей степени. В среднем по сравнению с контролем С1 (без обработки) применение препарата Полишанс даёт снижение поражённости фузариозом на 0,6 п.п. (7,9 %), альтернариозом на 0,8 п.п. (9,1 %); использование препарата Полидон Био Масличный снижает поражённость фузариозом на 1,0 п.п. (13,2 %) и альтернариозом на 1,3 п.п. (14,8 %).

Проведён корреляционно-регрессионный анализ зависимости урожайности от поражённости растений фузариозом и альтернариозом, результаты которого представлены в таблице 37.

В засушливые годы, когда поражённость ярового рапса грибными заболеваниями была небольшой и вариативность значений также была невысокой, получены различные коэффициенты линейной корреляции: от самых малых в 2017 году ( $r_{YX} = -0,497$ ;  $r_{YZ} = -0,552$ ), характеризующих зависимость как среднюю по силе и обратную по направлению, до самых высоких в 2018 году ( $r_{YX} = -0,744$ ;  $r_{YZ} = -0,847$ ) – связь сильная, обратная.

В прочие годы, когда показатели поражённости фузариозом и альтернариозом достигли существенных значений, коэффициенты линейной корреляции были достаточно выровненными и характеризовали зависимости урожайности ярового рапса от поражённости растений грибными заболеваниями как средние по силе и обратные по направлению: от  $r_{YX} = -0,618$  (2019 год) до  $r_{YX} = -0,666$  (2020 год) и от  $r_{YZ} = -0,627$  (2020 год) до  $r_{YZ} = -0,669$  (2022 год).

Наиболее выровненные коэффициенты множественной корреляции получены в достаточные по увлажнению годы:  $R = 0,921$  (2019 год) и  $R = 0,933$  (2020 год). В переувлажнённые годы, когда грибные заболевания проявляются в наибольшей степени, отмечены самые низкие значения коэффициентов множественной корреляции:  $R = 0,710$  (2021 год) и  $R = 0,823$  (2022 год). Вместе с тем, поскольку все значения коэффициентов превышают 0,700, взаимосвязь между урожайностью ярового рапса и поражённостью растений грибными заболеваниями можно считать сильной.

В результате корреляционно-регрессионного анализа полученные уравнения линейной и множественной регрессии, которые достаточно точно описывают зависимость урожайности масличной культуры от поражённости растений фузариозом и альтернариозом и позволяют анализировать потери урожая от грибных заболеваний.

Таблица 37 – Корреляционно-регрессионный анализ зависимости продуктивности семян ярового рапса (у, т/га) от поражённости фузариозом (х, %) и альтернариозом (z, %) в опыте, среднее 2017-2022 гг.

| Взаимосвязь | Коэффициент корреляции, r | Коэффициент детерминации, D | Коэффициент регрессии, b | Уравнение линейной регрессии<br>$Y = \bar{y} + b(X - \bar{x})$ | Коэффициент множественной корреляции, R | Коэффициент множественной детерминации, R <sup>2</sup> | Уравнение множественной регрессии<br>$Y = a + b_1X + b_2Z$ |
|-------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|--|---|--|--|
| 2017        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | -0,497                    | 24,6                        | -0,10                    | $Y = 3,41 - 0,10 X$  | 0,849                                   | 72,1   | $Y = 5,16 + 1,53 X - 1,69 Z$                               |
| yz          | -0,552                    | 30,5                        | -0,11                    | $Y = 3,54 - 0,11 Z$  |   |  |  |
| 2018        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | -0,744                    | 55,4                        | -0,28                    | $Y = 3,19 - 0,28 X$  | 0,935                                   | 87,5   | $Y = 4,12 + 0,70 X - 1,07 Z$                               |
| yz          | -0,847                    | 71,7                        | -0,33                    | $Y = 3,52 - 0,33 Z$  |   |  |  |
| 2019        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | -0,618                    | 38,2                        | -0,06                    | $Y = 3,57 - 0,06 X$  | 0,921                                   | 84,9   | $Y = 5,58 + 1,78 X - 1,89 Z$                               |
| yz          | -0,641                    | 41,1                        | -0,06                    | $Y = 3,62 - 0,06 Z$  |   |  |  |
| 2020        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | -0,666                    | 44,4                        | -0,07                    | $Y = 4,24 - 0,07 X$  | 0,933                                   | 87,1   | $Y = 2,75 - 1,21 X + 1,18 Z$                               |
| yz          | -0,627                    | 39,3                        | -0,07                    | $Y = 4,31 - 0,07 Z$  |   |  |  |
| 2021        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | -0,630                    | 39,7                        | -0,03                    | $Y = 3,76 - 0,03 X$  | 0,710                                   | 50,5   | $Y = 5,79 + 1,33 X - 1,41 Z$                               |
| yz          | -0,634                    | 40,2                        | -0,04                    | $Y = 3,92 - 0,04 Z$  |   |  |  |
| 2022        |                           |                             |                          |  |   |  |  |
| yx          | -0,658                    | 43,4                        | -0,04                    | $Y = 3,89 - 0,04 X$  | 0,823                                   | 67,8   | $Y = 5,50 + 1,43 X - 1,45 Z$                               |
| yz          | -0,669                    | 44,8                        | -0,04                    | $Y = 3,93 - 0,04 Z$  |   |  |  |

#### **Заключение к главе 4.**

Установлено, что внесение 30 т/га свежего компоста и азотных минеральных удобрений в дозе  $N_{125}$  на планируемый урожай 3,5 т/га в сочетании с двукратной обработкой посевов препаратом Полидон Био Масличный (1,0 л/га) в фазу бутонизации и в фазу начала развития по всей структуре урожая опытной культуры обеспечивало наиболее высокие показатели: количество растений составило 102,3 шт./м<sup>2</sup>, число стручков на 1 растение - 56,3 шт., число семян в 1 стручке - 21,2 шт., масса 1000 семян - 3,43 г.

Во все годы исследования, установленные закономерности подтвердились – по трём изучаемым факторам лучшими были варианты с внесением 30 т/га свежего компоста, с внесением  $N_{125}$  на планируемый урожай 3,5 т/га и вариант с обработкой посевов препаратом Полидон Био Масличный – соответствующие дополнительные прибавки урожая относительно контроля составили 0,34 т/га (12,0 %); 1,43 т/га (71,9 %) и 0,69 т/га (30,4 %). Все различия в урожайности ярового рапса по факторам и вариантам являлись существенными и превышали соответствующие значения  $НСР_{05}$ .

Проведённый множественный корреляционно-регрессионный анализ позволяет констатировать, что взаимосвязь между урожайностью ярового рапса и всеми биометрическими показателями является сильной и прямой.

Следует отметить, что поражённость ярового рапса грибными заболеваниями в большой степени зависела от климатических условий вегетационного периода. Наибольшая поражённость ярового рапса грибными заболеваниями в опытном агроценозе отмечена в переувлажнённые годы, достигая в 2021 году (наибольший ГТК=1,78) 17,9 % по фузариозу и 19,0 % по альтернариозу.

Корреляционно-регрессионным анализом установлена сильная взаимосвязь между урожайностью ярового рапса и поражением растений фузариозом и альтернариозом. Все значения коэффициентов корреляции превышают 0,7.

## ГЛАВА 5. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДОЗ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ В КОМПЛЕКСЕ С ПРИРОДНЫМ ЦЕОЛИТОМ В АГРОЦЕНОЗАХ ЯРОВОГО РАПСА

### 5.1. Морфологические и химические особенности природного цеолита

Была проведена электронно-микроскопическая визуализация природного цеолита, которая показана на рисунке 38. Именно для получения структурной информации, которая является фундаментальной для понимания свойств таких материалов, как природный цеолит необходимо применять нетрадиционные методы структурного анализа. Электронно-микроскопический анализ позволяет получить детальную информацию об объектах окружающей среды, который включает в себя высокое разрешение и объемность изображений с различными методиками приготовления образцов. Данный метод является высокоточным для исследования структуры кристаллов.

Установлено, что в минерале отмечаются области с пластинчатой изометрической структурой в виде удлинённых или неправильной формы блоков, которые представлены менее агрегатированными пористыми частицами (рисунок 38, а). Цеолит представляет собой плотно-пористую поверхность с глубокими извилистыми порами менее 1 мкм (рисунок 38, б). В структуре цеолита отмечаются плотные участки с хорошо просматриваемыми окремненными органическими включениями, размер которых составляет 0,2-10 мкм (рисунок 38, в).

Поверхность цеолита также насыщена порами, размер которых имел колебания от 360-270 нм (рисунок 39, б) до 760 -530 нм (рисунок 39, а). Установлено, что в изучаемой цеолитсодержащей породе Тербунского месторождения имеется множество пор со средним диаметром 340 нм. Именно в объеме макро – микро-и мезопор происходит основное поглощение (сорбция) за счет ван-дер-ваальсовых сил неспецифического взаимодействия и именно их наличие оказывает влияние на фильтрационные и транспортные свойства цеолитсодержащей породы.

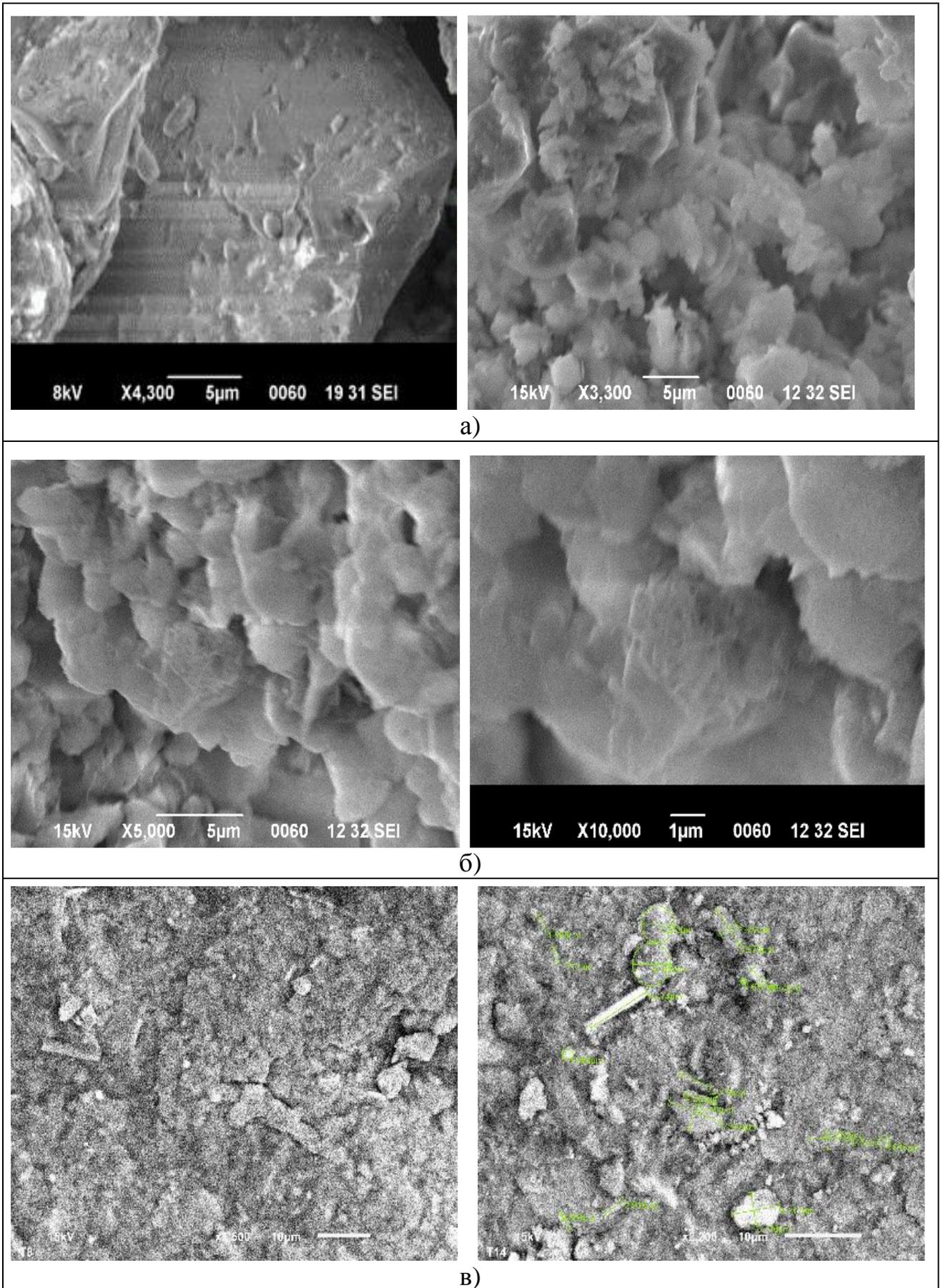


Рисунок 38 – Морфологические особенности строения цеолита Тербунского месторождения

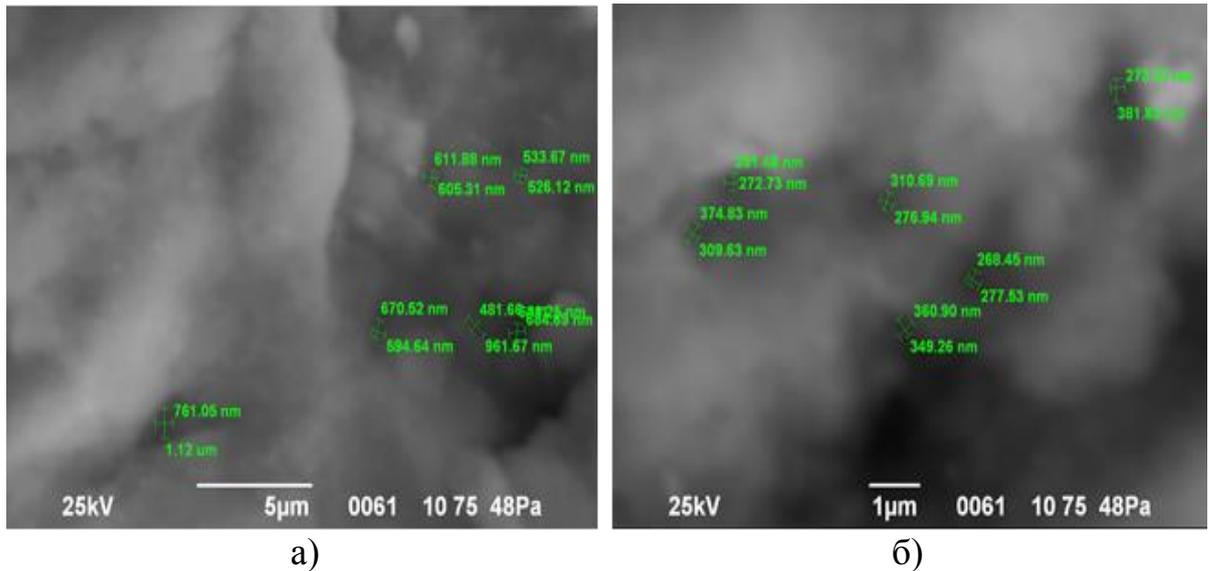


Рисунок 39 – Размер пор в образцах цеолита: а) 760 -530 нм; б) 360-270 нм

В результате полученного анализа минерального состава природного цеолита было установлено, что больше всего в его составе отмечалось наличие кремния - 21,3 масс % (рисунок 40, 41). Кобальт и алюминий занимали промежуточное положение среди всех изучаемых элементов, на их долю приходилось 9,5 и 9,4 масс % соответственно.

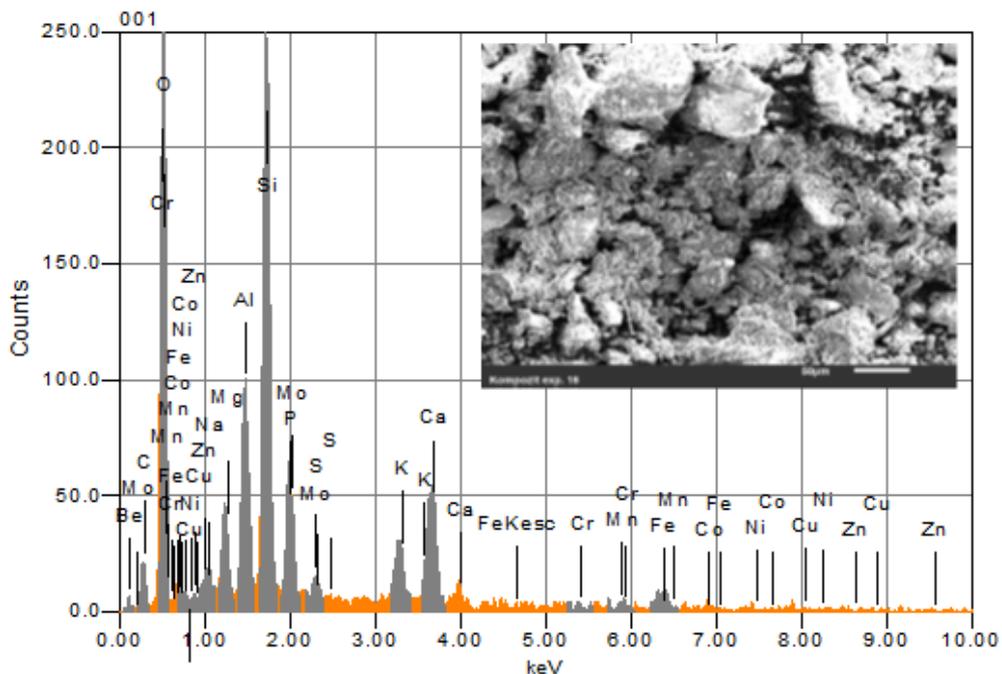


Рисунок 40 – Минеральный состав цеолита

Молибден является важным микроэлементом, который принимает активное участие в процессах фотосинтеза. В исследуемом цеолите Тербунского месторождения отмечалась высокая его доля - 1,2 масс %. Такие элементы как железо,

никель и цинк в небольших концентрациях также являются весьма необходимыми для протекания биохимических реакций растений, их концентрация в минерале составила соответственно 2,3 масс %, 3,4 масс % и 1,1 масс %.

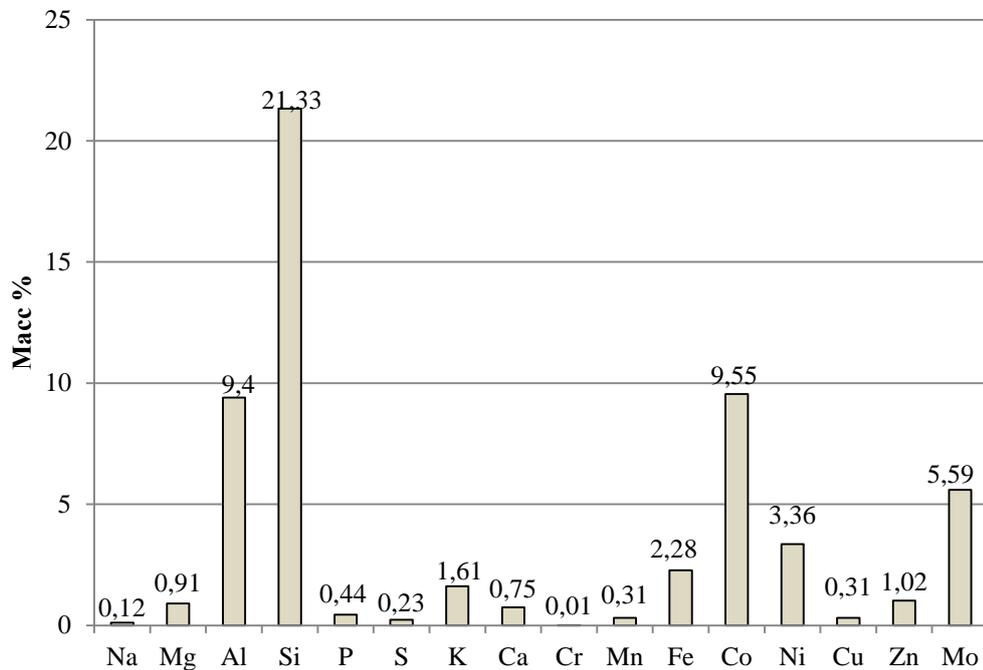


Рисунок 41 – Минеральный состав природного цеолита, масс %

Калий – это химический элемент, который наряду с фосфором и азотом является необходимым для питания растений, в цеолите его наличие фиксировалось в концентрации 1,6 масс %. Также в данном минерале отмечалось наличие фосфора - 0,4 масс %.

Содержание остальных изучаемых элементов не превышало 1 масс %: Na - 0,1; Mg - 0,9; S - 0,3; Ca - 0,8 и Cu - 0,3 масс %.

Элементный состав цеолита можно представить в виде убывающего ряда: Si>Al≈Co>Mo>Ni>Fe>K≈Zn>Mg>Ca>P> Mn>Cu>S>Na>Cr.

Следовательно, исследуемый природный цеолит Тербунского месторождения Липецкой области характеризуется высоким элементным составом и пористой структурой. Множество пор и каналов имеют средний диаметр 340 нм, основным элементом является кремний.

Проведённый анализ подтверждает многие литературные источники, свидетельствующие о целесообразности применения цеолитсодержащих пород в качестве удобрения под агрокультуры.

## 5.2. Разработка технологии приготовления удобрения на основе отходов птицефабрик

Куриный помёт характеризуется как ценное органическое удобрение с высоким содержанием азота, фосфора и калия. Данные элементы находятся в нём в легкодоступных для растений соединениях. Элементный состав и структура такого вида удобрения в значительной степени меняется в зависимости от используемого сырья в качестве подстилки, от условий кормления и содержания птицы.

Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов, помёт куриный в свежем виде относится к третьему классу опасности отходов, как умеренно опасные. Куриный помёт в перепревшем виде относится к четвёртому классу опасности, как малоопасные отходы (рисунок 42).

Следовательно, для более безопасного использования отходов птицефабрики в качестве удобрения следует провести процедуру временного хранения, в течение которого он перепревает и переходит из категории умеренно опасные в малоопасные отходы.

Технология производства удобрения начиналась с выгрузки подстилочного помёта из птичников на открытую площадку. Одновременно со складированием осуществляли перемешивание куриного помёта с микробиологическим препаратом Тамир, с целью его обезвреживания от патогенной микрофлоры, доведя органический субстрат до влажности 60%. Затем полученную массу заложили на ферментацию на пять месяцев (апрель - август) в бурты, высота слоя составляла 1,5 м. После компостирования была проведена оценка состояния полученного удобрения. В результате ферментации было получено однородное, рассыпчатое, тёмно-коричневого цвета удобрение, без перьевых включений.

Было установлено, что по санитарно-бактериологическим показателям, а именно индекс бактериальной группы кишечных палочек, индекс энтерококков, индекс патогенной микрофлоры, яйца и личинки гельминтов, цисты кишечных патогенных простейших, соответствовали требованиям ГОСТ 31461-2012 Помет

птицы. Сырье для производства органических удобрений. Технические условия (приложение П1) [5, 6].



Рисунок 42 – Образцы отходов птицефабрики до и после ферментации

На рисунке 43 показана микроструктура органических отходов птицефабрики после ферментации, которая характеризовалась рыхлостью и пластинчатостью.

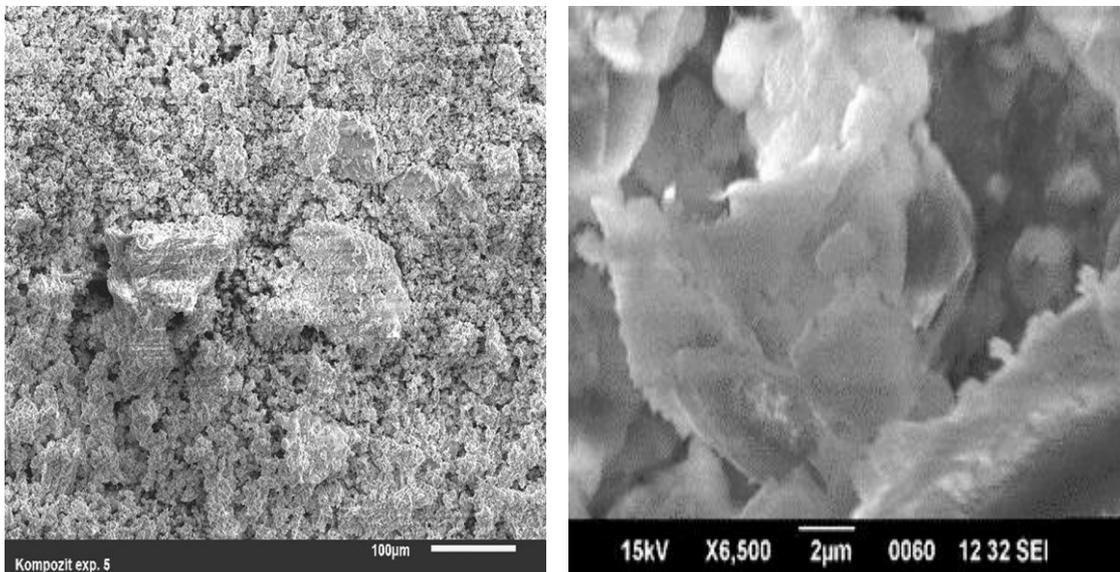


Рисунок 43 – Микроскульптура отходов птицефабрик

Агрохимический анализ удобрения проводили перед закладкой на ферментацию, в мае и августе. В органическом удобрении в результате компостирования содержание макроэлементов повышалось. Больше всего отмечалось повышение содержания общего азота. Перед закладкой на ферментацию данного элемента от-

мечалось в удобрении 1,25 %, в мае его увеличилось на 0,26 %, а в августе на 0,42 %.

Содержание калия практически не увеличилось в готовом удобрении. Так на его долю в начале ферментации приходилось 1,42 %, а к концу 1,47%.

Содержание фосфора в удобрении составляло 2,3 % перед его закладкой на ферментацию, в первый срок отбора 2,6 %, а во второй отбор - 2,68 % (рисунок 44).

Готовое удобрение характеризовалось высоким микроэлементным составом, что является важным для полноценного развития растений ярового рапса и получения стабильных урожаев агрокультур.

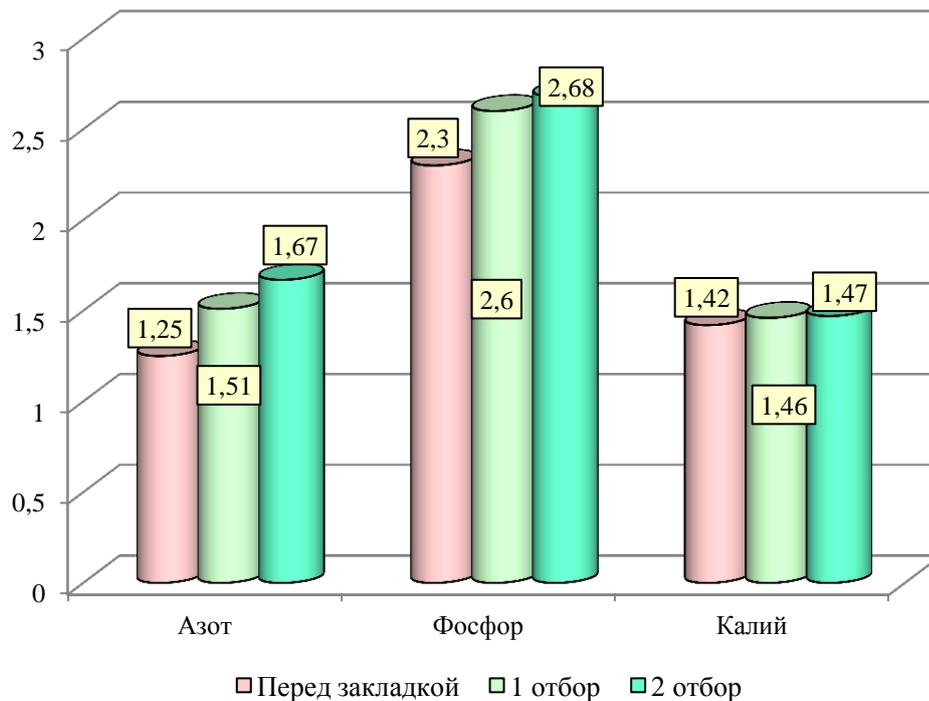


Рисунок 44 – Содержание азота, фосфора и калия в отходах, % на сухое вещество

Содержание микроэлементов в подстилочном помёте находилось в пределах предельно допустимых концентраций. Результаты анализа готового удобрения показали, что содержание в нём микроэлементов снизилось по сравнению с элементным составом помёта до закладки эксперимента (рисунок 45-47).

Готовое удобрение характеризовалось высоким содержанием таких элементов как марганец, цинк, медь и железо. Содержание элементов в готовом удобрении

нии можно представить следующим убывающим рядом:  $Mn > Fe > Zn > Cu > Ni > Co > Pb > Cd$ .

Перед закладкой опыта в помёте отмечалось максимальное количество таких микроэлементов как железо (43,75 мг/кг), цинк (20,38 мг/кг), марганец (126,68 мг/кг). В конце ферментации их количество составило, соответственно: 32,12 мг/кг, 20,19 мг/кг, 106,3 мг/кг.

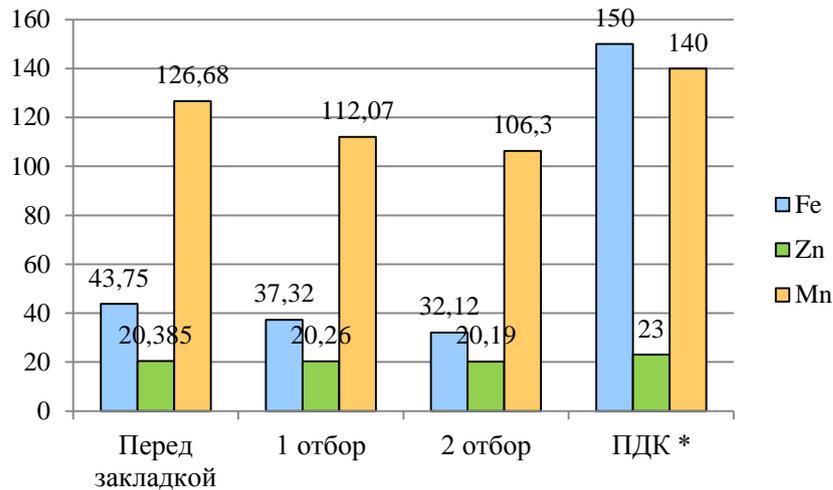


Рисунок 45 – Содержание Fe, Zn и Mn в органических отходах, мг/кг

Следует отметить, интенсивное снижение марганца. В конце ферментации на долю данного элемента приходилось 106,3 мг/кг, а снижение составило 20,38 мг/кг. Содержание железа снизилось на 11,63 мг/кг, а никеля на 1,02 мг/кг. Незначительное снижение отмечалось в отношении таких элементов как свинец (на 0,07 мг/кг), кадмий (0,03 мг/кг), цинк (0,19 мг/кг).

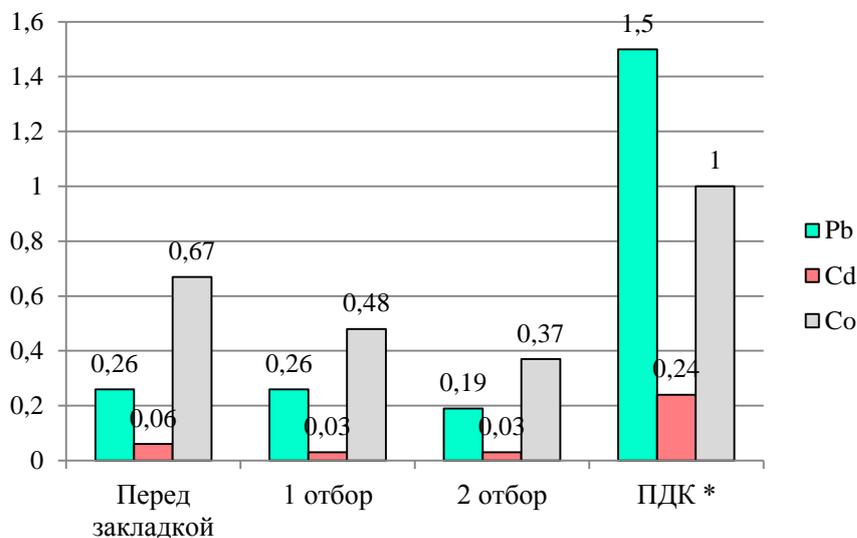
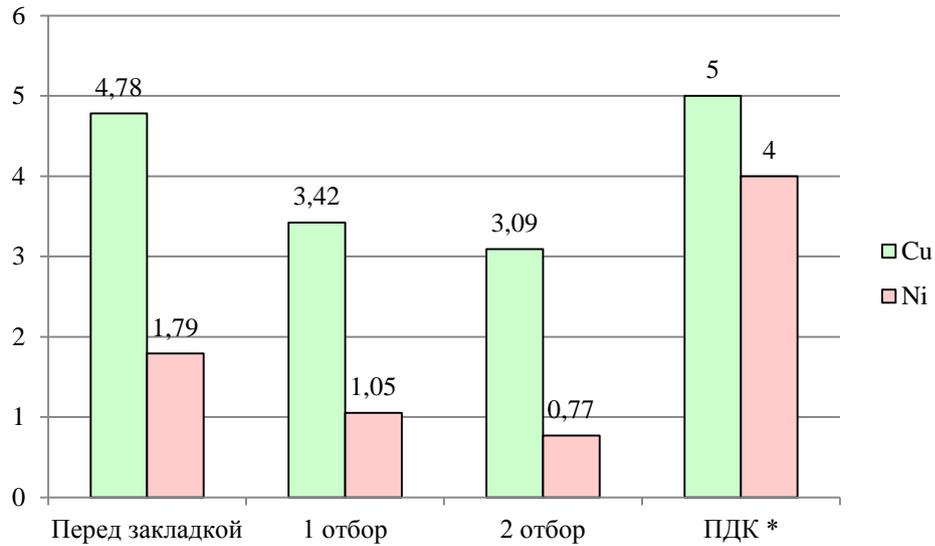


Рисунок 46 – Содержание Pb, Cd и Co в органических отходах, мг/кг

На момент закладки опыта содержание меди находилось на границе ПДК - 4 мг/кг. К концу ферментации значение данного элемента составило 3,09 мг/кг.



\*ПДК подвижных форм в ацетатно-аммонийном буферном растворе с pH 4,8

Рисунок 47 – Содержание Cu и Ni в органических отходах, мг/кг

Рассчитанные коэффициенты корреляции показывают, что практически между всеми элементами отмечена высокая взаимосвязь. Средняя корреляция отмечена между элементами Pb и Cd ( $r = 0,50$ ); Pb и Cu ( $r = 0,65$ ) (таблица 38).

Таблица 38 – Корреляционная матрица для 8 элементов в подстилочном помёте

| Элемент | Zn   | Mn   | Pb   | Cd   | Co   | Cu   | Ni   |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| Fe      | 0,99 | 0,98 | 0,83 | 0,89 | 0,99 | 0,96 | 0,98 |
| Zn      |      | 0,99 | 0,77 | 0,93 | 0,99 | 0,98 | 0,99 |
| Mn      |      |      | 0,71 | 0,96 | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| Pb      |      |      |      | 0,50 | 0,77 | 0,65 | 0,71 |
| Cd      |      |      |      |      | 0,93 | 0,98 | 0,96 |
| Co      |      |      |      |      |      | 0,98 | 0,99 |
| Cu      |      |      |      |      |      |      | 0,99 |

Следовательно, полученное удобрение после ферментации характеризовалось высокими показателями по макро и микроэлементному составу. Все микроэлементы находились в пределах норм ПДК. По санитарно-бактериологическим показателям данное удобрение также соответствовало требованиям нормативных документов.

### 5.3. Почвенные свойства в зависимости от доз органического удобрения в комплексе с природным цеолитом

В весенний период перед посевом запас продуктивной влаги на варианте с дозой ферментированного навоза 18,5 т/га относительно контроля немного увеличился и варьировал в зависимости от слоя почвы. По слою 0-10 см показатель продуктивной влаги на данных вариантах изменялся за годы исследований от 18,1 до 27,2 мм, по слою 10-20 см от 30,3 до 49,7 мм и на глубине 20-30 см от 44,2 до 70,1 мм (таблица 39).

Таблица 39 – Продуктивная влага в почве перед посевом (мм), среднее 2019-2022 гг.

| Вариант                                | Слой почвы, см | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее за 4 года |
|--|----------------|---------|---------|---------|---------|-------------------|
| Контроль                               | 0-10           | 18,1    | 23,5    | 24,5    | 26,0    | 23,0              |
|  | 10-20          | 30,3    | 44,6    | 45,3    | 48,5    | 42,2              |
|  | 20-30          | 44,2    | 56,6    | 65,3    | 69,4    | 58,9              |
| Компост 18,5 т/га                      | 0-10           | 19,2    | 24,2    | 25,1    | 27,2    | 23,9              |
|  | 10-20          | 31,1    | 45,2    | 46,6    | 49,7    | 43,2              |
|  | 20-30          | 45,2    | 57,7    | 66,4    | 70,1    | 59,9              |
| Компост 18,5 т/га +<br>цеолит 4,5 т/га | 0-10           | 21,3    | 25,2    | 27,3    | 28,8    | 25,7              |
|  | 10-20          | 32,8    | 46,1    | 48,4    | 50,1    | 44,4              |
|  | 20-30          | 47,6    | 59,9    | 68,7    | 72,3    | 62,1              |
| Компост 24,0 т/га +<br>цеолит 4,5 т/га | 0-10           | 22,1    | 26,6    | 28,2    | 29,1    | 26,5              |
|  | 10-20          | 33,1    | 47,5    | 49,2    | 50,9    | 45,8              |
|  | 20-30          | 48,6    | 60,1    | 69,4    | 73,1    | 62,8              |
| Компост 29,5 т/га +<br>цеолит 4,5 т/га | 0-10           | 23,0    | 28,3    | 29,3    | 30,1    | 27,7              |
|  | 10-20          | 33,9    | 49,1    | 50,2    | 51,9    | 46,3              |
|  | 20-30          | 49,1    | 61,2    | 70,1    | 74,1    | 63,6              |

Выявлено, что внесение цеолита с навозом (18,5 т/га), способствовало увеличению запаса продуктивной влаги относительно контроля, по слоям составило: 0-10 см на 2,7 мм; 10-20 см на 2,2 мм и 20-30 см на 3,2 мм. Следует отметить, что с увеличением дозы ферментированного компоста в комплексе с природным минералом происходило и увеличение запаса влаги. Максимальное увеличение запасов влаги отмечалось в слое почвы 0-10 см, которое составило в среднем относительно контроля 15,7 %. В слое почвы 10-20 см запасы продуктивной влаги на

данных вариантах увеличивались в среднем на 7,8 %, а на глубине 20-30 см на 6,6 % относительно контроля.

На фоне ферментированного навоза в дозе 29,5 т/га в комплексе с природным цеолитом в дозе 4,5 т/га отмечалось самое высокое увеличение запасов влаги, относительно контроля превышение составляло 4,1-4,7 мм, а относительно навоза в чистом виде - 3,1-3,8 мм.

Установлена прямая корреляционная связь между запасами продуктивной влаги в почве и урожайностью ярового рапса:  $r=+0,46$ . Доля влияния признака на урожайность составила 20 % ( $d_{yx}=0,20$ ) (рисунок 48).

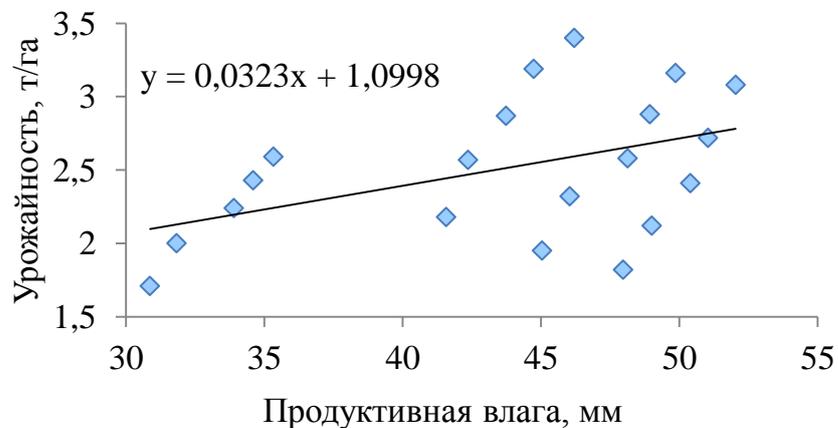


Рисунок 48 – Корреляционная взаимосвязь урожайности рапса с продуктивной влагой почвы, среднее 2019-2022 гг.

Использование природных цеолитов, а также ферментированного компоста в технологии возделывания ярового рапса обеспечивало повышение величины  $pH_{\text{сол}}$  и способствовало переходу почвы в класс с реакцией среды близкой к нейтральной. На варианте с дозой 18,5 т/га ферментированного компоста в чистом виде величина  $pH_{\text{сол}}$  возросла в среднем на 0,35- 0,4 ед. по сравнению с контролем, максимальное увеличение которой отмечалось на глубине 0-10 см и 10-20 см (7,0 и 7,6 %). Использование органических удобрений по фону природных цеолитов приводило к увеличению кислотности почвы 0-10 см >10-20 см >20-30 см. Увеличение дозы ферментированного навоза способствовало увеличению  $pH_{\text{сол}}$  почвы. Так, на вариантах с внесением, соответственно, навоза в дозах 18,5 т/га, 24,0 т/га и 29,5 т/га увеличение относительно контроля составляло 14,7 %, 16,6 % и 19,4%, а

относительно ферментированного компоста в чистом виде 7,1 %, 8,9 % и 11,4 % (таблица 40, рисунок 49).

Таблица 40 – Кислотность почвы в зависимости от доз ферментированного навоза и цеолита (рН), среднее 2019-2022 гг.

| Вариант                             | Слой почвы, см | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее за 4 года |
|-------------------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|-------------------|
| Контроль                            | 0-10           | 5,21    | 5,26    | 5,34    | 5,31    | 5,28              |
|                                     | 10-20          | 5,24    | 5,24    | 5,30    | 5,23    | 5,25              |
|                                     | 20-30          | 5,24    | 5,21    | 5,25    | 5,21    | 5,23              |
| Компост 18,5 т/га                   | 0-10           | 5,71    | 5,65    | 5,59    | 5,72    | 5,65              |
|                                     | 10-20          | 5,69    | 5,62    | 5,56    | 5,70    | 5,65              |
|                                     | 20-30          | 5,62    | 5,59    | 5,51    | 5,61    | 5,58              |
| Компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 0-10           | 6,21    | 6,3     | 6,22    | 6,30    | 6,25              |
|                                     | 10-20          | 6,00    | 6,12    | 6,11    | 6,23    | 6,10              |
|                                     | 20-30          | 5,82    | 5,59    | 5,81    | 5,70    | 5,73              |
| Компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 0-10           | 6,41    | 6,22    | 6,34    | 6,44    | 6,35              |
|                                     | 10-20          | 6,31    | 6,12    | 6,21    | 6,29    | 6,23              |
|                                     | 20-30          | 5,82    | 5,89    | 5,74    | 5,78    | 5,80              |
| Компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 0-10           | 6,61    | 6,72    | 6,53    | 6,61    | 6,60              |
|                                     | 10-20          | 6,32    | 6,54    | 6,38    | 6,28    | 6,38              |
|                                     | 20-30          | 5,81    | 5,82    | 5,72    | 5,95    | 5,83              |

Величина  $pH_{\text{сол.}}$  при использовании органических удобрений в дозе 29,5 т/га на фоне цеолита была максимальной, превышение которой относительно контроля по слоям было следующим: 0-10 см.- 1,32 ед., 10-20 см. - 1,13 ед., 20-30 см. - 0,6 ед.

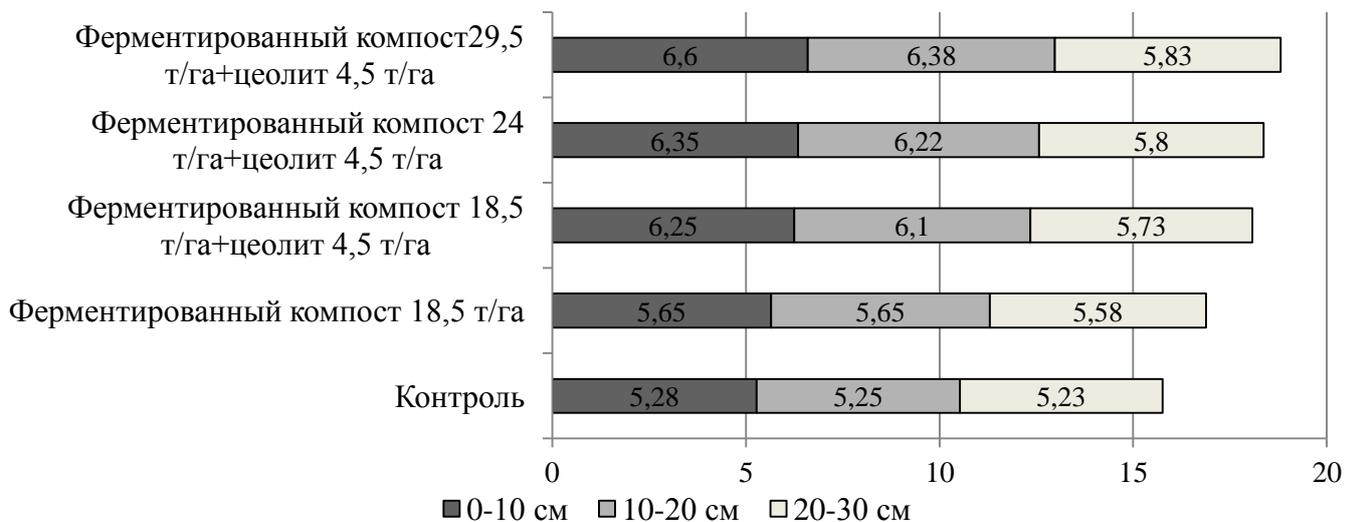


Рисунок 49 – Кислотность почвы в зависимости от доз ферментированного навоза и цеолита (рН), среднее 2019-2022 гг.

Также следует отметить, что выявлена прямая корреляционная связь между кислотностью почвы и урожайностью ярового рапса:  $r=+0,81$ . Доля влияния признака на урожайность составила 65 % ( $d_{yx}=0,65$ ) (рисунок 50).

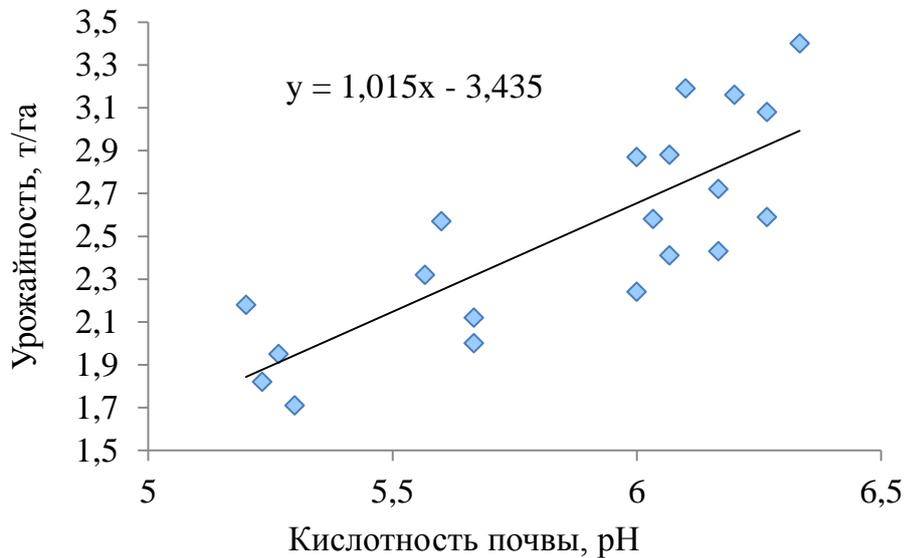


Рисунок 50 – Корреляционная взаимосвязь урожайности рапса с кислотностью почвы, среднее 2019-2022 гг.

Внесение органических удобрений и природных мелиорантов является одним из способов стабилизации гумусового состояния почв (рисунок 51).

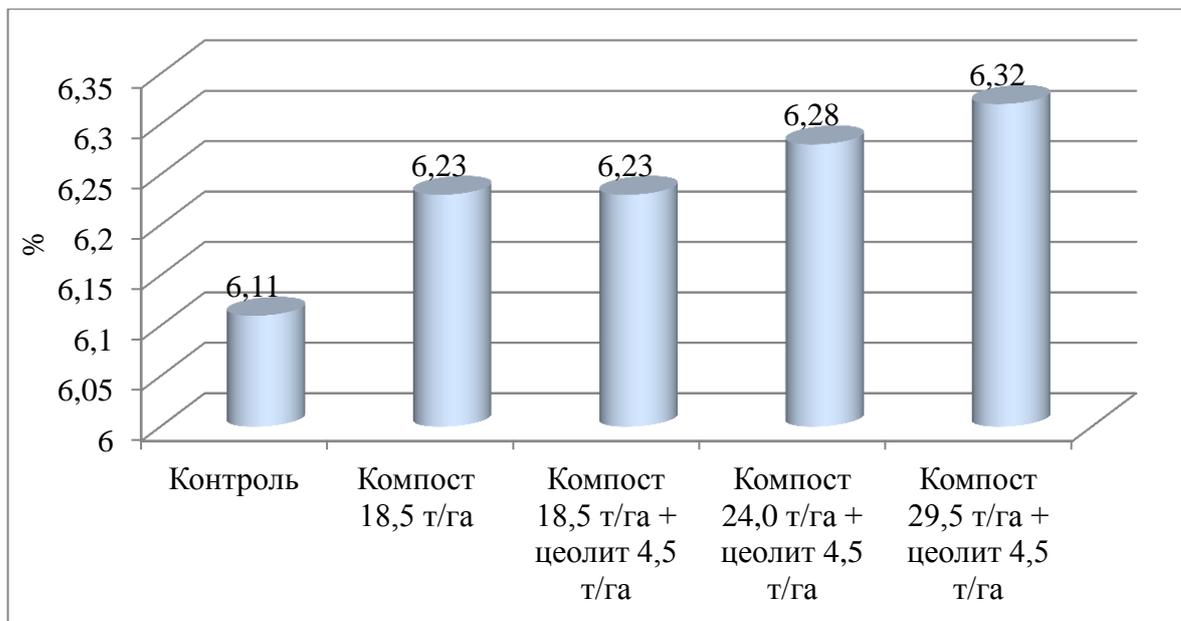


Рисунок 51 – Влияние цеолитов и удобрений на содержание гумуса в зависимости от вариантов опыта (%), среднее 2019-2022 гг.

Исследованиями установлено, что увеличение дозы ферментированного компоста в комплексе с цеолитом способствовало повышению содержания гумуса в пахотном слое в среднем на 2,9 % относительно контроля. Использование цеолита на фоне навоза оставалось неизменным (6,23%) относительно варианта с внесением ферментированного компоста в чистом виде в дозе 18,5 т/га.

#### 5.4. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах ярового рапса

Известно, что такие показатели, как интенсивность фотосинтеза, размер листовой пластины и сумма дней вегетационного периода являются взаимосвязанными и в комплексе влияют на накопление сухой массы растений. Установлено, что вегетационный период по вариантам исследования находился в пределах от 108 до 118 дней. Максимальный вегетационный период фиксировали на вариантах, где использовали компост в комплексе с цеолитом (118 дней). В среднем по опыту отмечено увеличение вегетационного периода на вариантах с использованием в качестве удобрения ферментированного компоста в дозе 18,5 т/га на 8 дней, на остальных вариантах на 10 дней относительно контроля (рисунок 52).

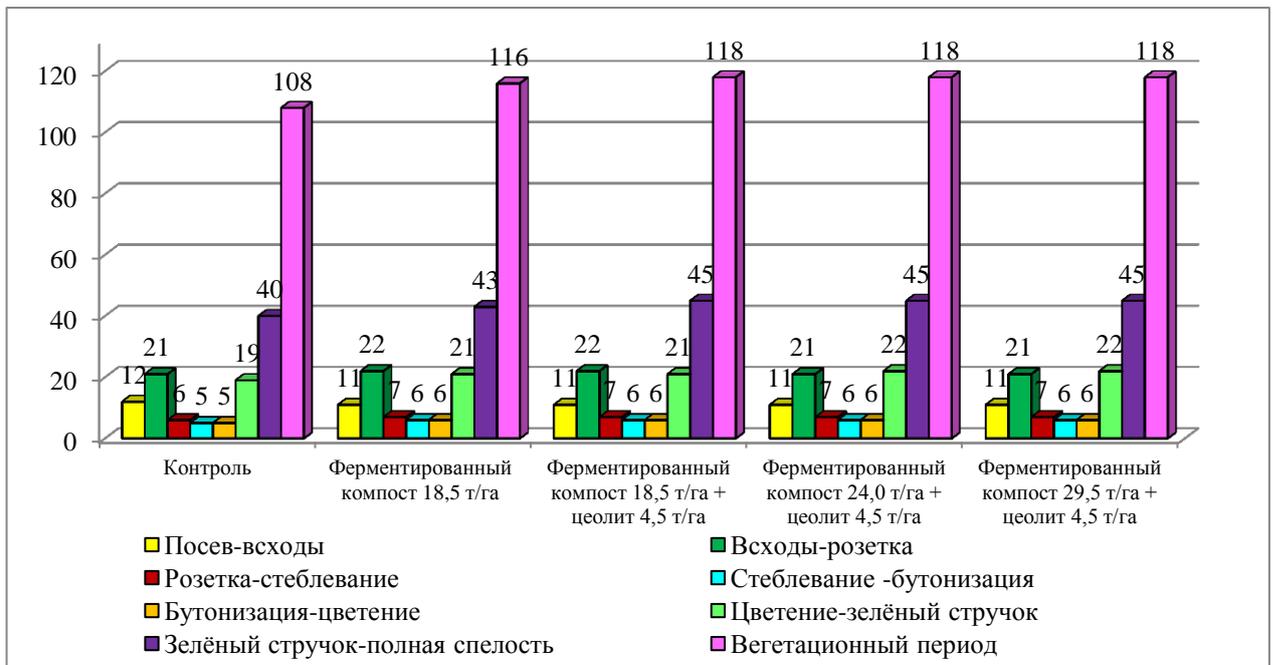


Рисунок 52 – Вегетационный период ярового рапса в опыте (дни), среднее 2019-2022 гг.

Площадь листовой поверхности растений и продолжительность её функционирования в достаточной степени оказывает влияние на формирование продуктивности сельскохозяйственных культур.

Максимальную листовую поверхность яровой рапс развивал в фазу бутонизации, которая находилась в пределах от 48,3 до 64,6 тыс. м<sup>2</sup>/га (таблица 41).

Таблица 41 – Площадь листовой поверхности (тыс. м<sup>2</sup>/га) и накопление сухой органической массы (г/м<sup>2</sup>) рапса, среднее 2019-2022 гг.

| Вариант                             | Фазы развития | Площадь листовой поверхности, тыс. м <sup>2</sup> /га | Накопление сухой органической массы, г/м <sup>2</sup> |
|-------------------------------------|---------------|---|---|
| Контроль                            | Розетка       | 34,5  | 17,5  |
|                                     | Стебление     | 43,8  | 87,9  |
|                                     | Бутонизация   | 50,7  | 178,7   |
|                                     | Цветение      | 49,2  | 221,2   |
| Компост 18,5 т/га                   | Розетка       | 41,2  | 20,1  |
|                                     | Стебление     | 50,9  | 95,5  |
|                                     | Бутонизация   | 57,8  | 200,6   |
|                                     | Цветение      | 56,3  | 255,4   |
| Компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | Розетка       | 41,9  | 21,7  |
|                                     | Стебление     | 51,1  | 125,8   |
|                                     | Бутонизация   | 58,4  | 236,7   |
|                                     | Цветение      | 57,1  | 298,9   |
| Компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | Розетка       | 42,8  | 25,6  |
|                                     | Стебление     | 39,9  | 136,9   |
|                                     | Бутонизация   | 44,9  | 257,5   |
|                                     | Цветение      | 43,9  | 338,2   |
| Компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | Розетка       | 43,4  | 36,6  |
|                                     | Стебление     | 53,5  | 187,2   |
|                                     | Бутонизация   | 60,4  | 345,9   |
|                                     | Цветение      | 59,1  | 452,9   |

Установлено, что возделывание рапса с применением ферментированного компоста как отдельно, так и в сочетании с природным цеолитом, способствовало увеличению площади листовой поверхности. Максимального листового аппарата удалось достичь при использовании навоза в дозе 29,5 т/га в комплексе с минералом. Также следует отметить, что использование цеолита способствовало сохранению площади листового аппарата в фазу цветения. Если на контроле и при применении ферментированного компоста разница площади листа в период между фазой бутонизации и цветения составляла 1,5 тыс. м<sup>2</sup>/га, то внесение цеолита способствовало сокращению данной разницы в среднем до 1,3 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Накопление сухой массы в течение всего вегетационного периода у ярового рапса происходило с различной интенсивностью. Данный показатель зависел как от погодных условий изучаемых лет, так и от используемых в опыте удобрений.

Накопление сухой органической массы в начальные этапы развития протекали медленно, достигнув максимальных показателей в фазу цветения (221,2-452,9 г/м<sup>2</sup>). Внесение ферментированного компоста в дозе 29,5 т/га с цеолитом обеспечивало накопление сухой органической массы и за период цветения достигало самых высоких показателей среди всех изучаемых вариантов, составив в среднем 452,9 г/м<sup>2</sup>. Сухая органическая масса растений рапса в фазу стеблевания по отношению к фазе розетка в среднем увеличилась в 5 раз, а в фазу бутонизация в 10 раз.

Минимальные показатели накопления сухой органической массы были отмечены на контрольном варианте, где в фазу розетка растения накопили в среднем 17,5 г/м<sup>2</sup>. На исследуемых вариантах с внесением удобрений происходило увеличение сухой массы, так в фазу розетки по отношению к контролю данный показатель увеличивался в 1,4 - 2,0 раза.

Установлено, что в наших исследованиях происходило увеличение чистой продуктивности фотосинтеза до фазы «стеблевание-бутонизация» (3,59-4,45 г/м<sup>2</sup>/сутки). Далее отмечалось убывание ЧПФ до 1,87- 3,27 г/м<sup>2</sup>/сутки, данный этап приходился на фазу развития «бутонизация-цветение». Максимальных показателей удалось достичь при внесении ферментированного компоста в дозе 29,5 т/га и природного цеолита: «розетка-стеблевание» - 3,71 и 5,17 г/м<sup>2</sup>/сутки, «стеблевание-бутонизация» - 3,73 и 5,06 г/м<sup>2</sup>/сутки, «бутонизация-цветение» - 2,94 и 3,77 г/м<sup>2</sup>/сутки.

По утверждению Ничипоровича А.А. [290] и Тимошенкова Т.А. и др. [383], растения, которые быстро формируют листовой аппарат и сохраняют свою работоспособность на протяжении длительного периода, обеспечивают высокую урожайность. Это связано с тем, что эти растения способны производить больше фотосинтеза, что приводит к увеличению накопления органических веществ.

Максимальная величина фотосинтетического потенциала установлена при внесении ферментированного компоста в комплексе с цеолитом. Данные варианты способствовали увеличению ассимиляционного аппарата на этапе всего периода развития культуры и, как следствие, обеспечили его оптимальную продолжительность работы.

Следует отметить, что самые высокие значения фотосинтетического потенциала были получены в период «стеблевание-бутонизация». На контроле данный показатель в среднем за исследуемые годы составил 248,9 тыс. м<sup>2</sup>/га дней (таблица 42).

Таблица 42 – Фотосинтетический потенциал (тыс.м<sup>2</sup>/га дней) и чистая продуктивность фотосинтеза (г/м<sup>2</sup>/сутки) ярового рапса, среднее 2019-2022 гг.

| Вариант  | Фенопериод                | Фотосинтетический потенциал, тыс. м <sup>2</sup> /га дней | Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> /сутки |
|--|---------------------------|---|--|
| Контроль   | Розетка – стеблевание     | 226,6   | 2,89   |
|  | Стеблевание – бутонизация | 248,9   | 3,59   |
|  | Бутонизация – цветение    | 224,1   | 1,87   |
| Ферментированный компост 18,5 т/га                   | Розетка – стеблевание     | 312,0   | 2,80   |
|  | Стеблевание – бутонизация | 340,4   | 3,84   |
|  | Бутонизация – цветение    | 313,4   | 2,40   |
| Ферментированный компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | Розетка – стеблевание     | 303,8   | 3,88   |
|  | Стеблевание – бутонизация | 343,2   | 4,07   |
|  | Бутонизация – цветение    | 317,2   | 2,54   |
| Ферментированный компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | Розетка – стеблевание     | 324,3   | 4,12   |
|  | Стеблевание – бутонизация | 351,4   | 4,22   |
|  | Бутонизация – цветение    | 322,0   | 3,23   |
| Ферментированный компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | Розетка – стеблевание     | 328,0   | 4,53   |
|  | Стеблевание – бутонизация | 356,6   | 4,45   |
|  | Бутонизация – цветение    | 328,0   | 3,27   |

Внесение ферментированного компоста в чистом виде в дозе 18,5 т/га повысило фотосинтетический потенциал на 36,8 %, совместно с цеолитом на 37,9 %, ферментированного компоста 24,0 т/га совместно с цеолитом на 41,2 %, фермен-

тированного компоста 29,5 т/га совместно с цеолитом на 43,3 % по сравнению с контролем.

Фотосинтетический потенциал также изменялся по годам исследований, максимальным он был в 2020 году в период стеблевание-бутонизация (304,5-422,1 тыс. м<sup>2</sup>/га дней).

Данный год характеризовался достаточными показателями по влаге, что благоприятно отразилось на развитии листового аппарата растений, а это в свою очередь повлияло на фотосинтетический потенциал рапса.

За период развития «розетка-цветение» 2019-2022 гг. растения ярового рапса продемонстрировали высокий фотосинтетический потенциал 699,6-1012,6 тыс. м<sup>2</sup>/га дней (рисунок 53).

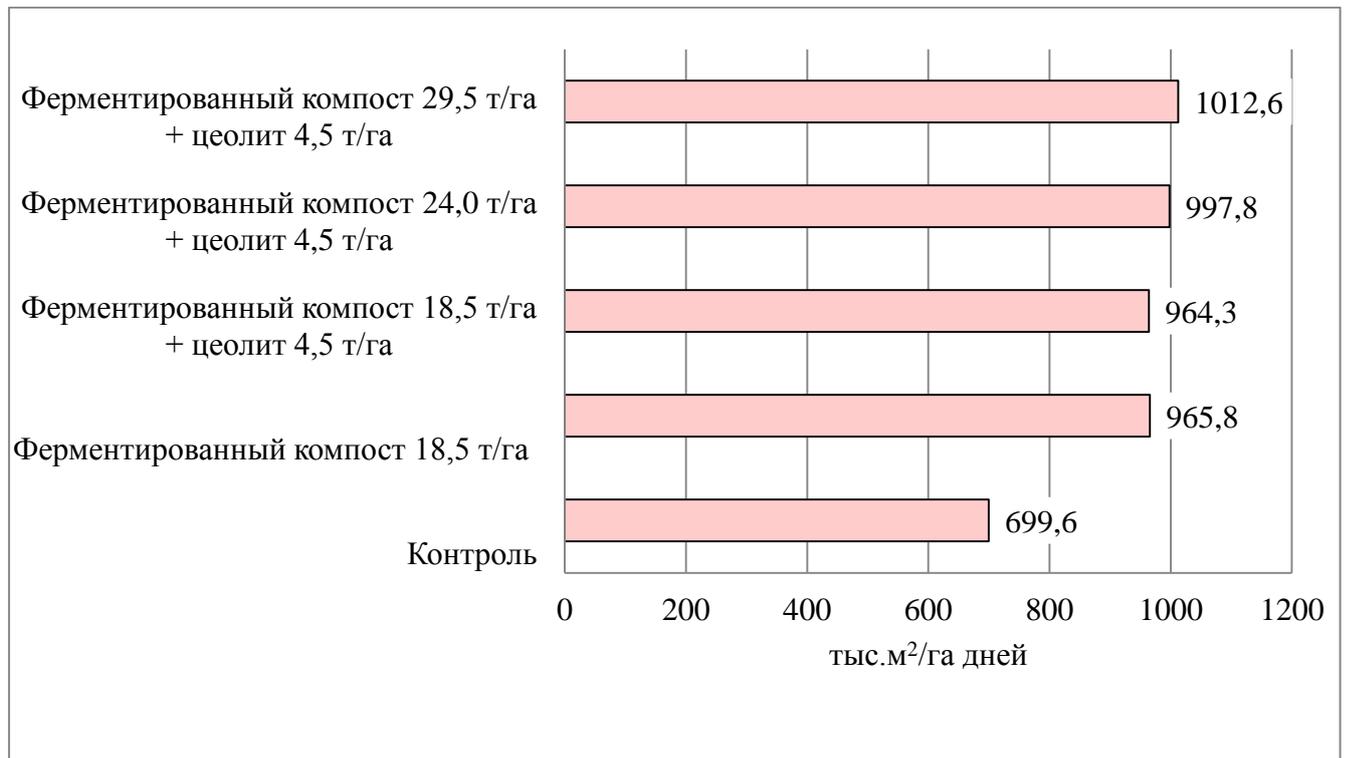


Рисунок 53 – Фотосинтетический потенциал растений за период розетка-цветение (тыс. м<sup>2</sup>/га дней), среднее 2019-2022 гг.

Максимальные значения получены на варианте ферментированный компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га 1012,6 тыс. м<sup>2</sup>/га дней.

Растения ярового рапса на всех этапах развития культуры на фоне изучаемых доз компоста и цеолита отличались высокорослостью и максимальной облиственностью (рисунок 54).

В результате чего данные растения характеризовались высокими показателями по зелёной массе.



Рисунок 54 – Растения ярового рапса в фазе зеленого стручка

Нами выявлена высокая корреляционная взаимосвязь сильной степени между чистой продуктивностью фотосинтеза и фотосинтетическим потенциалом растений изучаемой культуры.

Так в межфазный период «розетка-стеблевание» коэффициент корреляции имел сильную прямую связь:  $r=+0,70$ . Доля влияния фотосинтетического потенциала на ЧПФ составила 49% ( $d_{yx}=0,49$ ).

В межфазный период «стеблевание-бутонизация» коэффициент корреляции имел сильную прямую связь:  $r=+0,69$ . Влияние данного показателя составило 48% ( $d_{yx}=0,48$ ). В межфазный период бутонизация также наблюдалась прямая корреляционная зависимость средней степени  $r=+0,46$  ( $d_{yx}=0,21$ ) (рисунок 55).

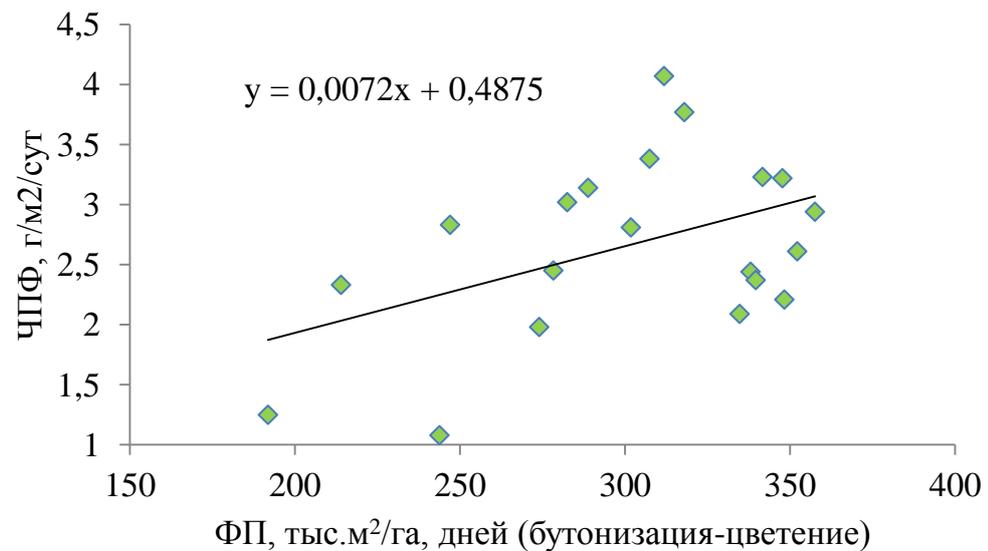
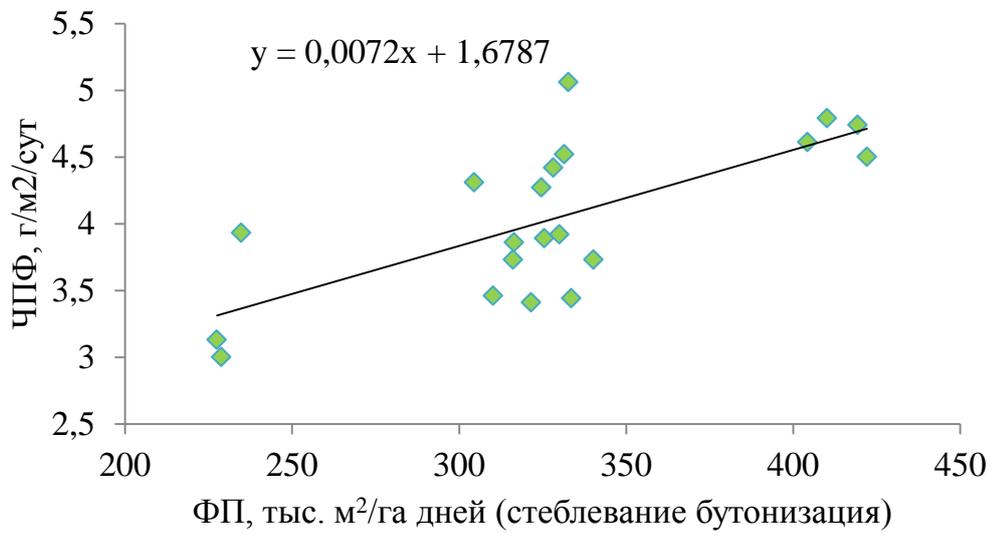
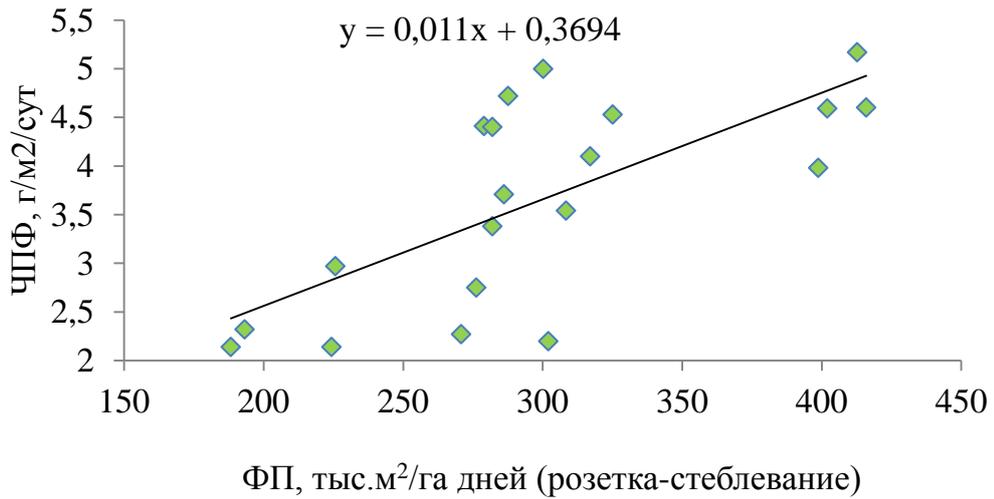


Рисунок 55 – Корреляционная взаимосвязь чистой продуктивности фотосинтеза растений рапса ярового с фотосинтетическим потенциалом, среднее 2019-2022 гг.

Фотосинтез является первичным метаболизмом растений. К первичным метаболитам относят низкомолекулярные вещества, которые необходимы для жизнедеятельности растительной клетки.

В результате исследования метаболомного профиля спиртовых экстрактов листьев рапса было установлено, что основными первичными метаболитами являются углевод лактоза и сахарные спирты рибитол и арабитол (таблица 43, приложение Е).

Таблица 43 – Сравнительное содержание основных веществ в листьях рапса в зависимости от вариантов опыта (площадь пика %), среднее 2019-2022 гг.

| Вариант                             | Первичные метаболиты растений рапса |         |         | Сумма |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------|---------|-------|
|                                     | арабитол                            | рибитол | лактоза |       |
| Контроль                            | 14,1                                | 14,4    | 20,4    | 48,9  |
| Компост 18,5 т/га                   | 20,1                                | 18,2    | 32,9    | 71,2  |
| Компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 25,5                                | 23,6    | 32,9    | 82,0  |
| Компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 42,4                                | 37,5    | 11,06   | 90,9  |
| Компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 44,7                                | 31,7    | 16,6    | 93,0  |
| НСР <sub>05</sub> ,%                | 5,11                                | 6,22    | 2,13    |       |

Основную долю в вариантах без внесения удобрения, с использованием ферментированного навоза в чистом виде (доза 18,5 т/га) и в комплексе с цеолитом 4,5 т/га составляла лактоза, в зависимости от вариантов опыта площадь пика которой варьировала от 20,4 до 32,9 %.

Синтез арабитола и сорбитола происходил примерно в равных количествах и также значительно варьировал в исследованиях по изучаемым вариантам от 14,1 до 44,7 и 14,4 до 37,5 % соответственно.

Следовательно, за годы исследований максимальная площадь листового аппарата и накопление органического вещества фиксировалось на вариантах с применением в качестве удобрения ферментированного компоста в дозе 29,5 т/га в комплексе с природным цеолитом.

### 5.5. Структура урожая и урожайность ярового рапса в зависимости от доз органического удобрения в комплексе с природным цеолитом

Показатели структуры урожая капустной культуры варьировали как по вариантам, так и по годам исследования. Так максимальное количество растений к уборке сохранялось в 2020 году от 98,2 до 107,1 шт./м<sup>2</sup>. Наименьшие данные по густоте получили в 2019 году от 78,3 до 84,1 шт./м<sup>2</sup>. Внесение ферментированного компоста повышало густоту стеблестоя к уборке по сравнению с контролем на 4,2 %. Внесение помёта в комплексе с цеолитом обеспечивало увеличение количества растений в среднем на 7,8 % по сравнению с контролем. Максимальным количеством продуктивных растений характеризовался вариант ферментированный компост в дозе 29,5 т/га +цеолит, где растений к уборке сохранилось в среднем 92,1 шт./м<sup>2</sup> (таблица 44, приложение Ё1-Ё4).

Таблица 44 – Густота растений и элементы структуры урожая ярового рапса в зависимости от вариантов опыта, среднее 2019-2022 гг.

| Вариант  | Густота растений, шт./м <sup>2</sup> | Масса 1000 семян, г | Количество стручков на растении, шт. | Количество семян в стручке, шт. |
|--|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Контроль   | 84,2                                 | 2,78                | 47,9                                 | 17,9                            |
| Ферментированный компост 18,5 т/га                   | 87,7                                 | 2,85                | 52,0                                 | 18,5                            |
| Ферментированный компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 89,5                                 | 2,90                | 54,6                                 | 18,9                            |
| Ферментированный компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 90,9                                 | 3,00                | 56,3                                 | 19,3                            |
| Ферментированный компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 92,1                                 | 3,11                | 57,6                                 | 19,5                            |
| НСР <sub>05</sub> , 2019 г.                          | 3,31                                 | 0,02                | 1,2                                  | 0,25                            |
| 2020 г.  | 5,24                                 | 0,02                | 2,3                                  | 0,35                            |
| 2021 г.  | 4,25                                 | 0,03                | 1,8                                  | 0,23                            |
| 2022 г.  | 5,41                                 | 0,01                | 3,1                                  | 0,41                            |

Вследствие обеспеченности элементами питания на изучаемых вариантах растения рапса формировали более крупные стручки, что способствовало увеличению массы 1000 семян. Следует отметить, что все используемые дозы удобрений

ний в опыте оказали влияние на увеличение данного показателя. На варианте с ферментированным компостом 29,5 т/га в комплексе с природным цеолитом в дозе 4,5 т/га семена формировались более крупные и выполненные, масса 1000 семян на котором составила в среднем 3,11 г. Минимальная масса зафиксирована на контроле - 2,78 г. На других исследуемых вариантах масса 1000 семян находилась в пределах 2,85-3,00 г.

На фоне применения удобрений растения формировали большее количество стручков (таблица 51). В более засушливых условиях 2019 года стручков формировалось от 49,3 до 54,6 шт, а на контроле - 46,1 шт. В сложившихся благоприятных условиях по влагообеспеченности 2020 года на удобренных вариантах количество стручков на растении варьировало от 57,2 до 61,5 шт, а без внесения удобрений в среднем 51,3 шт.

Максимальное количество стручков было отмечено на растениях рапса с применением ферментированного компоста в дозах 24,0 т/га и 29,5 т/га с цеолитом, которое составило, соответственно, в среднем 56,3 и 57,6 шт. На контрольном варианте число стручков на растении в среднем составило 47,9 шт. Количество семян в стручке на лучшем варианте составило 19,5 шт, что выше контроля на 8,9 %. В 2020 году прирост по данному показателю относительно контроля составил 11,1 %.

Таким образом, по всем элементам структуры урожая изучаемой культуры наибольшие показатели получены на варианте с внесением ферментированного навоза в дозе 29,5 т/га в комплексе с природным цеолитом 4,5 т/га. Следовательно, наиболее высокие показатели элементов продуктивности рапса были сформированы на вариантах с внесением ферментированного компоста в дозе 24,0 т/га и 29,5 т/га в комплексе с цеолитом: густота стеблестоя 86,2 и 87,1 шт./м<sup>2</sup>, масса 1000 семян - 3,0 и 3,11 г, количество стручков на растении - 55,6 и 56,3 шт, количество семян в стручке - 19,3 и 19,5 шт.

Урожайность ярового рапса также зависела от климатических условий каждого года и вариантов исследования. В условиях 2019 г. была получена наименьшая урожайность, в среднем она составила по опыту 2,19 т/га. Урожайность в этот

год находилась в интервале от 1,71 до 2,59 т/га. Кроме этого, в этот год были получены минимальные различия в урожайности по вариантам. Так на варианте с ферментированным компостом и цеолитом 4,5 т/га прибавка к контролю составила 0,88 т/га, разница между данными вариантами составляла 1,15 т/га.

Условия 2020 года сложились благоприятно для развития растений рапса и формирования урожая. В данном исследуемом году была получена максимальная урожайность, в среднем по вариантам она составила 2,84 т/га. Разница между изучаемыми вариантами была также максимальной в данный вегетационный период. Так прибавка относительно контроля по изучаемым вариантам составляла соответственно 0,39; 0,69; 1,01; и 1,22 т/га (таблица 45, приложения Ж1-Ж4).

Таблица 45 – Урожайность ярового рапса в годы исследований в зависимости от доз ферментированного компоста и цеолита (т/га), среднее 2019-2022 гг.

| Вариант  | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее за 4 года |
|--|---------|---------|---------|---------|-------------------|
| Контроль   | 1,71    | 2,18    | 1,95    | 1,82    | 1,91              |
| Ферментированный компост 18,5 т/га                   | 2,00    | 2,57    | 2,32    | 2,12    | 2,25              |
| Ферментированный компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,24    | 2,87    | 2,58    | 2,41    | 2,53              |
| Ферментированный компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,43    | 3,19    | 2,88    | 2,72    | 2,81              |
| Ферментированный компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,59    | 3,40    | 3,16    | 3,08    | 3,06              |
| НСР <sub>05</sub> , т/га                             | 0,236   | 0,356   | 0,306   | 0,327   | -                 |

В 2021 году был получен средний урожай семян ярового рапса. Средняя урожайность по опыту составила 2,58 т/га. Закономерность по максимальной прибавке на вариантах с компостом в дозах 24,0 и 29,5 т/га в комплексе с цеолитом сохранилась. Прибавка относительно контроля составила соответственно 47,7 % (0,93 т/га) и 62 % (1,21 т/га). В 2022 году данная тенденция сохранилась, но особенностью этого года явилась максимальная прибавка в урожае по лучшему варианту компост 29,5 т/га+цеолит 4,5 т/га (1,26 т/га). Урожайность на данном варианте составила 3,06 т/га, что на 1,15 т/га (60,2 %) выше контроля. Коэффициент кор-

реляции имел сильную прямую связь между величиной урожая и элементами структуры урожая (рисунок 56).

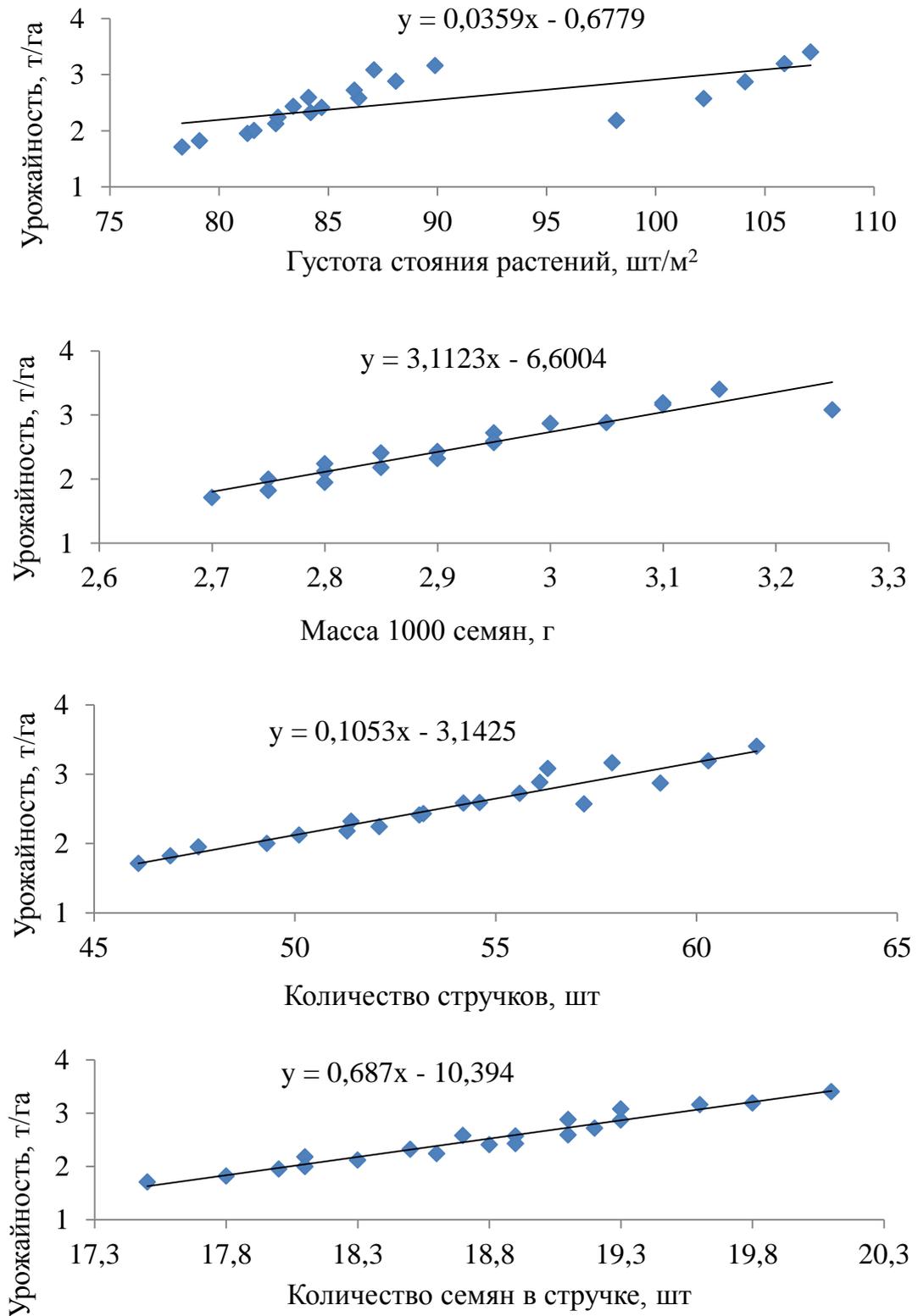


Рисунок 56 – Корреляционная взаимосвязь урожайности ярового рапса с элементами структуры урожая, среднее 2019-2022 гг.

Коэффициент корреляции имел сильную прямую связь между величиной урожая и числом растений к уборке, массой 1000 семян, числом стручков и семян в стручке, который составил соответственно  $r=+0,69$ ;  $r=+0,95$ ;  $r=+0,96$ ;  $r=+0,99$ . Установлена доля влияния данных признаков на урожайность, которая составила соответственно 47% ( $r_{yx}=0,47$ ); 91% ( $r_{yx}=0,91$ ); 93% ( $r_{yx}=0,93$ ); 98% ( $r_{yx}=0,98$ ).

Следовательно, установлено, что все элементы структуры урожая в опыте с ферментированным помётом и природным цеолитом оказали на неё большое влияние.

#### 5.6. Влияние применения доз органического удобрения в комплексе с природным цеолитом на качество семян рапса

Масличность семян изучаемой культуры за годы исследований изменялась в интервале от 40,1 до 42,4 % в зависимости от изучаемых вариантов. Возделывание рапса с использованием отходов способствовало снижению содержания масла и в среднем по вариантам с его применением составило 40,5 %. Применение цеолита в качестве удобрения никак не отразилось на изменении содержания масла в семенах рапса. На контрольном варианте содержание масла в семенах изменялось от 40,6 до 44,1 % и в среднем составило 42,4% (таблица 46).

Таблица 46 – Содержание масла в семенах и валовой сбор масла с 1 га в опыте, среднее 2019-2022 гг.

| Варианты                            | Масличность, % |         |         |         |                   | Валовой сбор масла, кг/га | Прибавка |      |
|-------------------------------------|----------------|---------|---------|---------|-------------------|---------------------------|----------|------|
|                                     | 2019 г.        | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее за 4 года |                           | кг/га    | %    |
| Контроль                            | 40,6           | 42,1    | 44,1    | 42,8    | 42,4              | 809,5                     |          |      |
| Компост 18,5 т/га                   | 38,2           | 40,1    | 41,9    | 41,4    | 40,4              | 909,0                     | 99,2     | 12,2 |
| Компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 38,6           | 40,9    | 42,2    | 41,9    | 40,9              | 1034,8                    | 224,9    | 27,8 |
| Компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 38,1           | 40,4    | 41,4    | 40,5    | 40,1              | 1126,8                    | 316,9    | 39,1 |
| Компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 38,8           | 40,3    | 42,1    | 41,2    | 40,6              | 1242,4                    | 432,5    | 53,4 |
| НСР <sub>05</sub> , %               | 0,81           | 1,10    | 0,92    | 1,64    | -                 | -                         | -        | -    |

С увеличением урожайности культуры увеличивался и валовый сбор масла. Поэтому, в результате максимальной урожайности на вариантах с применением ферментированного компоста в дозе 29,5 т/га в комплексе с цеолитом в дозе 4,5 т/га прибавка относительно контроля по сбору масла с 1 га составила 432,5 кг/га (53,4 %). Возделывание рапса с применением только ферментированного компоста обеспечило прибавку относительно контроля 12,2 %.

Корреляционный анализ, позволил установить, что между содержанием жира и белка в семенах культуры существует тесная и обратная связь. Коэффициент корреляции в среднем по годам составил - 0,88. На вариантах с внесением ферментированного компоста наблюдалось увеличение протеина в семенах. Контрольный вариант характеризовался минимальными значениями по содержанию протеина (21,4%), а на остальных изучаемых вариантах данный показатель имел не большое отличие и находился в интервале от 23,6 до 24,0 % (таблица 47).

Таблица 47 – Содержание белка в семенах и его валовой сбор с 1 га в опыте, среднее 2019-2022 гг.

| Варианты                            | Содержание белка в семенах, % |         |         |         |                   | Валовой сбор протеина, кг/га | Прибавка |      |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|-------------------|------------------------------|----------|------|
|                                     | 2019 г.                       | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее за 4 года |                              | кг/га    | %    |
| Контроль                            | 23,3                          | 21,1    | 20,1    | 21,1    | 21,4              | 408,7                        | -        | -    |
| Компост 18,5 т/га                   | 25,1                          | 23,4    | 22,4    | 23,5    | 23,6              | 531,0                        | 122,3    | 29,9 |
| Компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 25,9                          | 24,6    | 22,5    | 23,0    | 24,0              | 607,2                        | 198,5    | 48,6 |
| Компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 25,9                          | 23,1    | 22,6    | 22,4    | 23,5              | 660,4                        | 251,6    | 61,6 |
| Компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 25,7                          | 23,6    | 22,1    | 23,4    | 23,7              | 725,2                        | 316,5    | 77,4 |
| НСР <sub>05</sub> , %               | 1,12                          | 0,99    | 0,71    | 0,81    | -                 | -                            | -        | -    |

Минимальным сбор протеина был на контроле 408,7 кг/га, а максимальным на варианте, где вносили ферментированный компост в дозе 29,5 т/га в комплексе с цеолитом 4,5 т/га – 725,2 кг/га. Высокими показателями по валовому сбору протеина отличался также вариант, где вносили ферментированный компост в дозе

24,0 т/га в комплексе с цеолитом 4,5 т/га, который превышал контроль на 251,6 кг/га (61,6 %).

Высокие показатели масличности семян капустной культуры наблюдали в условиях 2021 года. Данный год характеризовался высокой влагообеспеченностью, но на момент созревания и уборки семян температурный режим августа был завышен, а осадки в первой и второй декадах практически отсутствовали.

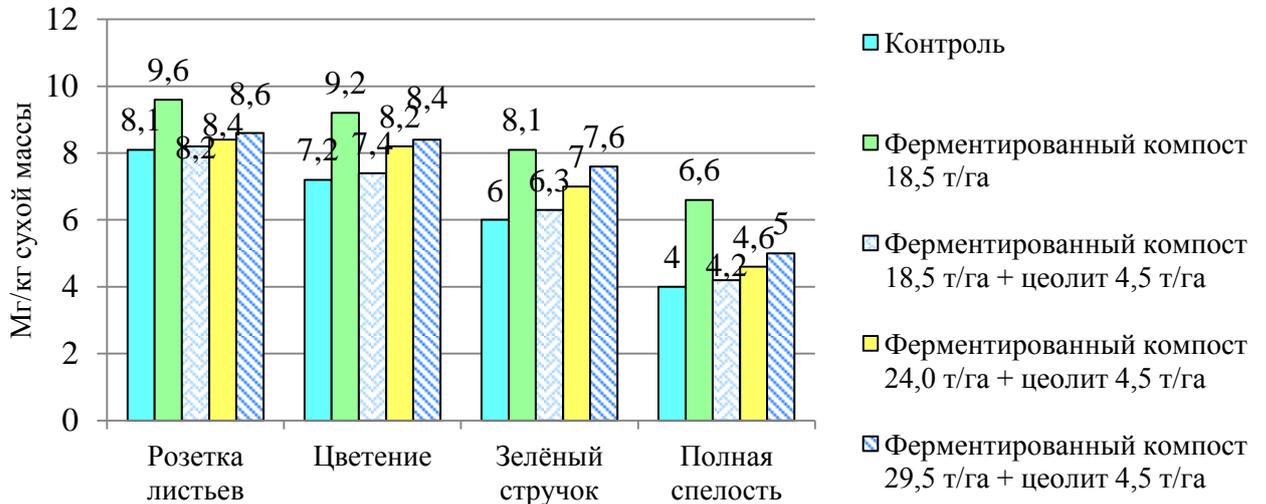
### 5.7. Изучение элементного состава растений рапса и его семян

Содержание таких микроэлементов как марганец, цинк и медь в растениях требует особого наблюдения. Это связано с тем, что из-за процессов трансформации данных элементов могут проявляться условия связанные как с их токсичностью, так и недостатком [434, 520].

Анализ микроэлементного состава показал, что использование удобрений способствовало их накоплению в вегетативной массе растений рапса. Максимальное количество изучаемых элементов зафиксировано в фазу розетки, с каждой последующей фазой отмечалось их снижение. Содержание меди по вариантам имело колебания от 4,0 до 9,6 мг/кг. В фазу розетки в вегетативной массе растений контрольного варианта отмечалось 8,1 мг/кг данного элемента, внесение ферментированного компоста (18,5 т/га) имело существенную разницу относительно контроля, где меди фиксировалось 9,6 мг/кг ( $НСР_{05} = 0,21$ ). Следует отметить существенное снижение меди относительно данного варианта, где использовали органические отходы (18,5 т/га) совместно с цеолитом, а относительно контроля её накопление было не значительным.

В фазу цветения произошло снижение содержания меди в растениях опытной культуры в среднем по вариантам на 6 %. Максимальное её снижение отмечалось на контроле (11 %) и на варианте с внесением ферментированного навоза в дозе 18,5 т/га и цеолита в дозе 4,5 т/га (10%). В фазу зелёного стручка снижение меди относительно фазы цветения составило по вариантам от 10 до 17%. В фазу полной спелости все варианты имели существенную разницу относительно кон-

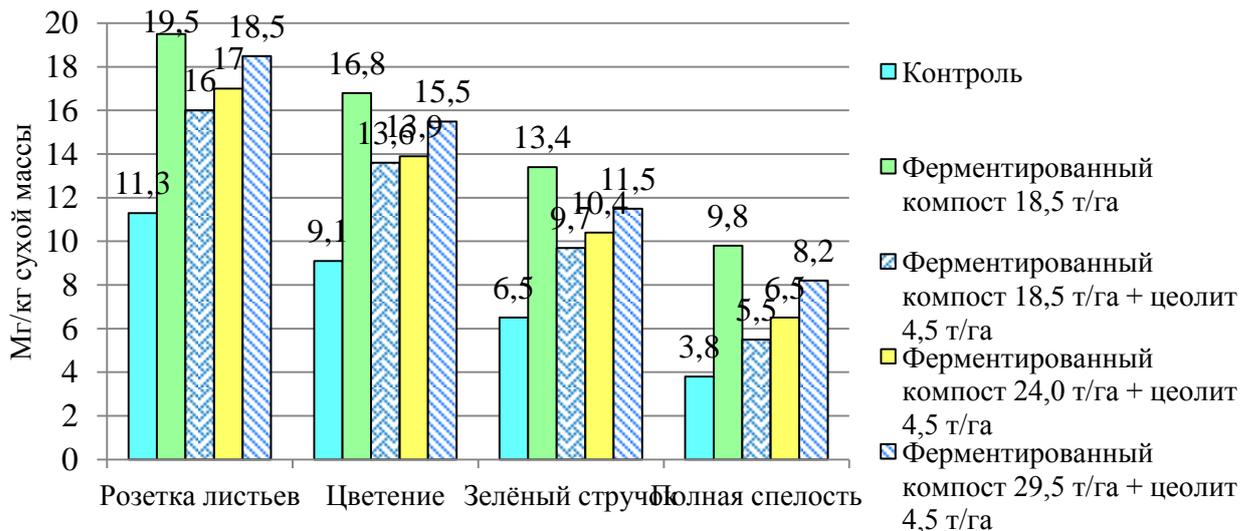
троля. Максимальные значения по меди отмечались на варианте, где использовали ферментированный компост в чистом виде - 6,6 мг/кг, на контрольном варианте её наличие составило 4,0 мг/кг. Использование цеолита привело к адсорбции данного элемента (рисунок 57).



$HCP_{05}$  (фаза розетки) - 0,21;  $HCP_{05}$ (фаза цветения) - 0,20;  $HCP_{05}$ (фаза зелёного стручка) - 0,11;  $HCP_{05}$ (фаза полной спелости) - 0,10.

Рисунок 57 – Содержание меди в вегетативной массе рапса в зависимости от вариантов опыта (мг/кг), среднее 2019-2022 гг.

Цинка отмечалось в растениях рапса по фазам развития от 3,8 до 19,5 мг/кг (рисунок 58).



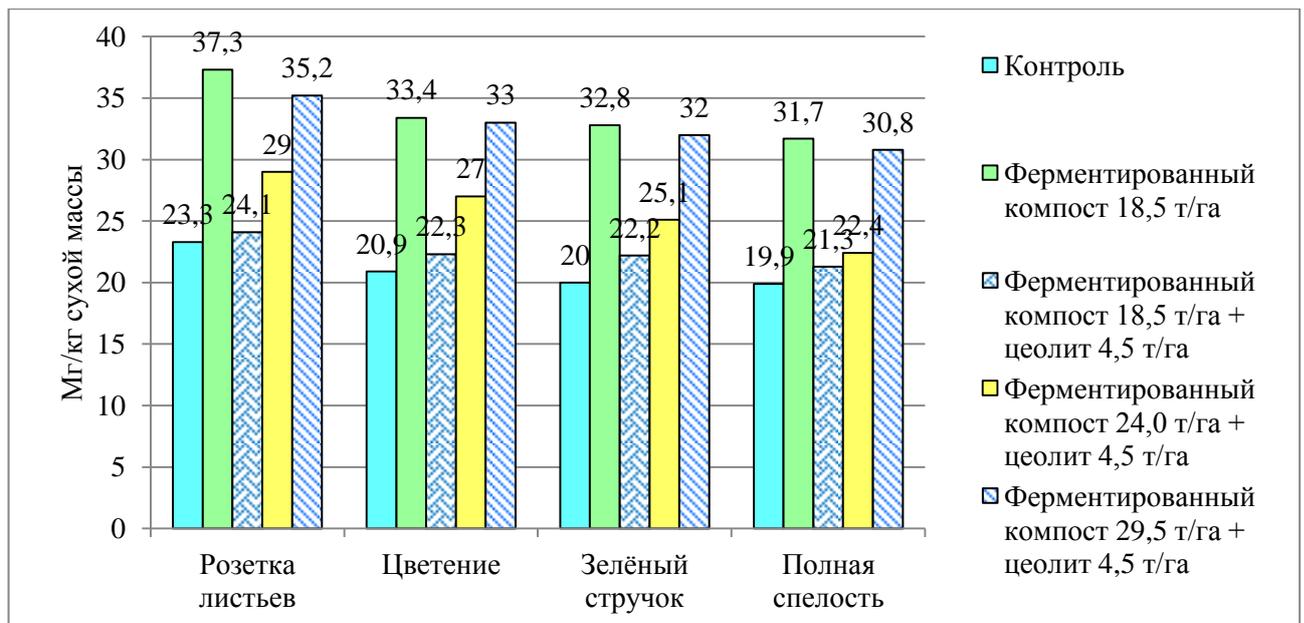
$HCP_{05}$ (фаза розетки) - 0,71;  $HCP_{05}$ (фаза цветения) - 0,63;  $HCP_{05}$ (фаза зелёного стручка) - 0,52;  $HCP_{05}$ (фаза полной спелости) - 0,71

Рисунок 58 – Содержание цинка в вегетативной массе рапса в зависимости от вариантов опыта (мг/кг), среднее 2019-2022 гг.

Содержание цинка в растениях в фазу розетки увеличивалось от внесения компоста, но использование его совместно с цеолитом снижало данный микроэлемент. Увеличение элемента имело существенную разницу относительно контроля при внесении компоста в дозе 18,5 т/га ( $НСР_{05}=0,71$ ). Снижение цинка в фазу цветения составило в среднем 17%. Менее интенсивное снижение отмечалось на варианте с органикой в чистом виде - 14%.

В фазу зелёного стручка снижение было ещё более интенсивное и составило 26 %, а к уборке увеличилось до 36 %. Адсорбционная активность минерала отмечалась так же относительно цинка.

Содержание марганца в вегетативной массе растений ярового рапса имело высокие показатели на протяжении всех фаз развития культуры и характеризовалось низкими показателями по снижению (рисунок 59).



$НСР_{05}$ : фаза розетки - 0,81; фаза цветения) - 0,84;  $НСР_{05}$  (фаза зелёного стручка) - 0,75;  $НСР_{05}$  (фаза полной спелости) - 0,60

Рисунок 59 – Содержание марганца в вегетативной массе рапса в зависимости от вариантов опыта(мг/кг), среднее 2019-2022 гг.

Следует отметить положительное влияние на содержание марганца в вегетативной части рапса при внесении компоста в почву. Отмечалось увеличение марганца на 14 мг/кг в фазе розетки, 12,5 г/кг в фазе цветения, 12,8 мг/кг в фазе зелёного стручка и 11,8 мг/кг в фазе полной спелости, относительно контроля.

Использование ферментированного компоста (18,5 т/га) в комплексе с цеолитом обеспечило снижение данного элемента в растениях.

При увеличении дозы компоста содержание марганца в растениях также возрастало, но не превышало показатели с использованием ферментированного компоста в чистом виде.

В результате анализа золы семян ярового рапса, полученных с варианта ферментированный компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га, было установлено, что преобладающими элементами были Р и К. Убывающий ряд содержания элементов в золе семян рапса следующий:  $K \approx P > Ca > Mo > Mg > S > Zn \geq Mn > Fe$  (рисунок 60).

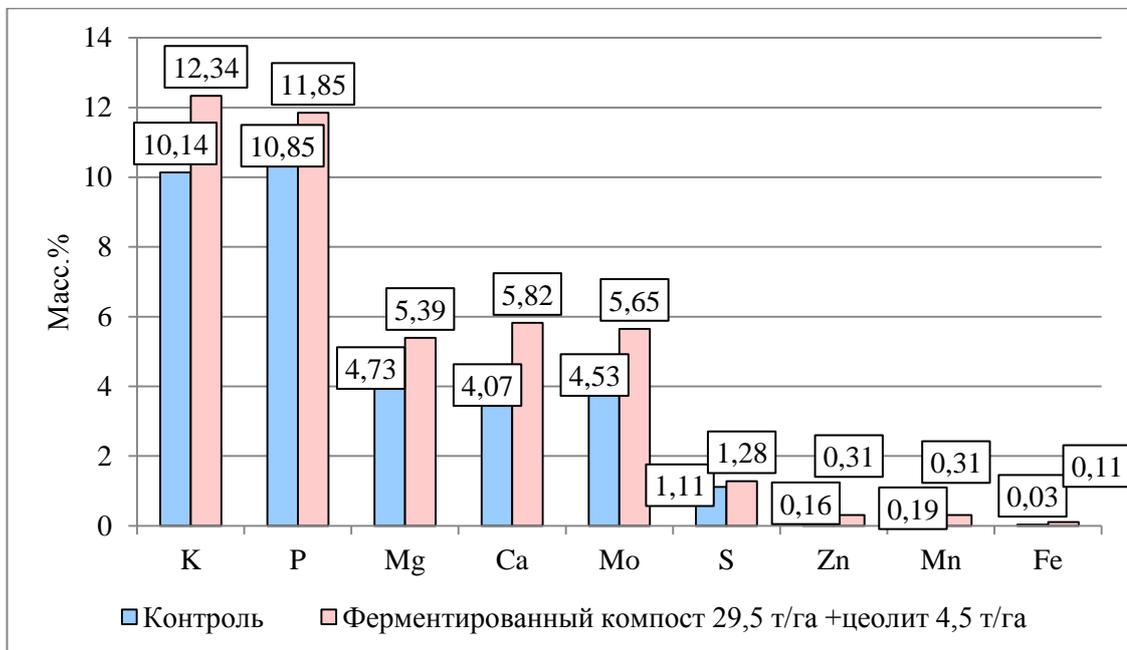


Рисунок 60 – Микроэлементный состав золы семян рапса (масс.%), среднее 2019-2022 гг.

Общий вид линий рентгеновского спектра показывает присутствие элементов в области анализа золы семян рапса (рисунок 61).

На основании проведенной работы можно сделать вывод, что использование ферментированного компоста способствует накоплению таких важных микроэлементов как медь, цинк и марганец в вегетативной массе растений рапса.

Установлена адсорбция природным цеолитом Тербунского месторождения относительно данных элементов.

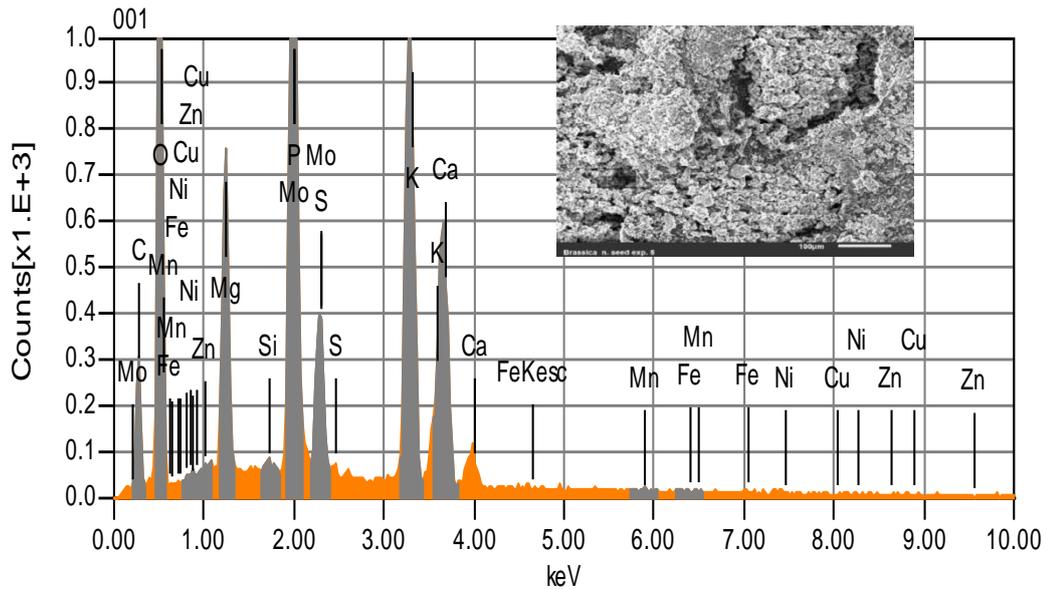


Рисунок 61 – Изображение микроструктуры золы семян рапса и общий вид линий рентгеновского спектра

Микроэлементный анализ семян ярового рапса показал, что семена на данных вариантах характеризовались особенно высоким содержанием фосфора, кальция и магния. Такие семена рапса с повышенным уровнем макро- и микроэлементов, которые являются необходимыми для человека можно использовать в производстве функциональных продуктов питания.

### **Заключение к главе 5.**

Полученное органоминеральное удобрение по санитарно-бактериологическим показателям соответствовало требованиям ГОСТ, которое характеризовалось высоким макро- и микроэлементным составом. Все микроэлементы находились в пределах норм ПДК.

Использование органоминерального удобрения в технологии возделывания ярового рапса обеспечивало повышение величины  $pH_{\text{сол.}}$ , благодаря чему почва перешла в класс с реакцией среды близкой к нейтральной. Увеличение дозы ферментированного компоста в комплексе с цеолитом способствовало повышению содержание гумуса в пахотном слое в среднем в исследуемые годы на 2,9 % относительно контроля.

Максимальная площадь листьев и накопление сухой органической массы зафиксированы на вариантах с применением в качестве удобрения ферментиро-

ванного компоста в дозе 29,5 т/га в комплексе с природным цеолитом. Составив соответственно в фазу розетка - 43,4 тыс. м<sup>2</sup>/га и 36,6 г/м<sup>2</sup>; стеблевание - 53,5 тыс. м<sup>2</sup>/га и 187,2 г/м<sup>2</sup>; бутонизация - 60,4 тыс. м<sup>2</sup>/га и 345,9 г/м<sup>2</sup>; цветение 59,1 тыс. м<sup>2</sup>/га и 452,9 г/м<sup>2</sup>.

Установлено, что на данном варианте зафиксирована максимальная урожайность культуры, которая составила 3,06 т/га, что на 1,15 т/га (60,2 %) выше контрольного варианта.

Все элементы структуры урожая в опыте с ферментированным помётом и природным цеолитом оказали на неё большое влияние. Коэффициент корреляции имел сильную прямую связь между величиной урожая и числом растений к уборке, массой 1000 семян, числом стручков и семян в стручке, который составил соответственно  $r=+0,69$ ;  $r=+0,95$ ;  $r=+0,96$ ;  $r=+0,99$ . Установлена доля влияния данных признаков на урожайность, которая составила соответственно 47% ( $dyx=0,47$ ); 91% ( $dyx=0,91$ ); 93 % ( $dyx=0,93$ ); 98% ( $dyx=0,98$ ).

Возделывание рапса с использованием отходов способствовало снижению содержания жира и в среднем по вариантам с его применением составило 40,5 %. Применение цеолита в качестве удобрения никак не отразилось на изменении содержания жира в семенах рапса.

На вариантах с внесением ферментированного компоста содержание протеина колебалось в диапазоне от 23,6% до 24,0%, что является высоким показателем относительно контрольного варианта, где протеин составлял всего 21,4%.

Максимальный сбор протеина был на варианте, где вносили ферментированный компост в дозе 29,5 т/га в комплексе с цеолитом 4,5 т/га – 725,2 кг/га. Использование ферментированного компоста способствует накоплению таких важных микроэлементов как медь, цинк и марганец в вегетативной массе растений рапса, а микроэлементный анализ семян ярового рапса показал, что семена на данных вариантах характеризовались особенно высоким содержанием фосфора, кальция и магния.

## ГЛАВА 6. ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОГО РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА И ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ

### 6.1. Влияние предпосевной обработки семян ярового рапса на посевные качества и ростовые процессы растений

Прорастание семян является важным фундаментальным процессом в онтогенезе растений. Именно от данного процесса зависит урожайность сельскохозяйственных культур.

При прорастании семян идут многочисленные взаимосвязанные процессы, в результате которых происходит распад питательных веществ, их превращение и преобразование в новые, которые необходимы для построения клеток. Для нормального протекания ростовых процессов растений уже на первых этапах необходимо достаточное снабжение их минеральными элементами.

Поэтому предпосевная обработка семян ярового рапса может стать весьма актуальным агроприёмом, который позволит повысить полевую всхожесть и, как следствие, положительно сказаться на урожайности культуры.

В проведённых нами лабораторных исследованиях продемонстрирована эффективность предпосевной обработки семян капустной культуры, которая сказалась на начальных ростовых процессах.

Анализ данных позволил отметить, что обработка семян провоцировала большую энергию прорастания, чем на контрольных вариантах. Обработка микроудобрением Микромак семян Риф обеспечила энергию прорастания 86,2 %, а семян Форвард - 85,0 %. Микробиологические препараты увеличили энергию прорастания данных семян на 7,2 и 4,6 % по сравнению с контролем (таблица 20).

Применение комбинации препаратов Микромак, Азотовит и Фосфатовит обеспечили энергию прорастания 92,1 % у сорта Риф и 90,3 % у сорта Форвард.

Лабораторную всхожесть семян определяли на седьмые сутки. Она была выше на обработанных семенах и находилась в интервале от 93,0 до 96,1 %. На

вариантах без обработки семян показатель лабораторной всхожести составил 87,2 % у семян сорта Риф и 86,3 % у семян сорта Форвард.

Совместная обработка семян Микромаком, Азотовитом и Фосфатовитом способствовала повышению лабораторной всхожести на 9,8-10 % по сравнению с контролем (таблица 48).

Таблица 48 – Лабораторная всхожесть и энергия прорастания в зависимости от предпосевной обработки семян ярового рапса (%), среднее 2014-2019 гг.

| Сорт (фактор А)                               | Обработка семян (фактор В)      | Энергия прорастания, % | +/- к контролю, % | Лабораторная всхожесть, % | +/- к контролю, % |
|---|---------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Риф   | Контроль (без обработки)        | 81,0                   | -                 | 87,2                      | -                 |
|   | Микромак                        | 86,2                   | +5,2              | 93,2                      | +6,0              |
|   | Азотовит +Фосфатовит            | 88,2                   | +7,2              | 95,5                      | +8,3              |
|   | Микромак + Азотовит +Фосфатовит | 92,1                   | +11,1             | 97,2                      | +10,0             |
| Форвард                                       | Без обработки                   | 82,0                   | -                 | 86,3                      | -                 |
|   | Микромак                        | 85,0                   | +3,0              | 93,0                      | +6,7              |
|   | Азотовит +Фосфатовит            | 86,6                   | +4,6              | 94,6                      | +8,3              |
|   | Микромак + Азотовит +Фосфатовит | 90,3                   | +8,3              | 96,1                      | +9,8              |
| НСР <sub>05</sub> , взаимодействия АВ, 2014г. |                                 | 2,11                   |                   | 1,11                      |                   |
| 2015г.  |                                 | 1,23                   |                   | 0,98                      |                   |
| 2016г.  |                                 | 3,22                   |                   | 2,23                      |                   |
| 2017г.  |                                 | 1,15                   |                   | 1,45                      |                   |
| 2018г.  |                                 | 3,12                   |                   | 3,21                      |                   |
| 2019г.  |                                 | 2,15                   |                   | 1,48                      |                   |

Для формирования высокой продуктивности ярового рапса большое значение имеет интенсивность ростовых процессов на первых этапах развития. Чтобы растения получали влагу и питательные вещества из нижних слоёв почвы, яровой рапс должен формировать развитую корневую систему.

Установлено положительное влияние на развитие зародышевого корешка препаратом Микромак, длина которого уже через 3 дня превышала контрольный вариант на 47,5 % у сорта Риф и на 39,5 % у сорта Форвард. Длина проростков на данных вариантах составила 2,7 и 3,0 см, соответственно. Именно микроэлемент-

ный состав данного удобрения способствовал увеличению силы зародышевого корешка (рисунок 62).

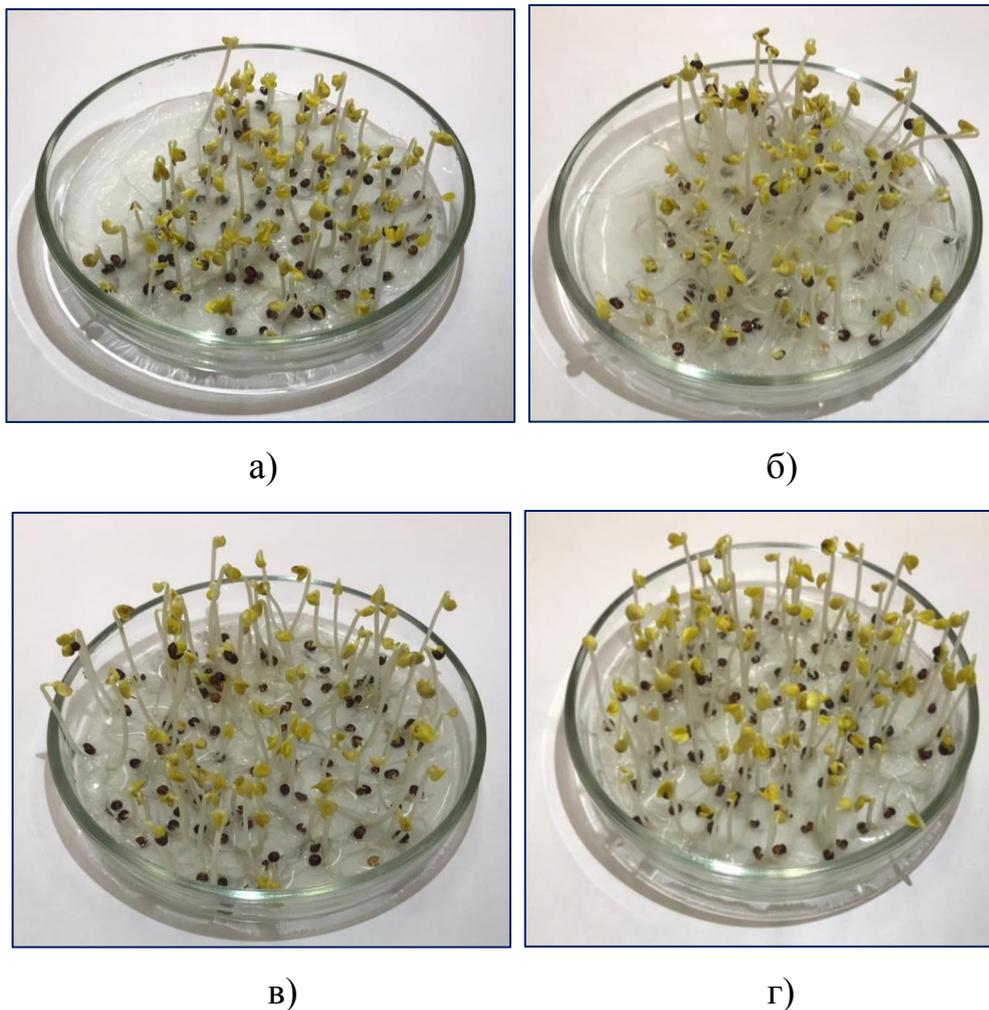


Рисунок 62 – Лабораторная всхожесть ярового рапса сорта Риф в зависимости от обработки семян: а) контроль (без обработки); б) Микромак; в) Азотовит+Фосфатовит; г) Микромак + Азотовит + Фосфатовит

Обработка семян микробиологическими препаратами также стимулировала увеличение корешка и ростка. Уже первый учёт биометрических показателей на данном варианте показал, что такая обработка способствовала увеличению ростовых процессов и разница длины побега по сравнению с контролем составила более чем 1 см, а длина корешка была выше в среднем в 1,3 раза. Вероятнее всего доступность азота и фосфора, входящих в состав данных удобрений, уже на ранних этапах обеспечила интенсивное развитие проростков и их корневой системы. Наибольший показатель корневой системы по сравнению с контролем отмечен при обработке комплексом препаратов. Данное превышение в среднем составило

48 %. На данном варианте отмечалось и максимальное увеличение ростков, длина которых была выше контроля на 66,7 % у сорта Риф, а у сорта Форвард - на 56,5 % (таблица 49).

Таблица 49 – Влияние предпосевной обработки семян ярового рапса на интенсивность роста и развития растений (см), среднее 2014-2019 гг.

| Сорт<br>(фактор<br>А)                         | Обработка семян<br>(фактор В)   | Сроки проведения учёта |                           |                        |                           |
|---|---------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
|   |                                 | 3 дня                  |                           | 7 дней                 |                           |
|   |                                 | Длина<br>ростка,<br>см | Длина<br>кореш-<br>ка, см | Длина<br>ростка,<br>см | Длина<br>кореш-<br>ка, см |
| Риф   | Контроль (без обработки)        | 2,1                    | 4,0                       | 3,2                    | 4,8                       |
|   | Микромак                        | 2,7                    | 5,9                       | 3,8                    | 9,0                       |
|   | Азотовит +Фосфатовит            | 3,3                    | 5,3                       | 4,1                    | 7,9                       |
|   | Микромак + Азотовит +Фосфатовит | 3,5                    | 6,1                       | 4,4                    | 9,0                       |
| Форвард                                       | Без обработки                   | 2,3                    | 4,3                       | 3,4                    | 5,2                       |
|   | Микромак                        | 3,0                    | 6,0                       | 4,1                    | 9,2                       |
|   | Азотовит +Фосфатовит            | 3,4                    | 5,5                       | 4,4                    | 8,0                       |
|   | Микромак + Азотовит +Фосфатовит | 3,6                    | 6,2                       | 4,6                    | 9,1                       |
| НСР <sub>05</sub> , взаимодействия АВ, 2014г. |                                 | 0,94                   | 1,01                      | 1,22                   | 1,02                      |
| 2015г.  |                                 | 1,23                   | 1,21                      | 1,32                   | 0,89                      |
| 2016г.  |                                 | 0,89                   | 0,98                      | 1,51                   | 2,14                      |
| 2017г.  |                                 | 1,35                   | 1,15                      | 0,98                   | 1,12                      |
| 2018г.  |                                 | 1,11                   | 1,31                      | 1,23                   | 1,81                      |
| 2019г.  |                                 | 0,78                   | 1,17                      | 0,97                   | 2,14                      |

Через 7 дней разница с контрольными и обработанными вариантами по длине корешка и проростка увеличилась (рисунок 63).



Рисунок 63 – Длина корешков и проростков в зависимости от обработки семян ярового рапса

Установлено, что комплексное применение препаратов для обработки семян способствовало максимальному увеличению всех показателей, характеризующих первые этапы онтогенеза ярового рапса. Комбинация препаратов Микромак, Азотовит и Фосфатовит обеспечила энергию прорастания - 92,1 % у сорта Риф (+11,1% к контролю) и 90,3 % у сорта Форвард (+8,3% к контролю), лабораторная всхожесть составила соответственно 97,2 (+10% к контролю) и 96,1% (+9,8% к контролю).

## 6.2. Зависимость накопления фотосинтетических пигментов и морфологических показателей растений ярового рапса от применения агрохимикатов

Продуктивность сельскохозяйственных растений в сильной степени зависит от двух процессов жизнедеятельности – это фотосинтез и их рост. Изучение формирования листовой поверхности растений в посевах и создание наиболее благоприятных условий для оптимальной её величины имеет важное практическое значение, именно связанные с ними процессы фотосинтеза оказывают эффект на формирование продуктивности. Важная роль в процессе фотосинтеза принадлежит пигментам, которые принимают активное участие в его реакциях.

Оценку содержания пигментов в листьях растений ярового рапса в опыте проводили в фазу цветения. Данный показатель в большей степени зависел от применяемых в опыте препаратов и в меньшей - от используемых сортов. Установлено, что в фазе цветения немного больше пигментов формировалось у растений рапса сорта Форвард. В среднем, за годы исследований превышение по данному показателю по сравнению с сортом Риф составило 7,1 % (таблица 50).

Обработка вегетирующих растений препаратом Рэгги имела наибольший эффект по накоплению фотосинтетических пигментов по сравнению с обработкой семян исследуемыми препаратами. Внекорневая подкормка данным препаратом растений повлияла на накопление хлорофилла а и хлорофилла b по сравнению с контролем в листьях у сорта Риф на 0,16 и 0,09 мг/г сырой массы, а у сорта Форвард на 0,18 и 0,05 мг/г сырой массы.

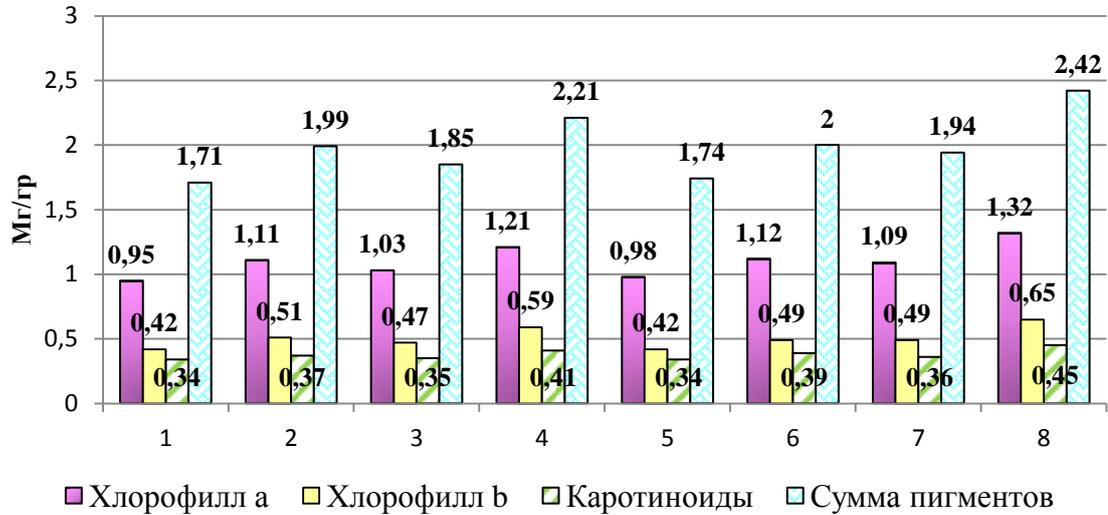
Таблица 50 – Фотосинтетические пигменты в растениях ярового рапса в фазу цветения, среднее 2014-2019 гг.

| Сорт (фактор А)                  | Обработка семян (фактор В)       | Обработка Рэгги (фактор С) | Фотосинтетические пигменты, мг/г сырой массы |                    |             |                 | Отношение       |                          |      |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--|--------------------|-------------|-----------------|-----------------|--------------------------|------|
|                                  |                                  |                            | хлорофилл <i>a</i>                           | хлорофилл <i>b</i> | каротиноиды | сумма пигментов | Хла/Хл <i>b</i> | Хлорофиллы / Каротиноиды |      |
| Риф                              | Контроль (без обработки)         | -                          | 0,95   | 0,42               | 0,34        | 1,71            | 2,26            | 4,03                     |      |
|                                  |                                  | +                          | 1,11   | 0,51               | 0,37        | 1,99            | 2,18            | 4,38                     |      |
|                                  | Микромак                         | -                          | 1,03   | 0,47               | 0,35        | 1,85            | 2,19            | 4,29                     |      |
|                                  |                                  | +                          | 1,21   | 0,59               | 0,41        | 2,21            | 2,05            | 4,39                     |      |
|                                  | Азотовит + Фосфатовит            | -                          | 0,98   | 0,42               | 0,34        | 1,74            | 2,33            | 4,12                     |      |
|                                  |                                  | +                          | 1,12   | 0,49               | 0,39        | 2,00            | 2,29            | 4,13                     |      |
|                                  | Микромак + Азотовит + Фосфатовит | -                          | 1,09   | 0,49               | 0,36        | 1,94            | 2,22            | 4,39                     |      |
|                                  |                                  | +                          | 1,32   | 0,65               | 0,45        | 2,42            | 2,03            | 4,38                     |      |
|                                  | Форвард                          | Без обработки              | -  | 1,01               | 0,47        | 0,35            | 1,83            | 2,15                     | 4,23 |
|                                  |                                  |                            | +  | 1,19               | 0,52        | 0,39            | 2,11            | 2,33                     | 4,38 |
|                                  |                                  | Микромак                   | -  | 1,09               | 0,50        | 0,37            | 1,96            | 2,18                     | 4,29 |
|                                  |                                  |                            | +  | 1,31               | 0,63        | 0,44            | 2,38            | 2,08                     | 4,41 |
| Азотовит + Фосфатовит            |                                  | -                          | 1,07   | 0,49               | 0,36        | 1,92            | 2,18            | 4,33                     |      |
|                                  |                                  | +                          | 1,15   | 0,55               | 0,4         | 2,1             | 2,09            | 4,25                     |      |
| Микромак + Азотовит + Фосфатовит |                                  | -                          | 1,12   | 0,54               | 0,39        | 2,05            | 2,07            | 4,26                     |      |
|                                  |                                  | +                          | 1,43   | 0,71               | 0,49        | 2,63            | 2,01            | 4,37                     |      |

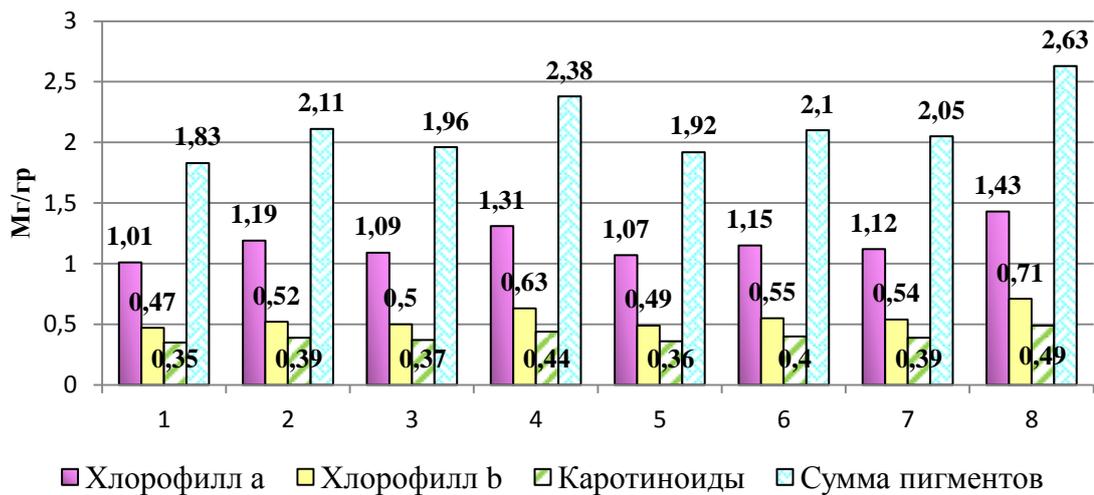
Обработка семян Микромаком способствовала большему накоплению данных пигментов в листьях по сравнению с обработкой семян Азотовитом и Фосфатовитом у всех изучаемых сортов. В среднем превышение по данным вариантам по сравнению с контролем составило 0,035 и 0,03 мг/г сырой массы.

Максимальному накоплению хлорофиллов *a* и *b* способствовала обработка семян комплексом препаратов с последующей внекорневой обработкой вегетирующих растений в фазе стеблевания стимулятором роста Рэгги. У листьев сорта Риф превышение по данным пигментам по сравнению с контролем составило со-

ответственно 0,37 и 0,07 мг/г сырой массы, а у листьев сорта Форвард – 0,42 и 0,24 мг/г сырой массы (рисунок 64).



а) сорт Риф



б) сорт Форвард

Варианты: 1. Контроль (без обработки); 2. Рэгги; 3. Микромак; 3. Микромак + Рэгги; 4. Азотовит + Фосфатовит; 5. Азотовит + Фосфатовит + Рэгги; 6. Микромак + Азотовит + Фосфатовит; 7. Микромак + Азотовит + Фосфатовит + Рэгги.

Рисунок 64 – Фотосинтетические пигменты в растениях ярового рапса в фазу цветения (мг/г сырой массы), среднее 2014-2019 гг.

В исследованиях широко используют соотношение хлорофиллов. Данное соотношение связано с активностью «главного» хлорофилла а, чем оно больше, тем интенсивнее фотосинтез. В норме этот показатель должен находиться от 2,2 до 3,0 [78]. В наших исследованиях отношение хлорофилла а к b изменялось не-

значительно. Установлено, что данный показатель варьировал в пределах 2,01-2,33. Следовательно, фотосинтетический аппарат растений ярового рапса работал в фазу цветения стабильно. Установлено, что обработка растений препаратом Рэги в отдельных вариантах способствовала снижению данного соотношения до 2,01-2,09. Можно предположить, что это связано с тем, что растения ярового рапса ещё не успели пройти полную адаптацию после обработки данным препаратом, которую провели в фазу стеблевания.

Соотношение суммы хлорофиллов к каротиноидам также является важным показателем при оценке работы фотосинтетического аппарата. Такое соотношение стабильно и очень чутко реагирует на изменения различных факторов среды. Именно это соотношение позволяет установить степень разрушения хлорофилла, так как в процессе старения листа или в стрессовых ситуациях хлорофилл разрушается быстрее, чем каротиноиды [18].

Установлено, что минимальные показатели по данному соотношению были у растений на контроле и без обработки. На всех остальных вариантах отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам превосходило контрольный вариант у растений сорта Риф на 0,27 мг/г сырой массы, а у сорта Форвард на 0,10 мг/г сырой массы. Следовательно, обработка семян и растений в целом обеспечивала благоприятные условия для их развития.

Лист является главным ассимиляционным элементом растения, в котором формируется максимальное количество органических веществ, а они в свою очередь служат структурно-энергетическим материалом для всего растения [278]. Величина урожая любой сельскохозяйственной культуры находится в тесной взаимосвязи от динамики нарастания листьев. Поэтому для получения высоких урожаев ярового рапса решающее значение имеет размер листовой поверхности.

На площадь листьев оказывали влияние, как технология возделывания рапса, так и метеорологические условия, особенно влагообеспеченность. Самые благоприятные условия для нарастания ассимиляционной поверхности складывались в 2016 году (ГТК=1,3), а менее благоприятные в 2014 году (ГТК=0,74). Согласно

нашим исследованиям, площадь листовой поверхности рапса изменялась по фазам развития, достигнув своего максимума в фазу начала цветения.

Предпосевная обработка семян благоприятно отразилась на развитии листовой поверхности и уже в фазу розетки отмечалась данная разница в сравнении с контролем.

Дополнительная обработка растений по вегетации препаратом Рэгги также обеспечивала прирост площади листьев по вариантам исследования. Максимальные показатели отмечались в фазу начала цветения у растений, семена которых были обработаны комплексом препаратов и по вегетации стимулятором роста. Площадь ассимиляционного аппарата на данных вариантах у растений сорта Риф составила – 40,1 тыс.м<sup>2</sup>/га, а у сорта Форвард - 42,9 тыс.м<sup>2</sup>/га.

Развитие рапса в фазу полного цветения сопровождалось отмиранием листового аппарата. На контрольных вариантах оно было более активное, а на вариантах с использованием обработки семян и вегетирующих растений исследуемыми препаратами, отмирание было не таким интенсивным (рисунок 65).

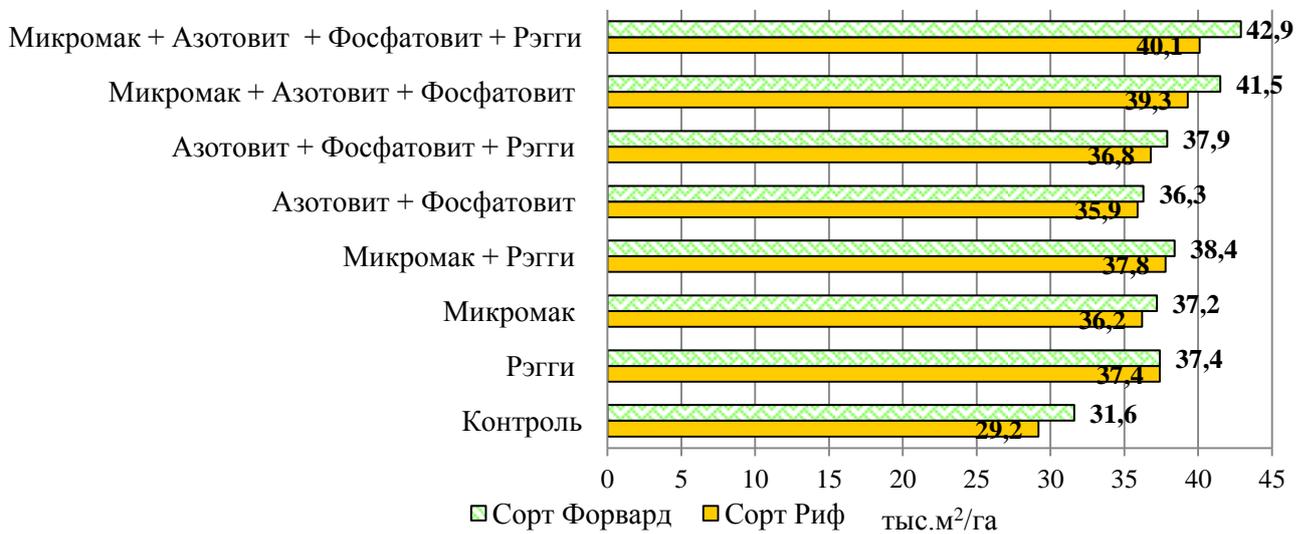


Рисунок 65 – Площадь листовой поверхности ярового рапса под влиянием препаратов (тыс.м<sup>2</sup>/га), среднее 2014-2019 гг.

Нашими исследованиями установлено, что площадь листьев растений ярового рапса также зависела от его сортовых особенностей. Растения ярового рапса сорта Форвард в процессе всего периода вегетации отличались более высокими показателями ассимиляционной поверхности. В среднем по всем вариантам ис-

следования в фазу начала цветения площадь листьев составила у сорта Форвард 37,9 тыс.м<sup>2</sup>/га, а у сорта Риф - 36,6 тыс.м<sup>2</sup>/га.

Исследования по количеству устьиц проводили в фазу цветения (рисунок 66, 67).

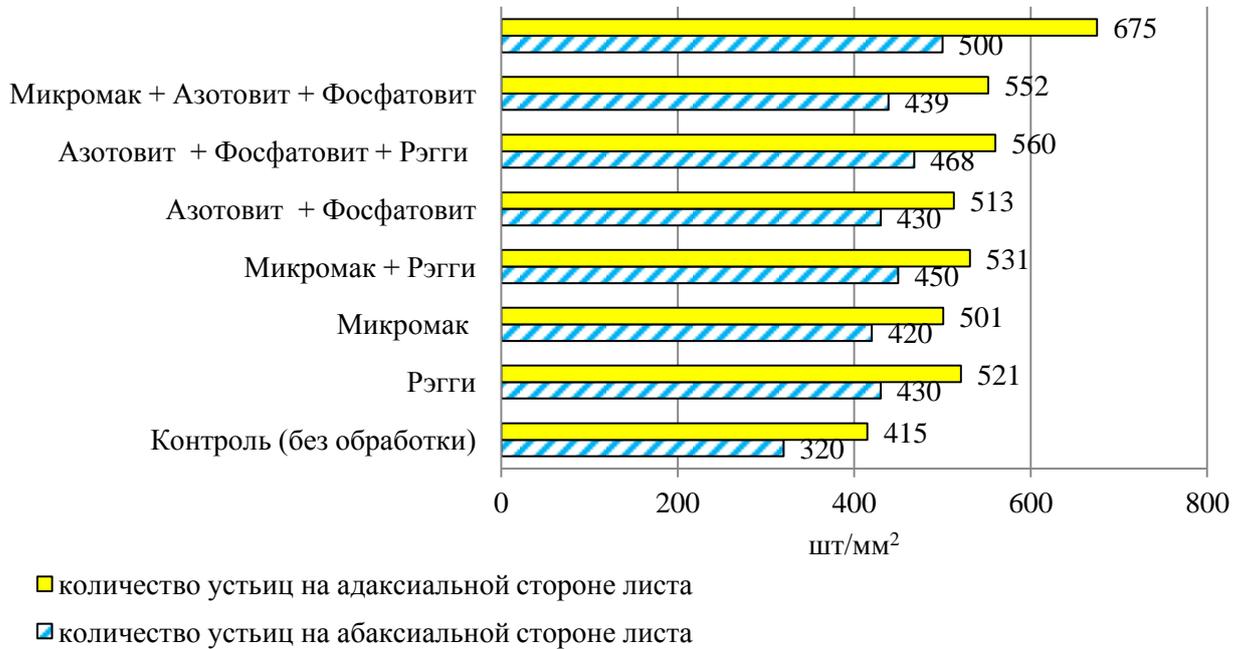


Рисунок 66 – Влияние агрохимикатов на количество устьиц листовой поверхности ярового рапса сорта Риф (шт./мм<sup>2</sup>), среднее 2014-2019 гг.

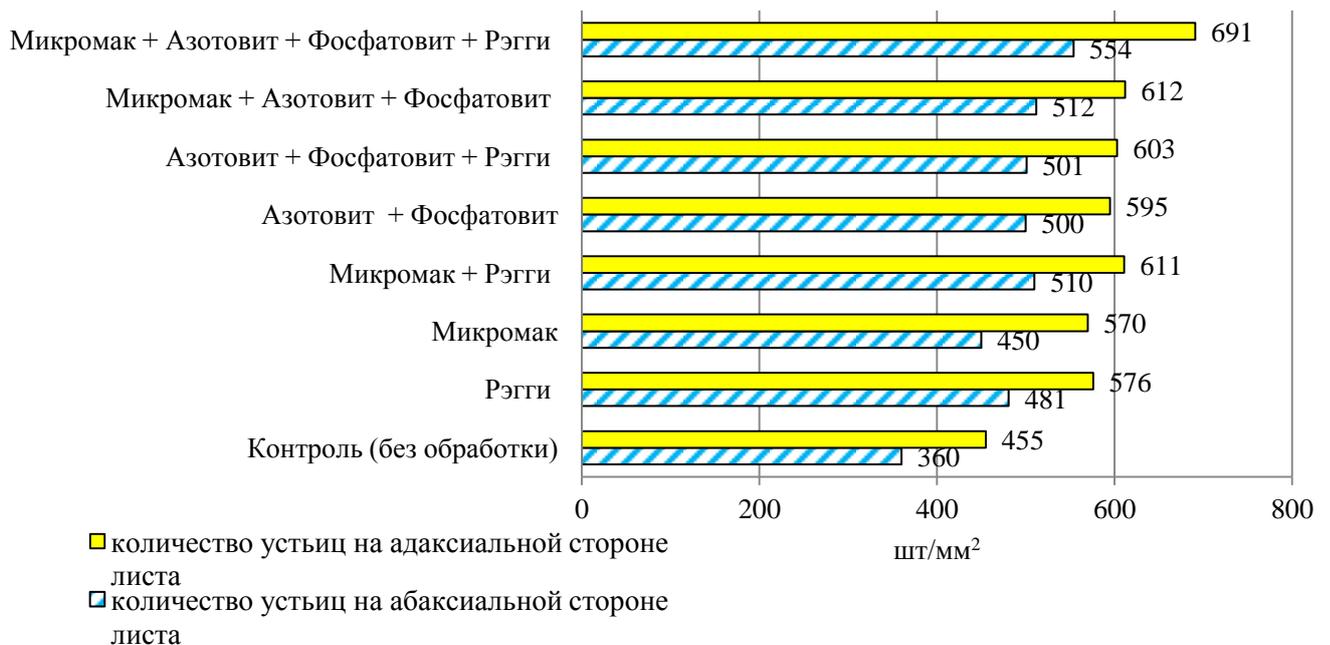


Рисунок 67 – Влияние агрохимикатов на количество устьиц листовой поверхности ярового рапса сорта Форвард (шт./мм<sup>2</sup>), среднее 2014-2019 гг.

Отмечено, что на абаксиальной стороне листа ярового рапса устьиц формируется на  $1 \text{ мм}^2$  меньше, чем на адаксиальной стороне листа. Максимальным количеством устьиц характеризовались листья сорта Форвард. На контрольном варианте данного сорта на абаксиальной стороне листа количество устьиц отмечалось в количестве  $360 \text{ шт/мм}^2$ , а на адаксиальной -  $455 \text{ шт/мм}^2$ , на листьях сорта Риф их было зафиксировано 320 и  $415 \text{ шт/мм}^2$ , соответственно.

В ходе исследований выявлено, что обработка семян, а особенно внекорневая подкормка растений способствовала дополнительному увеличению количества устьиц на листьях растений рапса. На контрольных делянках поверхность листьев рапса более складчатая и размер клеток был меньше, чем на вариантах, где использовали обработку препаратами семян и растений, на которых поверхность листа выглядела более ровной.

В результате увеличения листовой поверхности растений рапса на вариантах с применением обработок возрастает и среднее количество устьиц на всём растении рапса. Высокие показатели корреляционной связи отмечены между площадью листьев в фазу цветения и количеством устьиц на абаксиальной стороне листа (у сорта Риф  $r=0,96$ , у сорта Форвард  $r=0,90$ ), а также между площадью листьев в фазу цветения и количеством устьиц на адаксиальной стороне листа (у сорта Риф  $r=0,94$ , у сорта Форвард  $r=0,93$ ).

В листьях сорта Риф в зависимости от обработки количество устьиц на абаксиальной стороне листа находилось в пределах  $420-500 \text{ шт/мм}^2$ , на адаксиальной -  $501-675 \text{ шт/мм}^2$ . В листьях сорта Форвард их количество находилось в следующих пределах  $450-554 \text{ шт/мм}^2$  и  $570-691 \text{ шт/мм}^2$ , соответственно.

Максимальное количество устьиц было зафиксировано в листьях рапса на варианте, где проводили комплексную обработку препаратами Микромак 2 л/т+ Азотовит 2 л/т +Фосфатовит 2 л/т+ Рэggi 1,2 л/га. Их количество находилось в пределах  $500-554 \text{ шт/мм}^2$  (абаксиальная сторона листа) и  $675-691 \text{ шт/мм}^2$  (адаксиальная сторона листа). Следует отметить, что устьица на абаксиальной стороне листа находились в более сомкнутом состоянии, а на адаксиальной стороне листа устьичная щель была более раскрыта (рисунок 68).

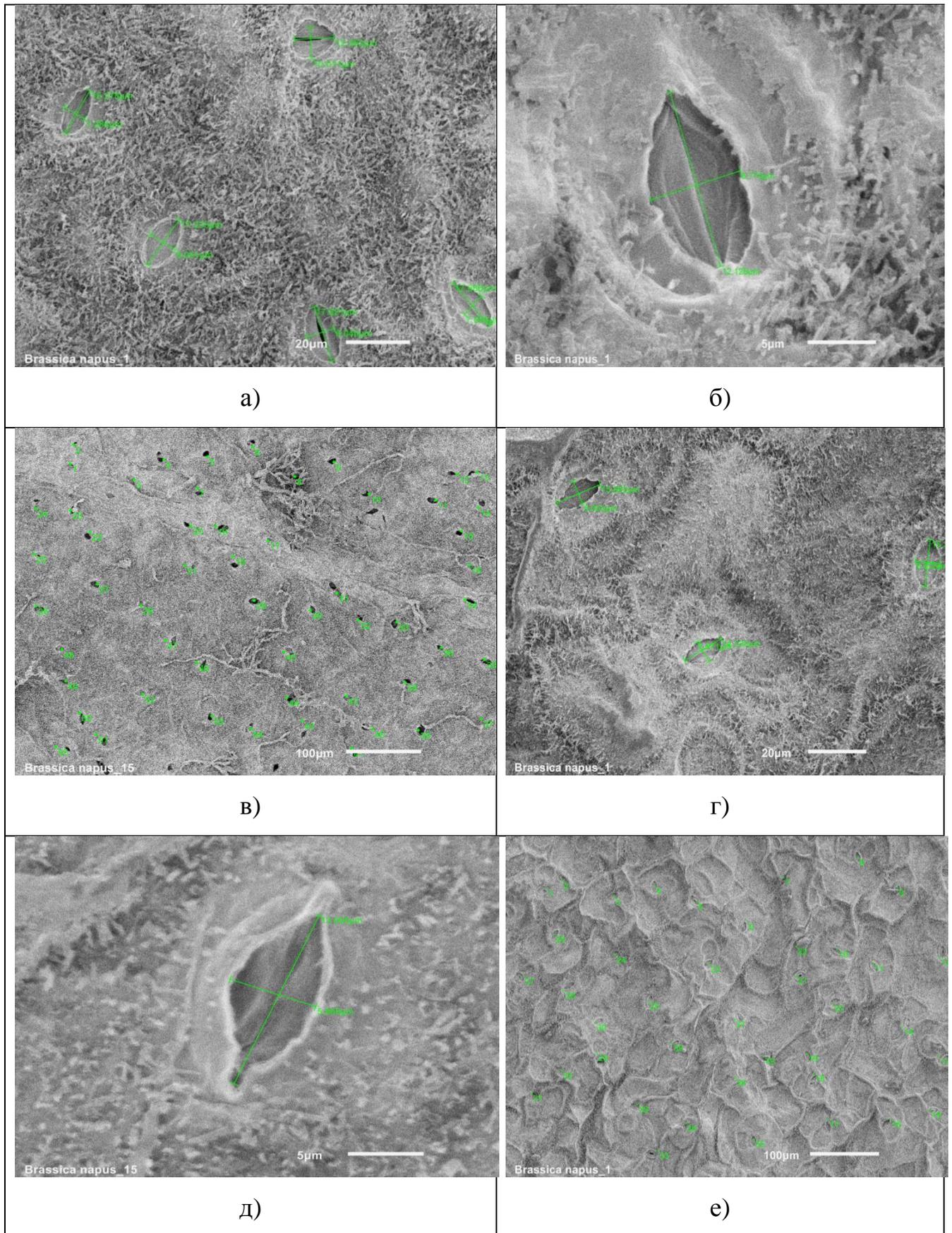


Рисунок 68 – Эпидермис с устьицами на адаксиальной (а, б, в) и абаксиальной (г, д, е) поверхности листа ярового рапса сорта Форвард (вариант Микромак + Азотовит + Фосфатовит + Рэгги)

Это связано с тем, что нижняя сторона листа нагревается меньше, поэтому и процесс транспирации происходит медленнее, чем через верхние устьица.

В зависимости от вариантов исследования длина устьиц находилась в следующих интервалах от 13,31 до 16,12 мкм на абаксиальной стороне и от 13,56 до 16,25 мкм на адаксиальной стороне листа сорта Форвард (рисунок 69).

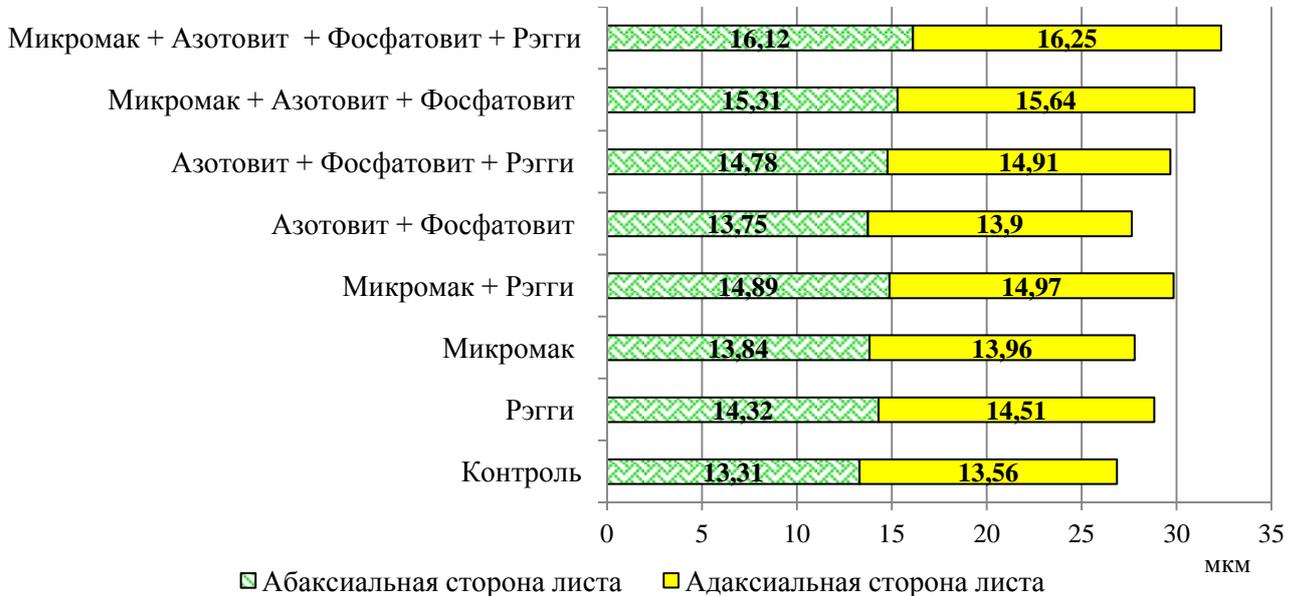


Рисунок 69 – Длина устьиц на абаксиальной и адаксиальной стороне листа сорта Форвард (мкм), среднее 2014-2019 гг.

Высота растений является генетически детерминантным признаком. Но под влиянием погодных условий и технологии возделывания она может изменяться. Из двух изучаемых сортов максимальной высотой отмечались растения сорта Форвард на всём исследуемом периоде вегетации. В фазу цветения высота данных растений на варианте без обработки составила 117,7 см, превысив растения сорта Риф на 0,8 см (рисунок 70, 71).

Обработка семян привела к активизации ростовых процессов и в целом положительно отразилась на онтогенезе ярового рапса, прежде всего в первой половине вегетационного периода. Разница по высоте на данных вариантах уже отмечалась в фазу розетки по сравнению с контролем. По вариантам исследования высота растений имела следующий вид (Риф-Форвард): обработка семян Микромаком – 6,3-7,1 см; Азотовитом и Фосфатовитом – 6,8-7,6 см; Микромаком, Азотовитом и Фосфатовитом – 7,6-7,9 см.

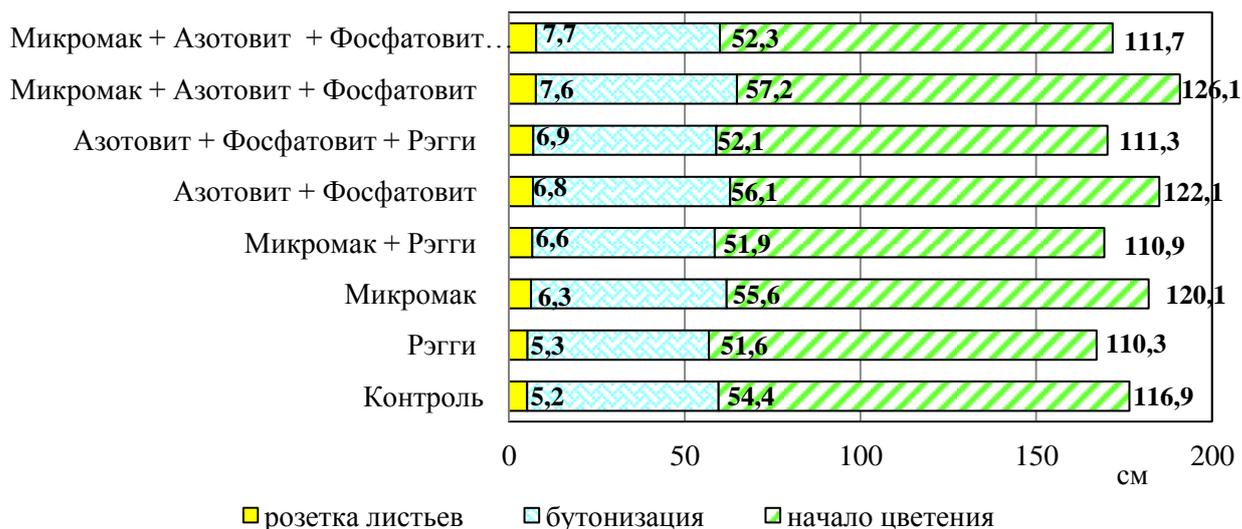


Рисунок 70 – Высота растений ярового рапса сорта Риф (см), среднее 2014-2019 гг.

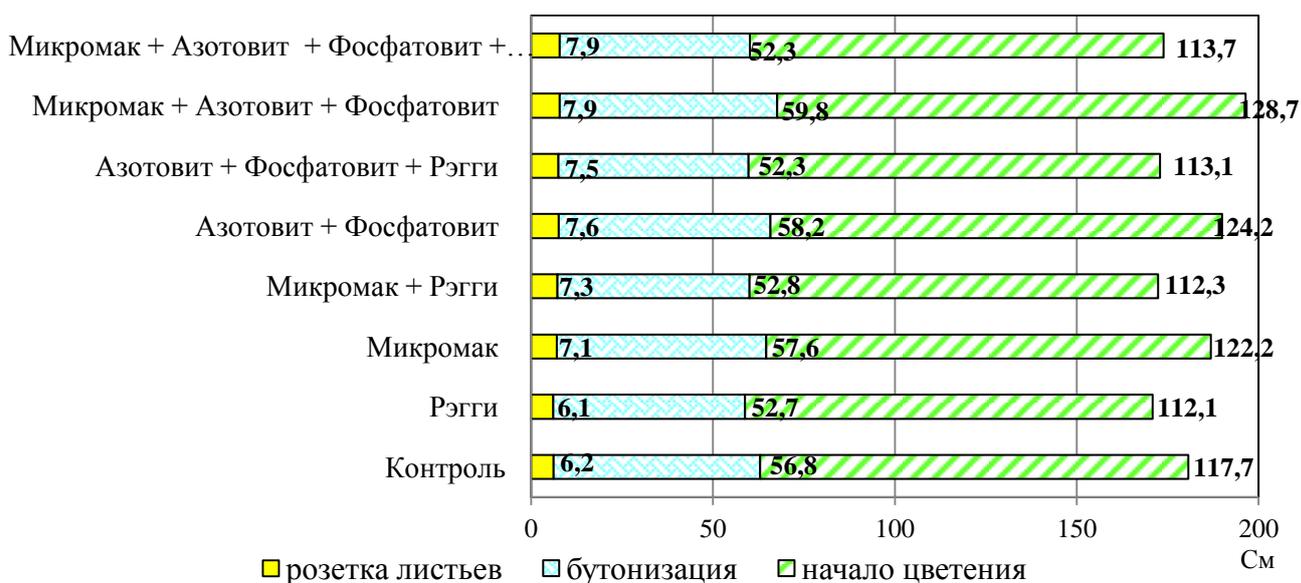


Рисунок 71 – Высота растений ярового рапса сорта Форвард (см), среднее 2014-2019 гг.

Обработка растений по вегетации препаратом Рэгги привела к снижению высоты растений рапса. Растения, обработанные данным препаратом, были ниже контроля. Но следует отметить, что на данных вариантах отмечалось утолщение стеблестоя, что является положительным моментом в технологии возделывания ярового рапса, так как это снижает риск полегания растений к моменту уборки.

Самые низкорослые растения были на вариантах, где проводили только внекорневую обработку Рэгги. Снижение высоты растений на данных вариантах к

моменту уборки по отношению к контролю в среднем составило около 5% (рисунок 72).



а) сорт Форвард

б) сорт Риф

1– Без обработки; 2– Рэгги; 3 – Контроль; 4 – Микромак + Азотовит +Фосфатовит+Рэгги

Рисунок 72 – Растения ярового рапса в фазу зелёного стручка

Таким образом, применение препарата Рэгги кроме торможения роста стебля, обеспечивало растения ярового рапса ещё рядом полезных хозяйственных признаков. Накопление фотосинтетических пигментов, увеличение листовых пластинок и числа устьиц на поверхности листьев способствовало повышению процесса фотосинтеза у растений. Важно отметить, что данные обработки не оказывали негативного воздействия на фотосинтез и дыхание растений.

### 6.3. Влияние агрохимикатов на формирование элементов продуктивности ярового рапса

Густота растений является важным показателем, оказывающим прямое влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур. Данный показатель зависит от нормы высева, биологических особенностей сорта, погодных условий, почвенного плодородия и технологии возделывания.

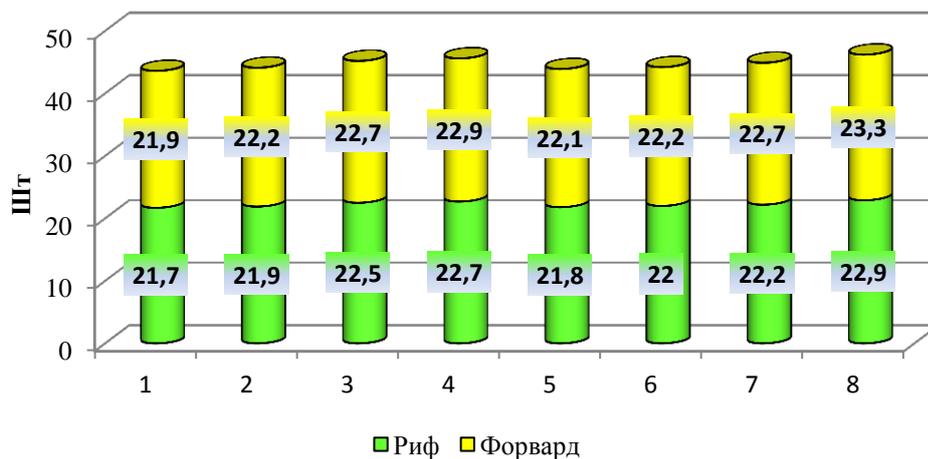
Оценивая сохранность растений к уборке, установлено, что обработка растений ярового рапса стимулятором роста Рэгги в меньшей степени влияла на величину стеблестоя, по сравнению с обработкой семян исследуемыми препаратами. Анализируя сохранность растений по вариантам, можно отметить, что обработка семян сорта Риф и Форвард способствовала следующему увеличению стеблестоя: Микромак - на 1,9 %; Азотовит+Фосфатовит - на 3,1%; Микромак+Азотовит+Фосфатовит- на 4,4%, соответственно, по сравнению с контролем (таблица 51).

Таблица 51 – Элементы продуктивности ярового рапса в зависимости от вариантов исследования, среднее 2014-2019 гг.

| Сорт<br>(фактор<br>А)              | Обработка семян<br>(фактор В)      | Обработка Рэгги<br>(фактор<br>С) | Элементы продуктивности                |                         |                  |                           |      |
|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--|-------------------------|------------------|---------------------------|------|
|                                    |                                    |                                  | густота растений,<br>шт/м <sup>2</sup> | на растении             |                  | масса<br>1000<br>семян, г |      |
|                                    |                                    |                                  |  | боковых<br>побегов, шт. | стручков,<br>шт. |                           |      |
| Риф                                | Контроль (без обработки)           | -                                | 83,5                                   | 3,3                     | 46,3             | 3,00                      |      |
|                                    |                                    | +                                | 84,4                                   | 4,7                     | 49,1             | 3,11                      |      |
|                                    | Микромак                           | -                                | 85,1                                   | 4,1                     | 47,0             | 3,14                      |      |
|                                    |                                    | +                                | 85,6                                   | 4,9                     | 52,2             | 3,21                      |      |
|                                    | Азотовит<br>+Фосфатовит            | -                                | 86,1                                   | 4,3                     | 48,2             | 3,11                      |      |
|                                    |                                    | +                                | 86,4                                   | 5,1                     | 53,2             | 3,17                      |      |
|                                    | Микромак + Азотовит<br>+Фосфатовит | -                                | 87,2                                   | 4,4                     | 50,2             | 3,16                      |      |
|                                    |                                    | +                                | 87,3                                   | 5,3                     | 56,1             | 3,19                      |      |
|                                    | Форвард                            | Без обработки                    | -                                      | 83,3                    | 3,5              | 48,2                      | 3,10 |
|                                    |                                    |                                  | +                                      | 84,4                    | 4,9              | 52,5                      | 3,19 |
| Микромак                           |                                    | -                                | 84,9                                   | 4,3                     | 49,1             | 3,14                      |      |
|                                    |                                    | +                                | 85,2                                   | 5                       | 56,1             | 3,32                      |      |
| Азотовит<br>+Фосфатовит            |                                    | -                                | 85,8                                   | 4,6                     | 51,7             | 3,24                      |      |
|                                    |                                    | +                                | 86,2                                   | 5,2                     | 57,7             | 3,27                      |      |
| Микромак + Азотовит<br>+Фосфатовит |                                    | -                                | 87,0                                   | 4,6                     | 53,1             | 3,27                      |      |
|                                    |                                    | +                                | 87,2                                   | 5,6                     | 59,9             | 3,30                      |      |
| НСР <sub>05</sub> , ABC 2014г.     |                                    |                                  | 2,23                                   | 1,00                    | 2,12             | 0,02                      |      |
| 2015г.                             |                                    |                                  | 5,21                                   | 0,93                    | 1,14             | 0,04                      |      |
| 2016г.                             |                                    |                                  | 4,45                                   | 0,98                    | 1,23             | 0,02                      |      |
| 2017г.                             |                                    |                                  | 3,32                                   | 1,13                    | 2,12             | 0,03                      |      |
| 2018г.                             |                                    |                                  | 1,11                                   | 1,21                    | 1,65             | 0,01                      |      |
| 2019г.                             |                                    |                                  | 4,47                                   | 0,82                    | 3,21             | 0,03                      |      |

Связь лабораторной всхожести с полевыми показателями густоты стояния растений главным образом просматривается на этапе всходов, количество которых влияет на количество сохранившихся растений к уборке. Коэффициент корреляции между лабораторной всхожестью обработанных семян препаратами и их густотой стояния растений составил  $r=0,96$ . Следовательно, на количество сохранившихся растений к уборке на 96% оказывало влияние лабораторной всхожести семян, а на 4% - другие обстоятельства. Входящее в состав препарата Рэгги действующее вещество хлормекватхлорид оказывало хорошее влияние на элементы продуктивности. Обработка растений данным регулятором роста способствовала дополнительному формированию боковых побегов и стручков на растении.

Хорошие показатели по структуре были получены на вариантах, где семена обрабатывали комплексом препаратов: Микромак + Азотовит +Фосфатовит с последующей обработкой вегетирующих растений Рэгги. Прибавка по количеству стручков и боковых побегов по отношению к контролю на данных вариантах у сорта Риф составила 9,7 % и 42,0 %, а у сорта Форвард - 11,5% и 40,0% соответственно. Количество семян в стручке незначительно варьировало под влиянием удобрений (рисунок 73).



Варианты: 1. Контроль (без обработки); 2. Рэгги 1,2 л/га; 3. Микромак 2 л/т; 3. Микромак 2 л/т+Рэгги 1,2 л/га; 4. Азотовит 2 л/т +Фосфатовит 2 л/т; 5. Азотовит 2 л/т +Фосфатовит 2 л/т+Рэгги 1,2 л/га; 6. Микромак 2 л/т+ Азотовит 2 л/т +Фосфатовит 2 л/т; 7.Микромак 2 л/т+ Азотовит 2 л/т +Фосфатовит 2 л/т+Рэгги 1,2 л/га.

Рисунок 73 – Число семян в стручке (шт.), среднее 2014-2019 гг.

В большей степени на данный показатель оказывали сортовые особенности рапса. Количество семян в стручке формировалось от 21,9 до 23,3 шт. у сорта Форвард и от 21,7 до 22,9 шт. - у Рифа.

Количество стручков по вариантам исследования можно представить в виде следующего убывающего ряда: Микромак + Азотовит + Фосфатовит + Рэгги > Азотовит + Фосфатовит + Рэгги > Микромак + Рэгги > Микромак + Азотовит + Фосфатовит > Рэгги > Азотовит + Фосфатовит > Микромак > Контроль (без обработки).

Семена сорта Форвард характеризовались большей крупностью по отношению к семенам сорта Риф. Масса 1000 семян на варианте без обработки у сорта Форвард составляла - 3,1 г, а на контроле у Рифа на 3,0 г. Средняя масса 1000 семян по исследуемым вариантам у сорта Форвард составила 3,25 г, а у сорта Риф - 3,16 г.

#### 6.4. Урожайность ярового рапса в зависимости от сроков посева и применения агрохимикатов

##### 6.4.1. Урожайность ярового рапса в зависимости от применения агрохимикатов

Данные по влиянию предпосевной обработки семян и растений по вегетации препаратами ярового рапса в среднем за период исследования представлены в таблице 54.

Хорошие результаты по урожайности были получены от растений ярового рапса на вариантах, где применяли обработку семян комплексом препаратов Микромак, Азотовит, Фосфатовит с последующей обработкой растений препаратом Рэгги. Дополнительный урожай на данных вариантах к контролю составил 0,39 т/га (таблица 52, приложения 31-36).

Следует отметить, что обработка растений по вегетации давала большую прибавку в показателях продуктивности по сравнению с вариантами, где обрабатывали семена одноконтентными смесями.

Внекорневая обработка препаратом Рэggi давала прибавку к контролю в урожае на 12,9 и 12,2 %, а обработка семян Микромаком на 11,9 и 11,7 %, Азотом и Фосфатовитом на 11,9 и 10,3 %, соответственно, по сортам Риф и Форвард.

Таблица 52 – Урожайность ярового рапса в зависимости от вариантов исследования (т/га), средне 2014-2019 гг.

| Фактор А                         | Фактор В                         | Фактор С      | Урожайность, т/га |         |         |         |         |         |         | Прибавка урожая |      |      |
|----------------------------------|----------------------------------|---------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|------|------|
|                                  |                                  |               | 2014 г.           | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | среднее | т/га            | %    |      |
| Риф                              | Контроль (без обработки)         | -             | 1,61              | 1,72    | 2,33    | 2,35    | 1,66    | 1,96    | 1,94    | -               | -    |      |
|                                  |                                  | +             | 1,75              | 1,85    | 2,55    | 2,70    | 1,91    | 2,37    | 2,19    | 0,25            | 12,9 |      |
|                                  | Микромак                         | -             | 1,78              | 1,93    | 2,46    | 2,69    | 1,86    | 2,29    | 2,17    | 0,23            | 11,9 |      |
|                                  |                                  | +             | 1,88              | 2,02    | 2,63    | 2,86    | 1,98    | 2,28    | 2,28    | 0,34            | 17,5 |      |
|                                  | Азотовит + Фосфатовит            | -             | 1,69              | 1,89    | 2,49    | 2,66    | 1,89    | 2,26    | 2,17    | 0,23            | 11,9 |      |
|                                  |                                  | +             | 1,77              | 1,94    | 2,62    | 2,87    | 1,97    | 2,30    | 2,25    | 0,31            | 16,0 |      |
|                                  | Микромак + Азотовит + Фосфатовит | -             | 1,72              | 1,96    | 2,76    | 2,71    | 1,93    | 2,21    | 2,22    | 0,28            | 14,4 |      |
|                                  |                                  | +             | 1,81              | 2,00    | 2,82    | 2,86    | 2,10    | 2,41    | 2,33    | 0,39            | 20,1 |      |
|                                  | Форвард                          | Без обработки | -                 | 1,83    | 1,94    | 2,56    | 2,59    | 1,76    | 2,13    | 2,14            | -    | -    |
|                                  |                                  |               | +                 | 1,96    | 2,03    | 2,74    | 2,95    | 2,13    | 2,59    | 2,40            | 0,26 | 12,2 |
| Микромак                         |                                  | -             | 1,99              | 2,16    | 2,68    | 2,93    | 2,07    | 2,51    | 2,39    | 0,25            | 11,7 |      |
|                                  |                                  | +             | 2,05              | 2,23    | 2,84    | 3,06    | 2,19    | 2,58    | 2,49    | 0,35            | 16,4 |      |
| Азотовит + Фосфатовит            |                                  | -             | 1,86              | 2,05    | 2,67    | 3,01    | 2,09    | 2,45    | 2,36    | 0,22            | 10,3 |      |
|                                  |                                  | +             | 1,93              | 2,13    | 2,84    | 3,05    | 2,19    | 2,51    | 2,44    | 0,30            | 14,0 |      |
| Микромак + Азотовит + Фосфатовит |                                  | -             | 1,90              | 2,18    | 2,95    | 2,96    | 2,15    | 2,43    | 2,43    | 0,29            | 13,6 |      |
|                                  |                                  | +             | 2,08              | 2,23    | 3,00    | 3,09    | 2,21    | 2,55    | 2,53    | 0,39            | 18,2 |      |
| НСР <sub>05</sub> , Фактор А     |                                  |               | 0,098             | 0,100   | 0,065   | 0,098   | 0,069   | 0,060   | -       | -               | -    |      |
| Фактор В                         |                                  |               | 0,139             | 0,141   | 0,091   | 0,139   | 0,097   | 0,085   |         |                 |      |      |
| Фактора С                        |                                  |               | 0,098             | 0,100   | 0,065   | 0,098   | 0,069   | 0,060   |         |                 |      |      |

Внекорневая обработка растений Рэggi совместно с обработкой семян обеспечивала максимальный эффект по урожайности. Следовательно, только обработка семян или опрыскивание в процессе вегетации является менее эффективным приёмом. Из двух изучаемых сортов более высокоурожайным оказался сорт Форвард, урожайность которого на варианте без обработки составляла 2,14 т/га, превосходя сорт Риф на 0,2 т/га.

Отмечаем, что коэффициент корреляции имел среднюю прямую связь между величиной урожая и количеством растений к уборке  $r=+0,51$ , а доля влияния признака, как густота растений на урожайность, составила 26% ( $d_{yx}=0,26$ ) (рисунок 74).

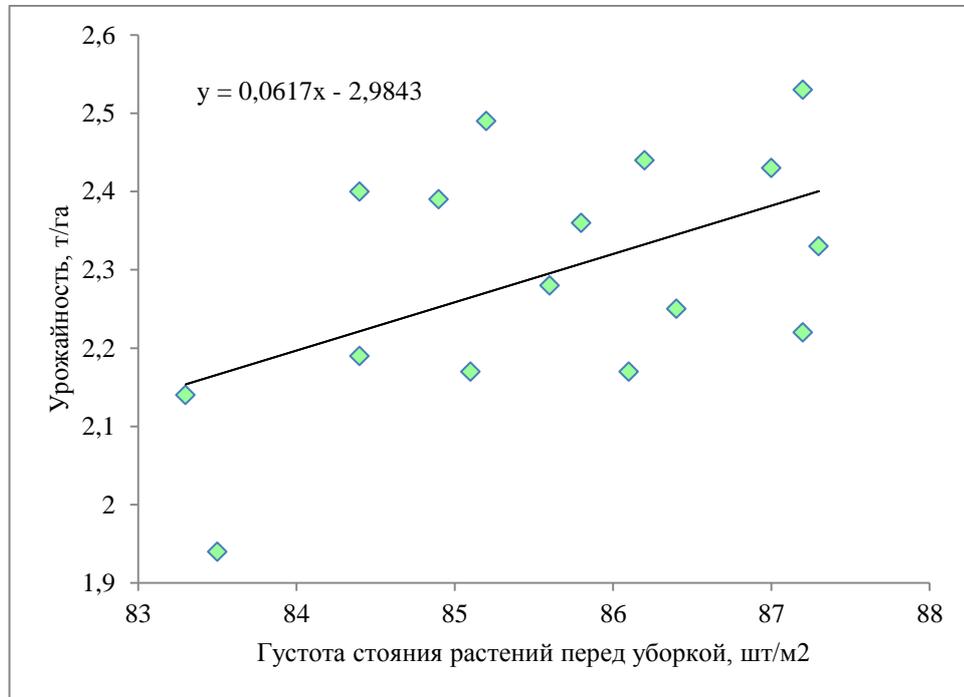


Рисунок 74 – Корреляционная взаимосвязь урожайности ярового рапса с густотой стояния растений, среднее 2014-2019 гг.

Коэффициент корреляции  $r=+0,82$  указывает на высокую линейную связь между урожайностью культуры и количеством стручков на растении. Коэффициент детерминации в данном случае был равен 0,68, следовательно, доля влияния такого признака, как количество стручков на растении на урожайность, составила 68% (рисунок 75).

Таким образом, все изучаемые удобрения оказали влияние на прибавку урожайности в целом. Но для получения максимальной выгоды следует предусматривать в технологии возделывания рапса обработку растений Рэгни совместно с обработкой семян, так как данный вариант обеспечивал максимальный эффект по урожайности. Применение агрохимикат Рэгни способствовало предотвращению полегания посевов за счёт снижения высоты растений рапса, что, как следствие, отразилось на урожайности культуры.

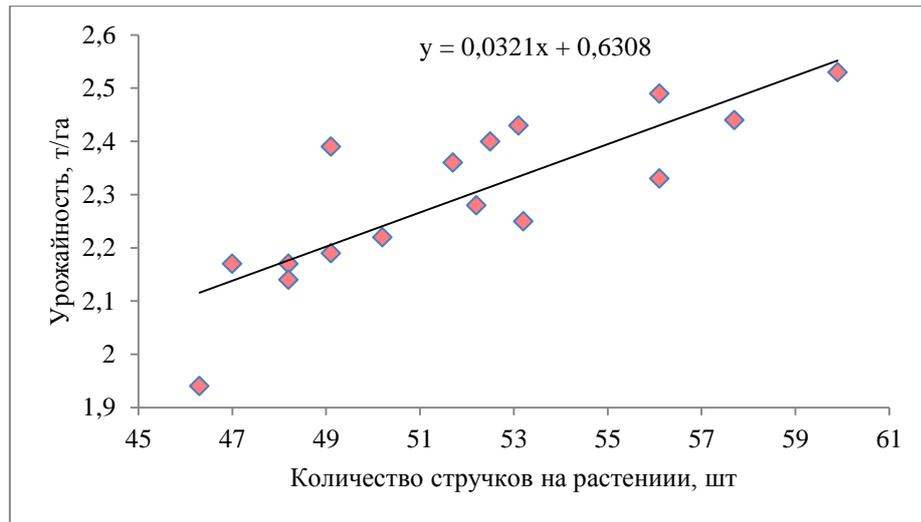


Рисунок 75 – Корреляционная взаимосвязь урожайности ярового рапса с количеством стручков на растении, среднее 2014-2019 гг.

Следовательно, эффективным для сортов ярового рапса Риф и Форвард был вариант с предварительной обработкой семян комплексом препаратов Микромак, Азотовит, Фосфатовит и с последующей обработкой растений по вегетации Рэгги.

#### 6.4.2. Влияние сроков посева на урожайность ярового рапса

Погодные условия во время исследований были разными, что также отразилось на продуктивности рапса. Одни годы характеризовались недостаточным запасом продуктивной влаги в пахотном слое почвы в предпосевной период, либо засушливыми условиями в репродуктивный период.

Благоприятным сроком посева ярового рапса следует выделить 2 мая, который за все годы исследований характеризовался максимальной урожайностью. Более ранний (22 апреля) и более поздний сроки посева (12 мая) снижали продуктивность исследуемой культуры. Ранний срок посева превосходил более поздний по семенной продуктивности ярового рапса.

Так, за годы исследований, средняя урожайность по вариантам составила: 2,58 т/га - 22-24 апреля; 2,77 т/га - 2-4 мая; 2,52 т/га - 12-14 мая.

Исследуемые в опыте удобрения увеличивали урожайность ярового рапса. Урожайность семян возрастала от 0,10 т/га до 0,65 т/га. Наибольшая прибавка за-

фиксирована на делянках при посеве 2-4 мая и обработке растений агрохимикатами Нутримикс + Яра Вита Бортрак - 2,61 т/га. Максимальная урожайность отмечалась на данном варианте в 2020 году - 3,44 т/га, увеличение относительно контроля составило 0,59 т/га (17,2%). Следует отметить, что высота стеблестоя на данном варианте в годы исследований была максимальной, что вероятнее всего связано с содержанием легкоусвояемого азота в удобрении Нутримикс (7,6 %) (рисунок 76).

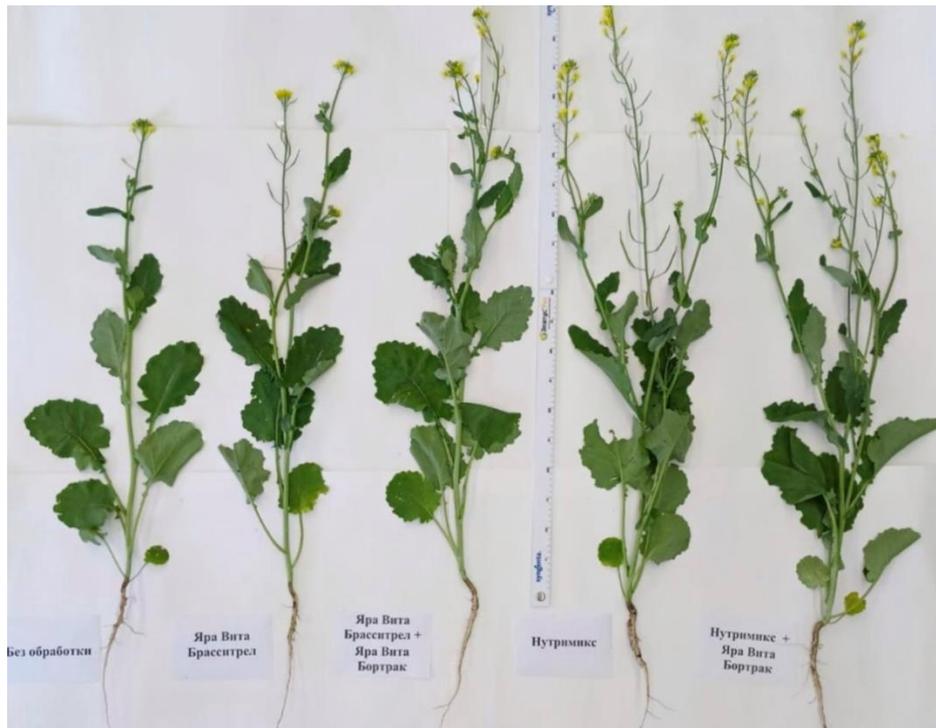


Рисунок 76 – Растения ярового рапса в фазу окончания цветения и начала формирования стручка

Обработка растений комплексом препаратов Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак уступала варианту, где использовали Нутримикс в комплексе с Яра Вита Бортрак. Урожайность по данному варианту составила: 2,70 т/га - срок посева 22-24 апреля; 2,88 т/га - срок посева 2-4 мая; 2,66 т/га - срок посева 12-14 мая. Превышение относительно контроля составило соответственно 0,42-0,46 т/га. Внекорневая обработка растений Яра Вита Брасситрел и Нутримикс без микроудобрения Яра Вита Бортрак повышали продуктивность семян рапса относительно контроля в среднем на 0,13 и 0,31 т/га, соответственно (таблица 53, приложения И1-И8).

Таблица 53 – Урожайность ярового рапса в зависимости от вариантов исследования (т/га), среднее 2016-2023 гг.

| Срок                         | Обработка                              | Урожайность ц/га |        |        |        |        |        |        |        |         |
|------------------------------|--|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
|                              |  | 2016г.           | 2017г. | 2018г. | 2019г. | 2020г. | 2021г. | 2022г. | 2023г. | среднее |
| 22-24 апреля                 | Без обработки                          | 2,07             | 2,21   | 1,95   | 2,21   | 2,64   | 2,59   | 2,69   | 1,89   | 2,28    |
|                              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,16             | 2,22   | 2,07   | 2,35   | 2,77   | 2,71   | 2,81   | 1,97   | 2,38    |
|                              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,44             | 2,50   | 2,37   | 2,75   | 3,16   | 2,99   | 3,10   | 2,25   | 2,70    |
|                              | Нутримикс                              | 2,35             | 2,59   | 2,36   | 2,66   | 3,08   | 2,89   | 3,00   | 2,15   | 2,64    |
|                              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,61             | 2,84   | 2,69   | 2,89   | 3,37   | 3,14   | 3,20   | 2,39   | 2,89    |
| 2-4 мая                      | Без обработки                          | 2,21             | 2,35   | 2,10   | 2,40   | 2,85   | 2,82   | 2,91   | 2,01   | 2,46    |
|                              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,45             | 2,51   | 2,22   | 2,56   | 3,02   | 2,91   | 3,10   | 2,25   | 2,63    |
|                              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,61             | 2,73   | 2,53   | 2,86   | 3,31   | 3,28   | 3,28   | 2,40   | 2,88    |
|                              | Нутримикс                              | 2,60             | 2,68   | 2,46   | 2,79   | 3,17   | 3,10   | 3,16   | 2,39   | 2,79    |
|                              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,89             | 3,01   | 2,79   | 3,10   | 3,44   | 3,39   | 3,35   | 2,61   | 3,07    |
| 12 -14 мая                   | Без обработки                          | 2,01             | 2,06   | 1,91   | 2,12   | 2,57   | 2,58   | 2,56   | 1,81   | 2,20    |
|                              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,08             | 2,15   | 2,01   | 2,27   | 2,79   | 2,68   | 2,72   | 1,90   | 2,33    |
|                              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,38             | 2,54   | 2,35   | 2,71   | 3,17   | 2,89   | 3,02   | 2,19   | 2,66    |
|                              | Нутримикс                              | 2,29             | 2,52   | 2,29   | 2,54   | 3,02   | 2,78   | 3,01   | 2,07   | 2,57    |
|                              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,65             | 2,79   | 2,60   | 2,91   | 3,30   | 3,03   | 3,11   | 2,38   | 2,85    |
| НСП <sub>05</sub> , т/га, АВ |  | 0,208            | 0,164  | 0,209  | 0,250  | 0,252  | 0,218  | 0,264  | 0,245  |         |
| А (срок посева)              |  | 0,161            | 0,127  | 0,162  | 0,193  | 0,195  | 0,169  | 0,204  | 0,189  |         |
| В (агрехимикат)              |  | 0,208            | 0,164  | 0,209  | 0,250  | 0,152  | 0,218  | 0,264  | 0,245  |         |

Максимальная урожайность отмечена при втором сроке посева - 2,79 т/га (Нутримикс) и 2,63 т/га (Яра Вита Брасситрел).

Во все годы исследований закономерности полностью подтвердились – по двум изучаемым факторам лучшими были варианты со сроком посева 2-4 мая при обработке растений удобрениями Нутримикс + Яра Вита Бортрак.

Полученные данные проанализированы в программе Statistica 10. Было проанализировано 120 выборок значений урожайности.

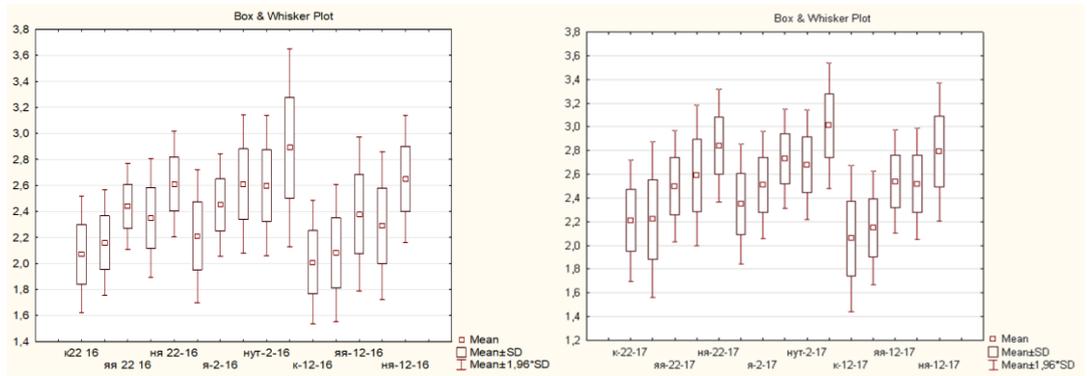
Подсчитаны средние значения, дисперсии, максимальные и минимальные значения, коэффициенты вариации, проведено сравнение средних значений. Варьирование средних значений было небольшим (рисунок 77).

Делая анализ описательных статистик, можно отметить, что минимальное значение урожайности 1,5 т/га и верхнее не превышает 3,84 т/га.

Более низкие значения урожайности приходятся на контроль, наиболее высокие на варианты опыта Нутримикс + Яра Вита Бортрак. Варьирование величин урожайности в среднем составило 10,6% (коэффициент вариации).

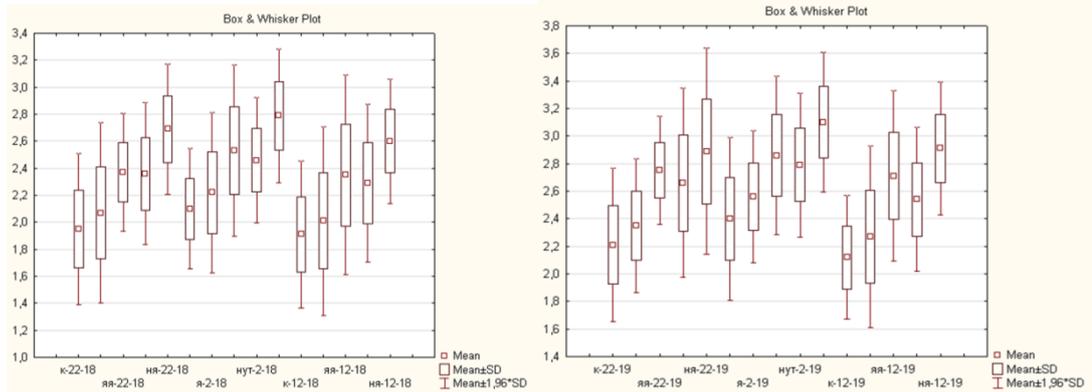
На графиках средних значений представлены средние величины урожайности по годам, срокам посева и вариантам, результаты которых демонстрируют, что максимальные значения оси у (урожайность) равны 3,8 т/га в 2016, 2017 и 2019 годах, оказываются ниже в 2018 и 2023 годах (3,4 т/га и 3,2 т/га, соответственно) и повышаются до 4,2 т/га в 2020-2022 годах. Меньше всего от контроля отличается вариант опыта с Яра Вита Брасситрел, потом последовательно происходит увеличение урожайности в порядке Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак, Нутримикс и Нутримикс + Яра Вита Бортрак во все сроки посева. Медианные значения урожайности по величине не отличаются от средних значений, что свидетельствует о равномерности посевов и относительной однородности внесения удобрений.

Представленные обобщающие результаты сравнения средних значений урожайности показывают, что внесение разных вариантов удобрений в разные сроки по-разному повлияло на урожайность рапса.



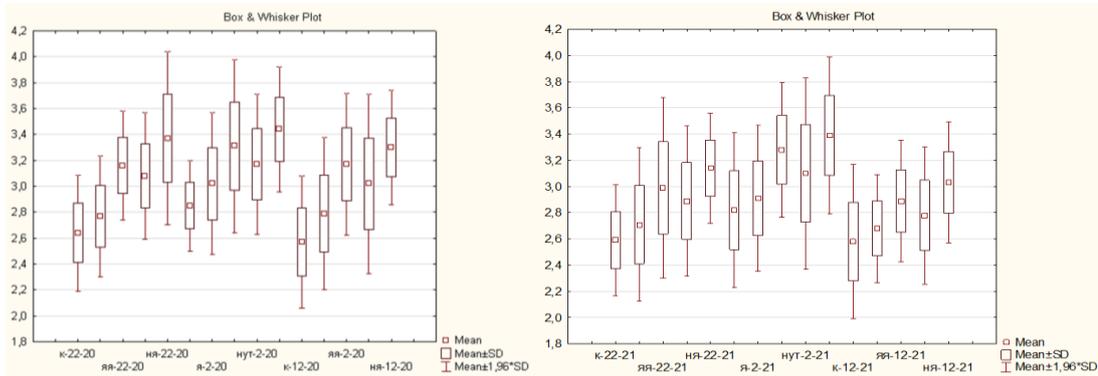
а) 2016 г.

б) 2017 г.



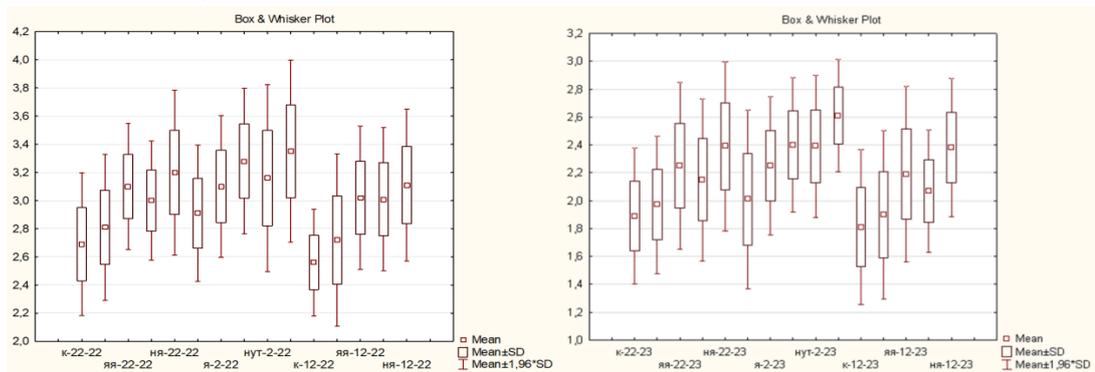
в) 2018 г.

г) 2019 г.



д) 2020 г.

е) 2021 г.



ё) 2022 г.

ж) 2023 г.

Варианты: К-контроль; я-Яра Вита Брасситрел; я-Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак; ня-Нутримикс + Яра Вита Бортрак; н-Нутримикс.

Рисунок 77 – Средние величины урожайности по годам, срокам посева и вариантам опыта

Для изучения влияния количества стручков на урожайность ярового рапса установлены уравнения регрессии. Исходя из значений коэффициентов регрессии, более тесная связь оказалась на варианте без обработки и на варианте Яра Вита Брасситрел –  $r = 0,5-0,6$ . На других вариантах –  $r = 0,3$  (рисунок 78).

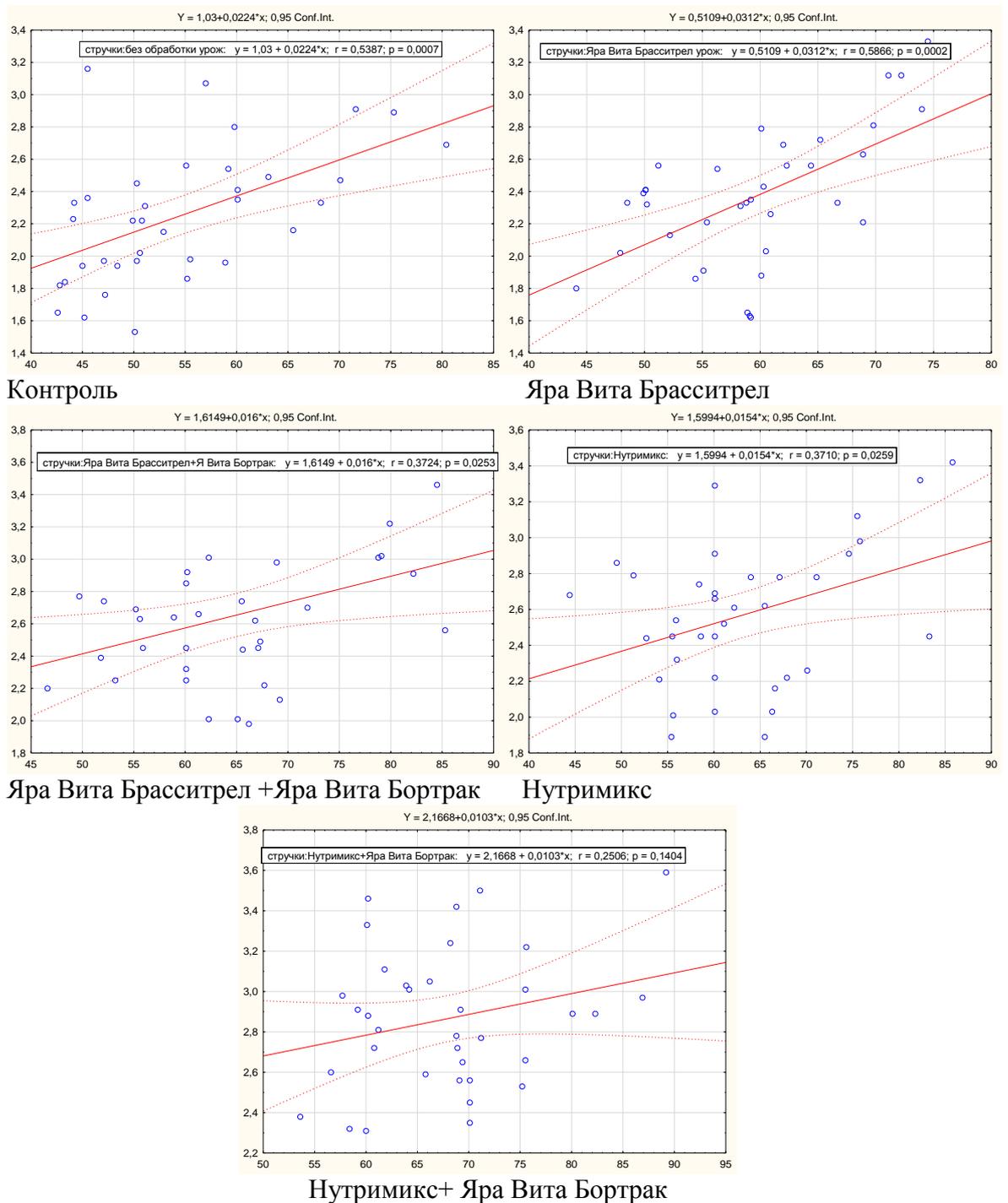


Рисунок 78 – Зависимость урожайности ярового рапса от количества стручков культуры на 1 растение

Так вариант опыта с внесением Яра Вита Браситрел не повлияло на урожайность рапса. Значимых отличий средних величин урожайности от контроля нет. В вариантах опытов с Яра Вита Браситрел+Яра Бортрак и с Нутримикс урожайность значительно отличались от контроля в 58,3 и 54,2% случаев, соответственно.

В опыте с Нутримикс + Яра Вита Браситрел средняя урожайность значительно отличалась от контроля в 95,8% случаев. Исключением являлся посев 2 мая в 2022 году, который не дал значимых отличий. Данный год отличался обильным количеством осадков, только в июле месяце их выпало 134,5 мм, а ГТК составил 2,15.

Посев с Яра Вита Браситрел+Яра Бортрак наиболее редко значимые отличия приходились на первый срок всего 21,5% случаев увеличения урожайности, посев во второй срок дал 35,7% случаев увеличения урожайности, а третий срок посева - 42,9% случаев.

Таким образом, математически доказано, что использование удобрений в комплексе Нутримикс + Яра Вита Браситрел обеспечивало значимые отличия в урожайности во всех вариантах опыта и во все годы исследований, исключением стал срок посева 2 мая 2022 года.

#### 6.5. Изучение взаимосвязи ГТК и гидрофизических показателей почвы с урожайными данными

Посев в опыте с изучением влияния обработки семян и растений ярового рапса по вегетации агрохимикатами проводили в годы исследований в последней декаде апреля или первой декаде мая, когда почва характеризовалась разными температурными режимами и показателями влажности (рисунок 79). Температура почвы на данном этапе составляла 10,1...15,7°C, а её влажность 18,2...28,0%.

Во все годы исследований температурный режим почвы был оптимальным для проращивания семян рапса. Хорошие показатели по урожайности были получены в 2016 и 2017 гг., когда почва при посеве была прогрета на 11,1°C и 14,2°C. Влажность почвы в исследуемые годы была выше 20%. Исключением был 2017

год, когда влажность в пахотном слое почвы составляла 18,2 %. Но при этом хорошо прогретая почва и выпавшие обильные майские дожди положительно отразились на появлении дружных всходов. Дальнейшее распределение осадков по месяцам проходило равномерно, что благоприятно отразилось на урожайности ярового рапса.

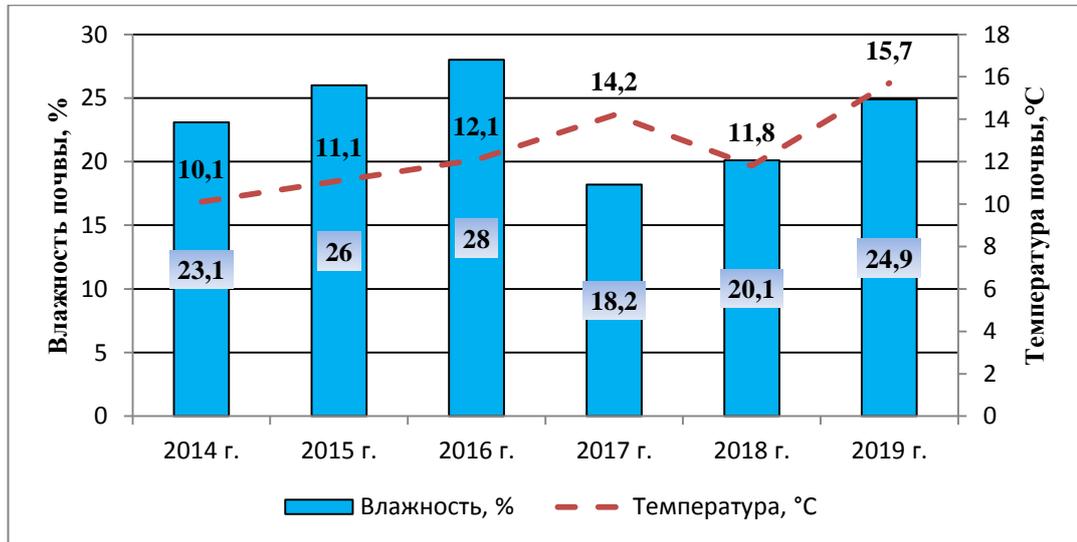


Рисунок 79 – Влажность и температура почвы на глубине 0-10 см в день посева, среднее 2014-2019 гг.

Важным показателем метеорологических условий является гидротермический коэффициент (ГТК), который показывает увлажненность, а именно отношение осадков и температуры. ГТК является оптимальным, если его значение находится в пределах 1-1,5, избыточным - более 1,6, недостаточным – менее 1, слабым – менее 0,5 [250].

Все исследуемые года по ГТК мы разделили на две группы. К первой отнести 2014, 2015 и 2018 годы, которые характеризовались недостаточным ГТК менее 1. Ко второй группе отнести 2016, 2017 и 2019 годы, показатель ГТК за эти годы был оптимальным для исследуемой опытной культуры (ГТК за май-август). Данные годы исследований характеризовались максимальной урожайностью изучаемых сортов - 1,94-2,86 и 2,13-3,09 т/га (соответственно контроль сорта Риф и вариант без обработки Форвард) (рисунок 80).

В 2014 г. показатель ГТК был достаточно низким (0,74). Засушливая и жаркая погода июля (ГТК=0,1) отрицательно сказалась на продуктивности ярового

рапса. Запасы почвенной влаги также были удовлетворительными (31 мм). Урожайность ярового рапса в среднем по вариантам исследования за данный год исследований составила 1,75 т/га у сорта Риф и 1,95 т/га у сорта Форвард (рисунок 81, 82).



Рисунок 80 – Гидротермический коэффициент увлажнения, 2014-2019 гг.

Продуктивность ярового рапса в 2015 г. также характеризовалась невысокими показателями. В мае и июне погодные условия были засушливыми и жаркими (ГТК=0,56 и ГТК=0,97). В августе в период формирования урожая осадков выпало 6,9 мм, что составляло 15,1 % к норме. Гидротермический коэффициент за вегетационный период ярового рапса в 2015 г. составил 0,91, а запасы почвенной влаги составили 40 мм. Средняя урожайность по исследуемым сортам составила 1,91 т/га (Риф) и 2,12 ц/га (Форвард).

Погодные условия 2016 г. отличались обильным выпадением осадков за вегетационный период (ГТК 1,3), распределение которых было не равномерное. Температура воздуха находилась практически в норме.

Максимальное их количество выпало в момент созревания рапса. Урожайность ярового рапса характеризовалась достаточно высокими показателями. У сорта Риф она составила в среднем 2,58 т/га, а у сорта Форвард - 2,78 т/га.

Условия 2017 г. складывались положительно для формирования высоких показателей урожая ярового рапса. Температура была приближена к среднеголетним данным, ГТК составил 1,02 при норме 1,21. Урожайность в 2017 году

была максимальной и составила у сорта Риф - 2,71 т/га и у сорта Форвард - 2,96/га.

Погодные условия 2018 г. резко отличались от среднемноголетних данных по температурному режиму и выпадению осадков, которые были не характерны для условий лесостепи Центрального Чернозёмного региона.

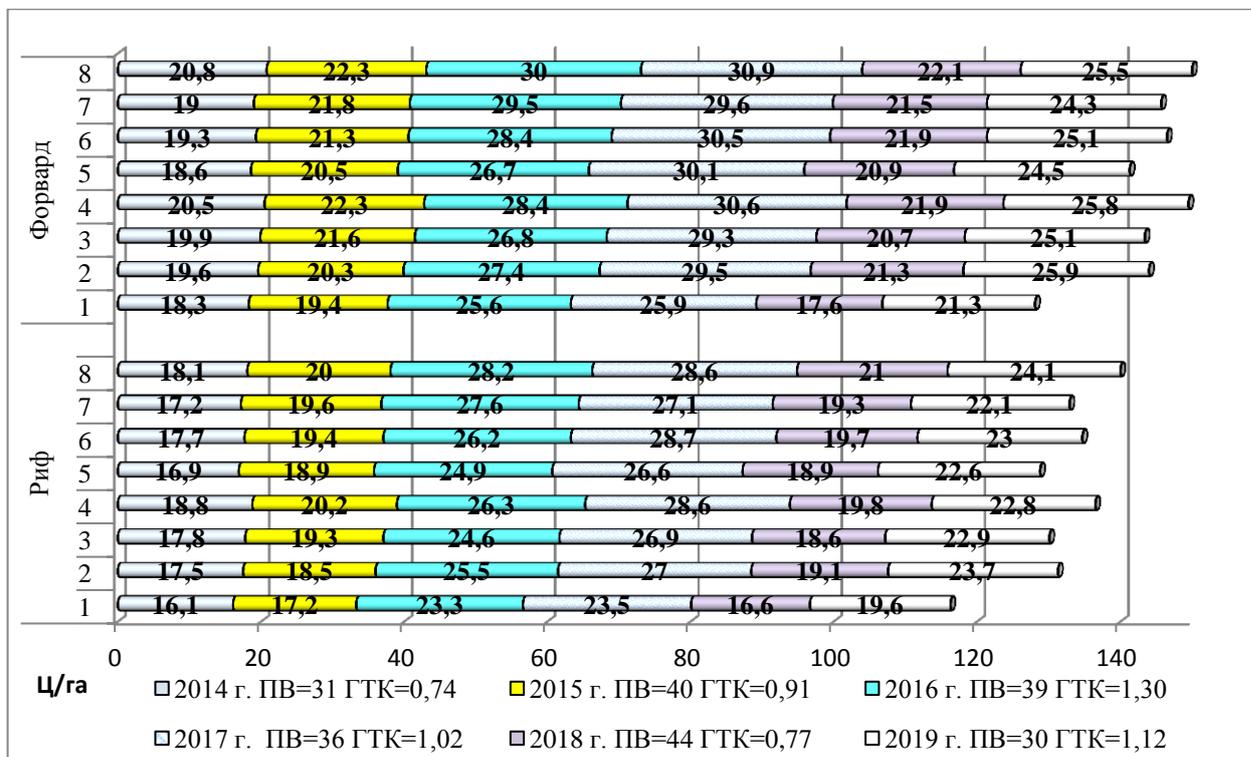


Рисунок 81 – Зависимость урожайности от почвенной влаги и ГТК, среднее 2014-2019 гг.



Рисунок 82 – Продуктивная влага в слое 0-20 см при посеве растений ярового рапса (мм), среднее 2014-2019 гг.

Гидротермический коэффициент за вегетацию ярового рапса составил 0,77. Погодные условия, сложившиеся в критический период развития ярового рапса, негативно отразились на формировании урожайности ярового рапса (среднесуточная температура составила - 18,2 °С, сумма осадков - 10,2%). Период вегетации ярового рапса в фазу зелёного стручка - созревание маслосемян был очень засушливым. Поэтому в целом погодные условия, сложившиеся в 2018 г., были неблагоприятными для развития рапса. Средняя урожайность у сорта Риф - 1,91 т/га, а у сорта Форвард - 2,10/га.

В 2019 году в мае выпало обильное количество осадков - 239,8 % к норме, в остальные месяцы их выпало меньше нормы, ГТК за вегетационный период рапса составил 1,12. Температурный режим по месяцам практически находился в норме. Урожайность ярового рапса в среднем за данный год составила у сорта Риф - 2,26 т/га, и у сорта Форвард - 2,47 т/га.

#### 6.6. Качество маслосемян в зависимости от сроков посева и применения агрохимикатов

Важной задачей для аграриев на сегодня является получение не только высоких урожаев масличных культур, но и изыскание путей повышения масличности семян и показателей качества получаемого масла. Поэтому, чтобы эффективно воздействовать на метаболизм растения и улучшить его масложировую активность, целесообразным является изучение механизма накопления масла в семенах рапса, при реакции растительного организма на применение различных удобрений и изменяющихся погодно-климатических условий.

##### 6.6.1. Влияние агрохимикатов на маслопродуктивность ярового рапса

Результатом возделывания сельскохозяйственных культур является получение высоких и стабильных урожаев. Но кроме увеличения урожайности, последнее время аграрии стали уделять внимание и качеству готовой продукции.

В возделывании ярового рапса, главным показателем качества является получение высококачественного растительного масла. Именно от содержания масла в маслосеменах зависит как его количество, так и его качество.

Количество масла в семенах ярового рапса в основном является генетическим признаком, но при этом условия выращивания также могут способствовать изменению данного показателя.

Из двух изучаемых сортов на протяжении всех лет исследования большей масличностью характеризовались семена ярового рапса сорта Риф. В среднем содержание масла в семенах данного сорта на контрольном варианте за 2014-2019 годы составило 43,4%, что превосходило по данному показателю сорт Форвард на 1,8%.

Предпосевная обработка семян и внекорневая подкормка растений ярового рапса положительно повлияли на накопление масла в семенах рапса. Установлено, что обработка семян Микромаком имела больший эффект перед обработкой семян Азотовитом и Фосфатовитом.

Семена Рифа обработанные данным препаратом превосходили контроль на 1,7 и 1,1 %, а семена Форварда на 1,5 и 1,1 % соответственно. По содержанию масла обработка семян рапса комплексом препаратов находилась на уровне с обработкой данных семян Микромаком.

Внекорневая обработка растений рапса препаратом Рэгги давала дополнительную прибавку по содержанию масла от 0,6 до 2,3% в сравнении с контролем. Но именно предпосевная обработка комплексом препаратов Микромак, Азотовит и Фосфатовит с последующей обработкой растений по вегетации способствовала максимальному накоплению масла в семенах. Семена сорта Риф при такой обработке содержали в среднем 44,4 %, семена Форвард – 42,5% (таблица 54).

На количество масла в семенах ярового рапса сильное влияние оказывали и климатические условия.

Высокий температурный режим и низкая влажность 2015 и 2018 гг. привели к увеличению масличности семян в среднем на 1,1-2,3 %.

Чтобы установить эффективность предложенных приёмов в технологии культуры, важно оценить валовый сбор масла. Данный показатель зависит как от содержания масла в семенах, так и от урожайности культуры.

Таблица 54 – Содержание масла в семенах и валовой сбор масла с 1 га в зависимости от используемых агрохимикатов, среднее 2014-2019 гг.

| Сорт<br>(фактор А) | Обработка семян<br>(фактор В)         | Обработка<br>Рэгги<br>(фактор С) | Маслич-<br>ность, % | Валовой<br>сбор мас-<br>ла, кг/га | Прибавка |      |
|--------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------|------|
|                    |                                       |                                  |                     |                                   | кг/га    | %    |
| Риф                | Контроль<br>(без обработки)           | -                                | 42,0                | 814,8                             | -        | -    |
|                    |                                       | +                                | 42,6                | 932,9                             | 118,1    | 14,5 |
|                    | Микромак                              | -                                | 43,7                | 948,3                             | 133,5    | 16,4 |
|                    |                                       | +                                | 44,1                | 1005,5                            | 190,7    | 23,4 |
|                    | Азотовит +<br>Фосфатовит              | -                                | 43,1                | 935,3                             | 120,5    | 14,8 |
|                    |                                       | +                                | 43,6                | 981,0                             | 166,2    | 20,4 |
|                    | Микромак + Азото-<br>вит + Фосфатовит | -                                | 43,8                | 972,4                             | 157,6    | 19,3 |
|                    |                                       | +                                | 44,4                | 1034,5                            | 219,7    | 26,9 |
| Форвард            | Без обработки                         | -                                | 40,2                | 860,3                             | -        | -    |
|                    |                                       | +                                | 40,9                | 981,6                             | 121,3    | 14,1 |
|                    | Микромак                              | -                                | 41,7                | 996,6                             | 136,4    | 15,9 |
|                    |                                       | +                                | 42,1                | 1048,3                            | 188,0    | 21,9 |
|                    | Азотовит +<br>Фосфатовит              | -                                | 41,3                | 974,7                             | 114,4    | 13,3 |
|                    |                                       | +                                | 41,9                | 1022,4                            | 162,1    | 18,8 |
|                    | Микромак + Азото-<br>вит + Фосфатовит | -                                | 41,9                | 1018,2                            | 157,9    | 18,4 |
|                    |                                       | +                                | 42,5                | 1075,3                            | 214,9    | 24,9 |

НСР<sub>05</sub>, жир (%), ABC: 2014г. – 0,99; 2015г. – 2,21; 2016г. – 1,52; 2017г. – 2,32; 2018г. – 2,11; 2019г. – 0,91.

Валовый сбор масла с 1 га у сорта Риф по вариантам исследования находился в пределах – 814,8-1034,5 кг/га, а у сорта Форвард – 860,3-1075,3 кг/га.

Максимальный валовый сбор обеспечивал вариант с обработкой семян комплексом препаратов с последующей обработкой растений по вегетации регулятором роста, превышая контроль на 24,9 % (сорт Форвард) и 26,9 % (сорт Риф).

Обработка семян Микромаком по валовому сбору масла давала прибавку относительно контроля на 133,1 (Риф) и 136,4 (Форвард) кг/га, а в комплексе с Рэгги 190,7 и 188,0 кг/га, соответственно.

Коэффициент корреляции имел сильную прямую связь между величиной урожая и валовым сбором масла  $r=+0,91$ , а установленная доля влияния данного признака на валовый сбор масла составила 83% ( $d_{ух}=0,83$ ) (рисунок 83).

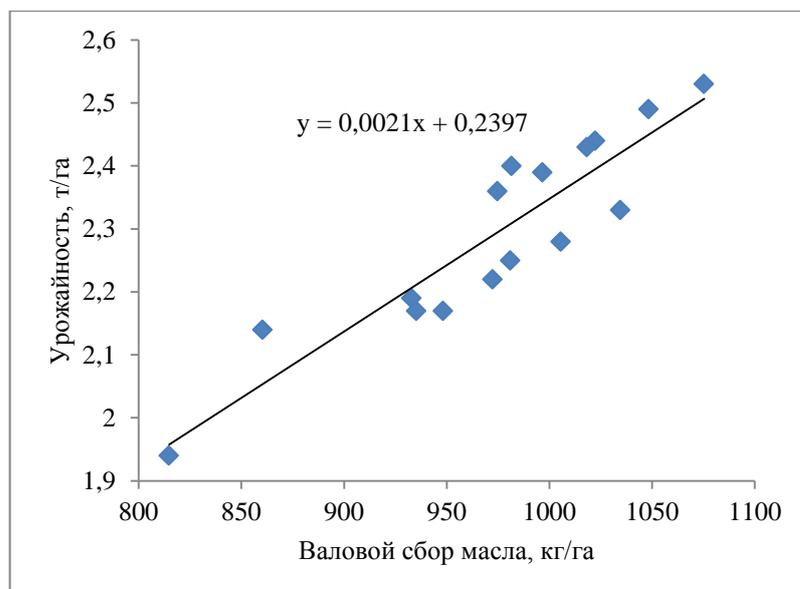


Рисунок 83 – Корреляционная взаимосвязь урожайности ярового рапса с валовым сбором масла, среднее 2014-2019 гг.

Следовательно, максимум по содержанию масла отмечен на вариантах исследования, где семена обрабатывали комплексом препаратов Микромак, Азотовит и Фосфатовит с последующей обработкой растений Рэгги, по сорту Риф масличность составила 44,4% (1034,5 кг/га), а у сорта Форвард - 42,5% (1075,3 кг/га).

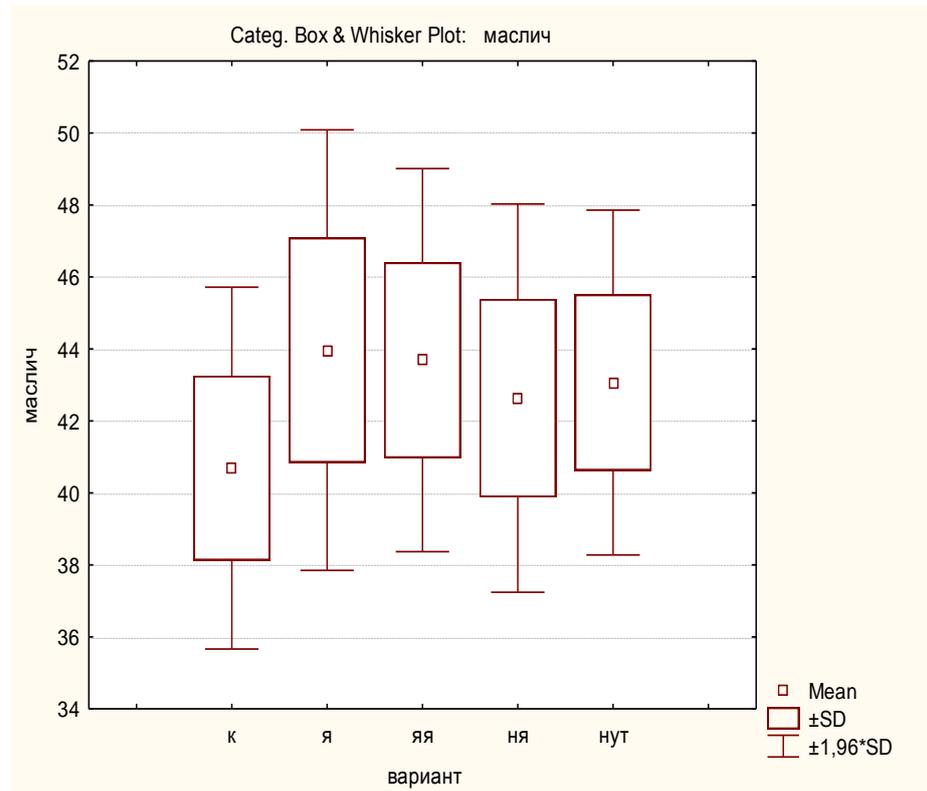
#### 6.6.2. Выход и качество масла в зависимости от сроков посева и обработок агрохимикатами

В процессе работы по оценке масличности семян ярового рапса сорта Риф в зависимости от сроков посева и обработок микроудобрениями.

Если рассматривать сроки посева, то ранние имели тенденцию к увеличению содержания масла в семенах рапса по сравнению с самыми поздними.

В среднем по срокам посева масличность находилась в следующих пределах: 1 срок - 41,2-44,1%; 2 срок - 41,0-43,9%; 3 срок - 39,1-43,4%. Во всех изучаемых сроках посева следует отметить, что самое высокое накопление масла в семенах рапса было при обработке растений Яра Вита Брасситрел - от 43,4% до 44,1% (рисунок 84, приложений Й). Вероятнее всего это связано с отсутствием азота в составе данного удобрения.

Содержание масла в семенах так же в сильной степени зависело от сложившихся погодных условий. В условиях сухого лета 2018 года (ГТК=0,77) семена ярового рапса отличались наиболее высокими показателями по содержанию масла (44,0-47,9%). В 2016 году в условиях обильного увлажнения (ГТК=1,3) масличность составляла от 39,4 до 42,1%.



Варианты: К-контроль; я-Яра Вита Брасситрел; яя-Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак; ня-Нутримикс + Яра Вита Бортрак; н-Нутримикс.

Рисунок 84 – Средние значения масличности по вариантам

Валовый выход масла находится в зависимости от содержания масла в семенах и продуктивности культуры. По данному показателю выделился 2 срок посева, выход масла с 1 га находился по вариантам в следующих пределах от 1008,6 до 1310,9 кг/га. Выход масла при первом и третьем сроках посева находились в следующих пределах: 939,4-1228,3 кг/га и 860,2-1191,3 кг/га.

Ввиду высокой продуктивности на варианте Нутримикс + Яра Вита Бортрак сбор жира на нём был максимальным 1310,9кг/га, что на 29,9% выше контроля (таблица 55).

Таблица 55 – Масличность и валовой сбор масла в семенах ярового рапса в зависимости от сроков посева и обработок, среднее 2016-2023 гг.

| Срок         | Вариант                                   | Масличность,<br>% | Валовой сбор<br>масла, кг/га | Прибавка |      |
|--------------|---|-------------------|------------------------------|----------|------|
|              |   |                   |                              | кг/га    | %    |
| 22-24 апреля | Контроль                                  | 41,2              | 939,4                        | -        | -    |
|              | Яра Вита Брасситрел                       | 44,1              | 1049,6                       | 110,2    | 11,7 |
|              | Яра Вита Брасситрел +<br>Яра Вита Бортрак | 43,7              | 1179,9                       | 240,5    | 25,6 |
|              | Нутримикс                                 | 43,1              | 1137,8                       | 198,4    | 21,1 |
|              | Нутримикс +<br>Яра Вита Бортрак           | 42,5              | 1228,3                       | 288,9    | 30,8 |
| 2-4 мая      | Контроль                                  | 41,0              | 1008,6                       | -        | -    |
|              | Яра Вита Брасситрел                       | 43,9              | 1154,6                       | 145,9    | 14,5 |
|              | Яра Вита Брасситрел +<br>Яра Вита Бортрак | 43,8              | 1261,4                       | 252,8    | 25,1 |
|              | Нутримикс                                 | 43,0              | 1199,7                       | 191,1    | 18,9 |
|              | Нутримикс +<br>Яра Вита Бортрак           | 42,7              | 1310,9                       | 302,3    | 29,9 |
| 12-14 мая    | Контроль                                  | 39,1              | 860,2                        | -        | -    |
|              | Яра Вита Брасситрел                       | 43,4              | 1011,2                       | 151,0    | 17,6 |
|              | Яра Вита Брасситрел +<br>Яра Вита Бортрак | 43,1              | 1146,5                       | 286,3    | 33,3 |
|              | Нутримикс                                 | 42,5              | 1092,3                       | 232,1    | 26,9 |
|              | Нутримикс +<br>Яра Вита Бортрак           | 41,8              | 1191,3                       | 331,1    | 38,5 |

НСР<sub>05</sub>, масличность (%), взаимодействие АВ: 2016г. - 1,23; 2017г. - 2,13; 2018г. - 2,12; 2019г. - 1,36; 2020г. - 1,88; 2021г. - 1,41; 2022г. - 1,11; 2023г. - 0,99.

Хорошие результаты по валовому сбору масла отмечены на данном варианте и в другие сроки посева. Превышение относительно контроля при 1 сроке посева составило 288,9 кг/га (+30,8%) и при 3 сроке -331,1 кг/га (+38,5%).

Установлена слабая зависимость между урожайностью и содержанием масла в семенах. Так коэффициент корреляции составил ( $r=0,4$ ), а коэффициент детерминации ( $d_{yx}=r^2=0,2$ ) (рисунок 85).

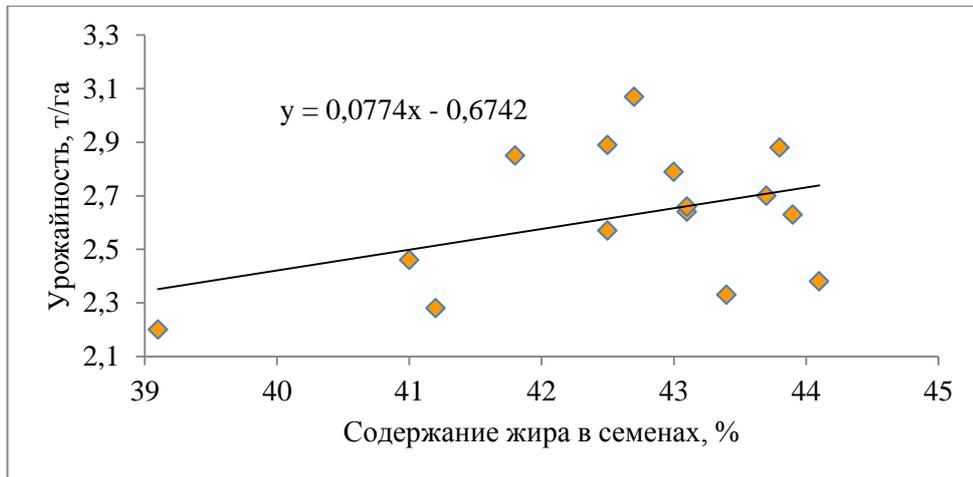


Рисунок 85 – Корреляционная взаимосвязь урожайности ярового рапса с масличностью семян, среднее 2016-2023 гг.

Следует отметить, что коэффициент корреляции имел сильную прямую связь между величиной урожая и валовым выходом масла  $r=+0,97$ , а доля влияния данного признака на выход масла составила 94% ( $r^2=0,94$ ) (рисунок 86).

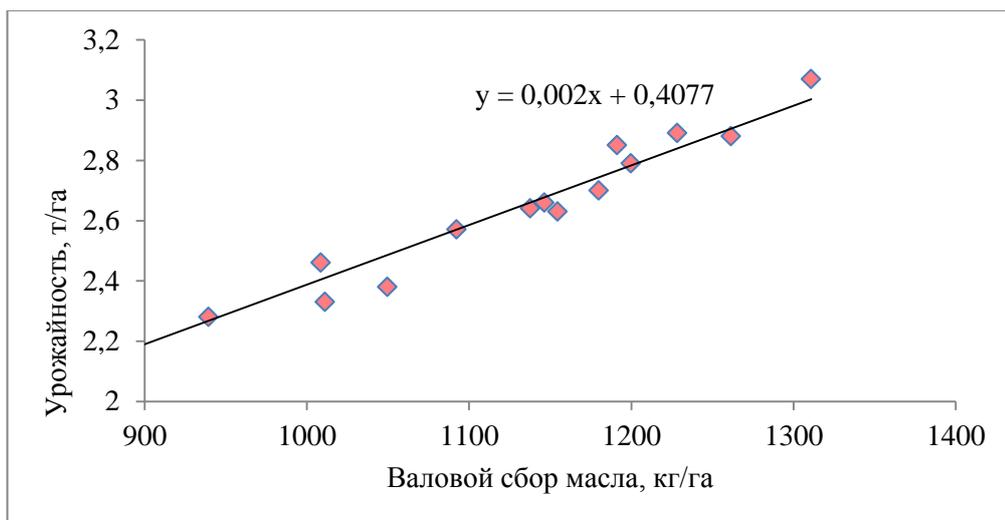


Рисунок 86 – Корреляционная взаимосвязь урожайности ярового рапса с валовым выходом масла с 1га, среднее 2016-2023 гг.

Для математической обработки были выбраны три года исследований с минимальными, средними и самыми высокими показателями содержания жира в семенах рапса: 2016 г.- средняя масличность по вариантам и срокам составила 40,8%, 2018 г. - 45,5% и 2021 г. - 42,1%.

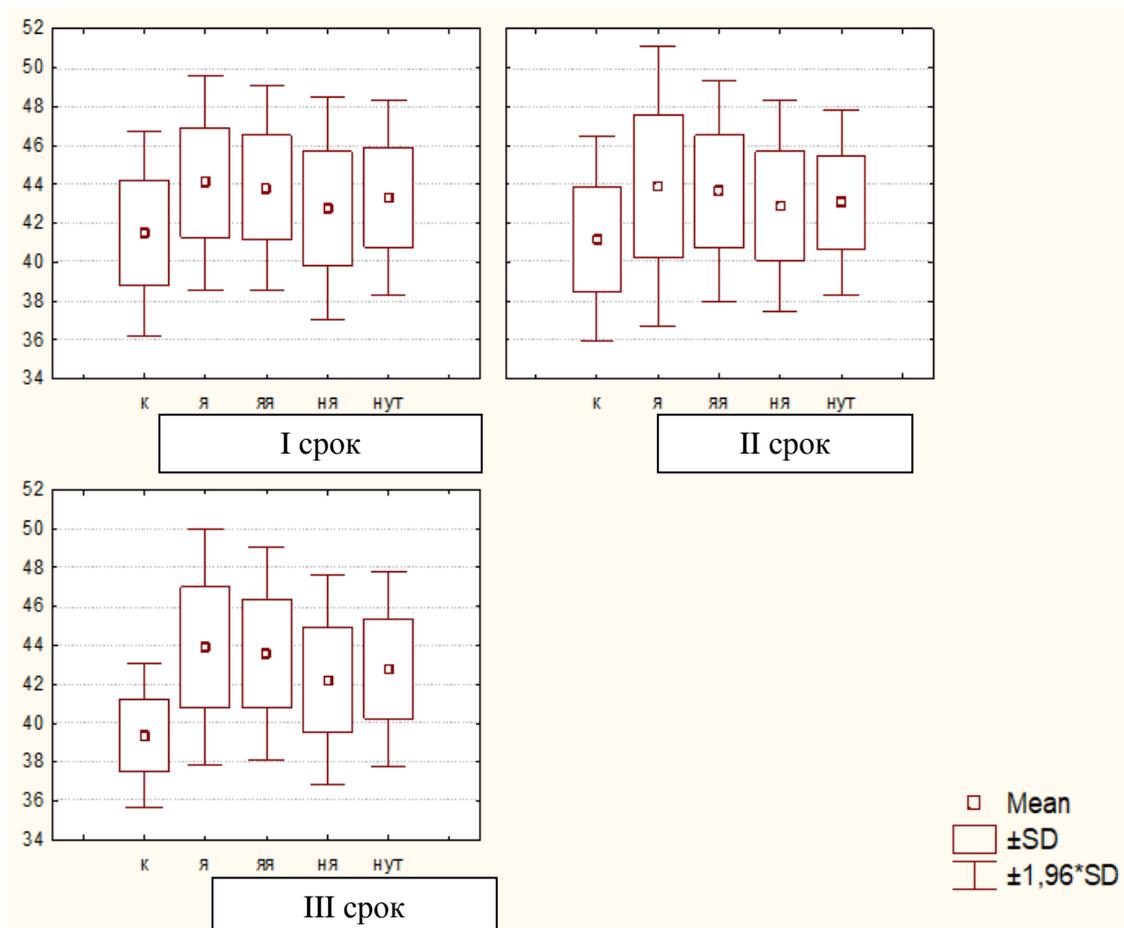
Результаты описательных статистик показали, что минимальное значение средней масличности приходилось на срок посева 12 мая 2021 года, а максимальное – на 2 мая 2018 года.

Варьирование величин масличности было не большим в разных вариантах и даже в разные сроки посева.

Коэффициент вариации в среднем составил от 5 до 6%. Наиболее сильно варьировали значения масличности в варианте Яра Вита Брасситрел при посеве 2-4 мая (8,36%), меньше всего варьировали в контроле при посеве 12-14 мая (4,79%).

На графиках средних значений представлены средние показатели масличности по годам 2016 г., 2018 г., 2021 г. (рисунок 87).

На рисунке мы видим варьирование величин масличности при разных сроках посева, по сравнению с контролем.

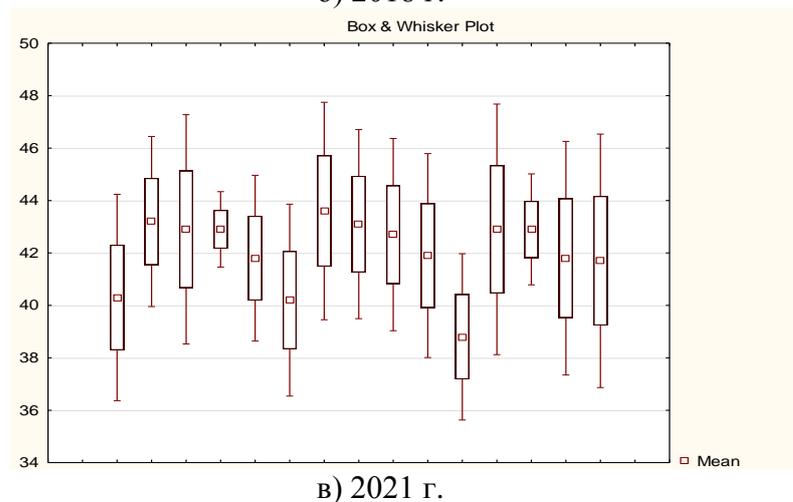
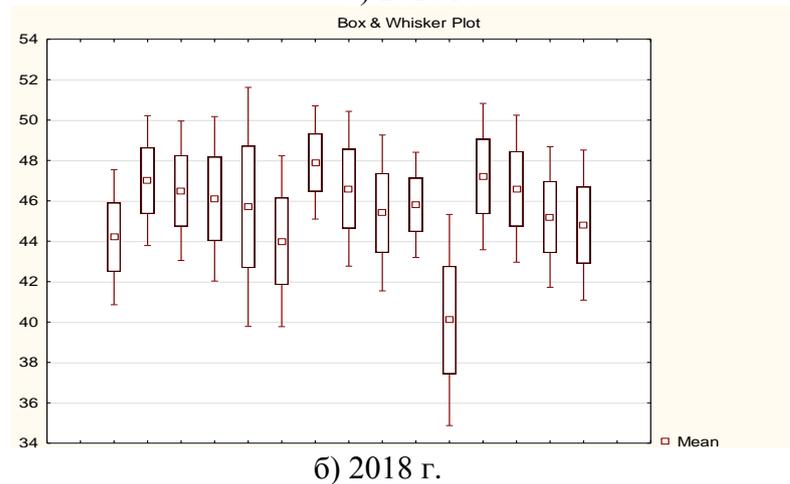
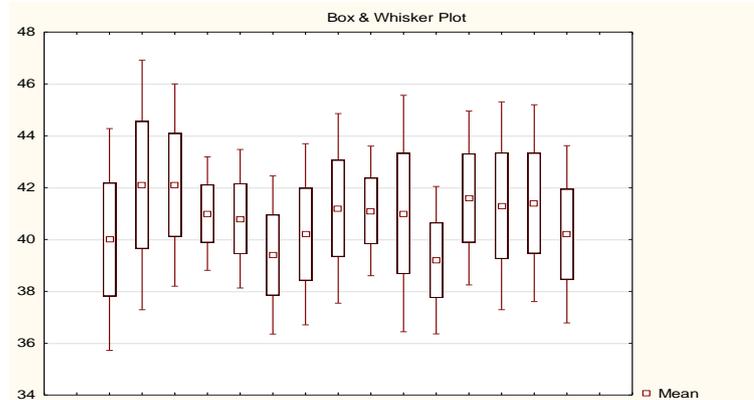


Варианты: К – контроль; я – Яра Вита Брасситрел; яя – Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак; ня – Нутримикс + Яра Вита Бортрак; н – Нутримикс

Рисунок 87 – Средние значения масличности по изучаемым вариантам

Анализ сравнения средних значений масличности с контролем позволил установить: значимо по масличности отличаются от контроля только варианты

Яра Вита Брасситрел и Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак посеянные 22-24 апреля и 2-4 мая, при этом посев 12-14 мая дал значимые отличия для всех вариантов. Результат средних показателей масличности в пределах года по срокам посева показал, что изменчивость была незначительной (рисунок 88).



Варианты: 1 – Контроль; 2 – Яра Вита Брасситрел; 3 – Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак; 4 – Нутримикс; 5 – Нутримикс + Яра Вита Бортрак

Рисунок 88 – Сравнение средних показателей масличности в пределах года по вариантам и срокам посева

Так, коэффициент вариации в среднем составлял от 1,7 до 6,6% по исследуемым годам. В 2016 году он находился в пределах от 2,7 до 5,8%, в 2018 году – 2,9-6,6%, в 2021 году – 1,7-5,9%.

С целью получения растительных масел, характеризующихся высокими пищевыми характеристиками, маслосемена ярового рапса должны сочетать в себе низкое количество насыщенных жирных кислот, особенно пальмитиновой, и обладать высоким содержанием простых ненасыщенных кислот, в частности, олеиновой.

В ходе наших исследований был проведен анализ различных видов жирных кислот, включающий полиненасыщенные, мононенасыщенные и насыщенные в масле полученном из семян урожая 2016 г., 2018 г. и 2021 г. В руппу полиненасыщенных кислот входят: C18:2n6c + C18:2n6t Линолевая + Линолелаидиновая и C18:3n6 Y-Линоленовая; мононенасыщенных: C18:1n9c + C18:1n9t Олеиновая + Элаидиновая, C22:1n9c Эруковая, C20:1 Гондоиновая и насыщенных жирных кислот: C20 Арахидиновая, C22 Бегеновая, C16 Пальмитиновая, C18 Стеариновая.

Самой главной из мононенасыщенных кислот является олеиновая, которая относится к классу Омега-9. Её содержание находилось в пределах от 60,1 до 65,3%. Следует отметить, что минимальное количество данной кислоты отмечалось на варианте без удобрений (60,1-62,8%), а максимальное, где использовали комплекс удобрений Нутримикс + Яра Вита Бортрак в 1 и 2 сроки посева (65,2-65,3%).

Эруковая кислота относится к опасным кислотам как для человека, так и животных. Её количество в изучаемых образцах масла было минимальным во всех вариантах опыта и составило - 0,1-0,2%. В настоящих опытах растительное масло соответствует требованиям для пищевых масел, так как массовая доля эруковой кислоты не должна превышать 5%.

Гондоиновая кислота имеет важное значение в косметологии, в исследуемых образцах масла на её долю приходилось от 1,6 до 1,7%.

В полученных образцах масла наличие полиненасыщенных кислот находилось в интервале от 8,4 до 18,9 %. Максимальное общее количество данных кислот

(29,2%) было характерно для контроля в масле, полученном из семян 3 срока посева (таблица 56).

Таблица 56 – Содержание жирных кислот в растительном масле в зависимости от вариантов опыта, %

| Название кислоты                | Контроль | Яра Вита<br>Брасситрел | Нутримикс | Яра Вита<br>Брасситрел<br>+ Яра Вита<br>Бортрак | Нутримикс<br>+ Яра Вита<br>Бортрак |
|---------------------------------|----------|------------------------|-----------|---|------------------------------------|
| 1 срок посева (22-24 апреля)    |          |                        |           |   |                                    |
| Олеиновая +<br>элаидиновая      | 62,4     | 63,9                   | 64,2      | 64,9  | 65,3                               |
| Линолевая +<br>линолелаидиновая | 18,6     | 17,4                   | 17,4      | 17,2  | 17,1                               |
| Линоленовая                     | 9,9      | 9,5                    | 9,2       | 8,8   | 8,4                                |
| Пальмитиновая                   | 3,3      | 3,4                    | 3,4       | 3,5   | 3,5                                |
| Стеариновая                     | 1,9      | 1,8                    | 1,9       | 1,8   | 1,9                                |
| Другие кислоты                  | 3,9      | 4,0                    | 3,9       | 3,8   | 3,8                                |
| 2 срок посева (2-4 мая)         |          |                        |           |   |                                    |
| Олеиновая +<br>элаидиновая      | 62,8     | 63,8                   | 64,3      | 64,8  | 65,2                               |
| Линолевая +<br>линолелаидиновая | 18,5     | 17,7                   | 17,3      | 17,3  | 16,8                               |
| Линоленовая                     | 9,9      | 9,4                    | 9,2       | 8,7   | 8,7                                |
| Пальмитиновая                   | 3,4      | 3,4                    | 3,5       | 3,5   | 3,5                                |
| Стеариновая                     | 1,8      | 1,9                    | 1,9       | 1,9   | 1,9                                |
| Другие кислоты                  | 3,6      | 3,8                    | 3,8       | 3,8   | 3,9                                |
| 3 срок посева (12-14 мая)       |          |                        |           |   |                                    |
| Олеиновая +<br>элаидиновая      | 60,1     | 61,1                   | 62,3      | 62,7  | 63,5                               |
| Линолевая +<br>линолелаидиновая | 18,9     | 18,1                   | 17,8      | 17,9  | 17,5                               |
| Линоленовая                     | 10,3     | 9,9                    | 9,5       | 9,2   | 9,1                                |
| Пальмитиновая                   | 3,7      | 3,7                    | 3,6       | 3,5   | 3,6                                |
| Стеариновая                     | 2,0      | 1,9                    | 2,0       | 1,9   | 2,0                                |
| Другие кислоты                  | 5,0      | 5,3                    | 4,8       | 4,8   | 4,3                                |

Максимальное содержание ненасыщенных кислот в масле отмечалось на вариантах в 1 и 2 сроки посева от 90,7 до 91,2%. Наличие данных кислот в масле, из семян 3 срока посева составило - 89,1-90,1% (рисунок 89).

Содержание насыщенных жирных кислот в масле рапса является менее полезным для организма человека, поэтому, чем меньше их сумма, тем качественнее

растительное масло. В наших исследованиях данный показатель изменялся в зависимости от вариантов опыта (рисунок 90).

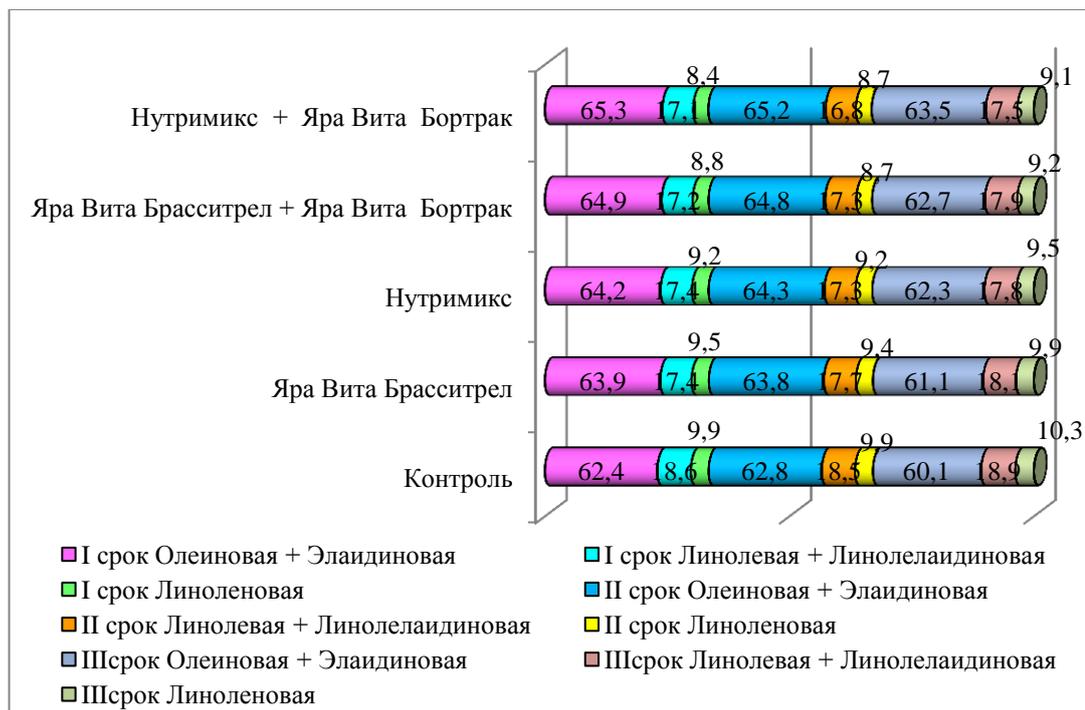


Рисунок 89 – Содержание ненасыщенных жирных кислот в масле, %

Анализ хроматограмм показал, что на долю стеариновой кислоты приходится от 1,8 до 2%, а на долю пальмитиновой - 3,3-3,7%.

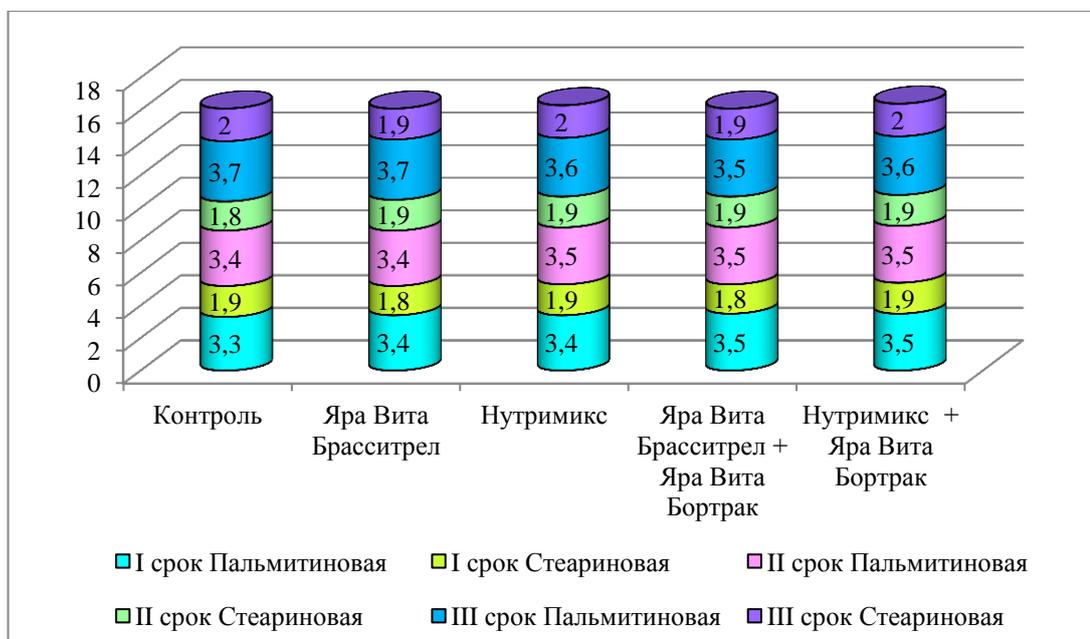


Рисунок 90 – Содержание насыщенных жирных кислот в масле, %

Установлено, если на момент уборки складывались неблагоприятные погодные условия, то качество масла ухудшалось. Так, в условиях 2016 года, когда

август характеризовался обильным количеством осадков (140,9 мм, ГТК 2,3), фиксировалось уменьшение доли олеиновой кислоты, при этом содержание полиненасыщенных и насыщенных кислот увеличивалось.

В условиях сухого августа 2018 года (5,5 мм, ГТК 0,04) количество олеиновой кислоты значительно увеличивалось и на отдельных вариантах составляло 66,9%.

Самое высокое процентное содержание приходится на сумму олеиновой и элаидиновой кислот, которое варьировало от 57 до 69,1 %, а стандартное отклонение не превышало 2,88%. Максимальный коэффициент вариации – 4,79% приходился на контроль 22 апреля 2016 года. Это свидетельствует о том, что изменение содержания этих кислот в семенах невелико и варьирует мало при проведении опытов (не зависит от срока посева и вариантов обработки). Олеиновой кислоты отмечалось больше в масле, полученном из урожая семян 1 и 2 сроков посева. Вегетационный период растений ярового рапса 3 срока посева увеличивался относительно 1 и 2 сроков, что как следствие, отразилось на качестве масла.

На сумму линолевой и линолелаидиновой кислот приходится от 14 до 22,1% всех кислот. Стандартное отклонение не превышало 2,12%, а коэффициент вариации гораздо больше, чем у предыдущих кислот и достигает почти 14% (13,95%).

Среднее содержание линоленовой кислоты составило 8-9%, а наиболее сильное её варьирование было отмечено в 2016 году.

В 2018 и 2021 годах варьирование линоленовой кислоты было на уровне 5-7% и 2-3% соответственно. Не смотря на такие различия в варьировании значимых различий в содержании линоленовой кислоты в разные сроки посева и при разных обработках не обнаружено.

Аналогичную ситуацию с более высоким варьированием в 2016 году и более низким в 2018 и 2021 годах можно отметить и в содержании пальмитиновой кислоты. Среднее содержание ее около 3,5%, а среднее стандартное отклонение 0,32%. Коэффициент вариации достигает здесь почти 23% (22,93%). А случаи с  $V > 10\%$ , встречаются чаще в 2016 году (10 раз из 15).

Меньше всего в маслах рапса встречается стеариновой кислоты, на долю которой в 2016 году в среднем пришлось 2%, а в следующие годы среднее содержание составило 1,83%. Варьирование во все годы мало различалось 13,2% в 2016 и 10,5% в 2018-2021 годах. Такие высокие значения статистических характеристик можно объяснить невысокими значениями среднего содержания кислоты и соответственно стандартного отклонения.

Таким образом, первый срок посева обеспечил увеличение масличности семян ярового рапса (41,2-44,1%), но по валовому сбору масла выделился второй срок посева. Максимальными показателями характеризовался вариант Нутримикс + Яра Вита Бортрак, где сбор жира составил 1310,9 кг/га (на 29,9% выше контроля). Также следует отметить, что внесение всех удобрений способствовало увеличению жирных кислот в полученном рапсовом масле. Возросло содержание олеиновой кислоты и было выше контроля при обработке растений на 1,1% - Яра Вита Брасситрел; на 1,8% - Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак; на 2,3% - Нутримикс; на 2,9% - Нутримикс + Яра Вита Бортрак. Сравнение средних значений содержания жирных кислот при разных сроках посева и разных способах обработки не дали значимых различий, что говорит о том, что возможно на содержание кислот эти факторы не влияют, а количество кислот в семенах заложено генетически.

### **Заключение к главе 6.**

Проведённые опыты свидетельствуют о том, что обработку семян комплексом агрохимикатов способствовала максимальному увеличению всех показателей, характеризующих первые этапы онтогенеза ярового рапса. Комбинация препаратов Микромак, Азотовит и Фосфатовит обеспечила энергию прорастания - 92,1 % у сорта Риф (+11,1% к контролю) и 90,3 % у сорта Форвард (+8,3% к контролю), лабораторная всхожесть составила, соответственно, 97,2 (+10% к контролю) и 96,1% (+9,8% к контролю).

Максимальные показатели по структуре были получены на вариантах, где семена обрабатывали комплексом агрохимикатов Микромак + Азотовит

+Фосфатовит с последующей обработкой растений Рэгги. Прибавка по количеству стручков и боковых побегов по отношению к контролю на данных вариантах у сорта Риф составила 9,7 % и 42,0 %, а у сорта Форвард - 11,5% и 40,0%, соответственно. На искомых делянках посевов прибавка урожая к контролю составляла в среднем 0,39 т/га.

Предпосевная обработка семян и внекорневая подкормка растений ярового рапса положительно повлияли на накопление жира в семенах рапса. Установлено, что обработка семян Микромаком имела больший эффект перед обработкой семян Азотовитом и Фосфатовитом. Семена Рифа обработанные данным препаратом превосходили контроль на 1,7 и 1,1 %, а семена Форварда на 1,5 и 1,1 %, соответственно.

В опыте с изучением сроков посева и обработкой растений агрохимикатами выявлено, что оптимальным сроком посева изучаемой культуры является 2-4 мая, которая за все годы исследований характеризовалась максимальной урожайностью. Наибольшая прибавка, зафиксирована на делянках при данном сроке посева с обработкой растений Нутримикс + Яра Вита Бортрак - 2,61 т/га. Средняя урожайность на данном варианте значительно отличалась от контроля в 95,8% случаев. Следует отметить, что образцы масла, полученные из семян данного варианта характеризовались высокими показателями олеиновой кислоты - 65,2% (на контроле 62,8%).

Первый срок посева (22-24 апреля) обеспечил увеличение масличности семян ярового рапса (41,2-44,1%), но по валовому сбору масла выделился второй срок посева. Максимальными показателями характеризовался вариант Нутримикс + Яра Вита Бортрак, где сбор масла составил 1310,9 кг/га (на 29,9% выше контроля).

## ГЛАВА 7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОГО РАПСА НА СЕМЕНА В ИССЛЕДОВАНИЯХ

Анализ по экономической эффективности при возделывании рапса в наших исследованиях проводилась по основным экономическим показателям – сумме производственных затрат, прибыли и уровню рентабельности.

Ключевую роль при производстве рапса играли затраты, которые формировались с учетом использования технологических карт и нормативов, цены брали по состоянию на сентябрь 2023 года.

В работе представлена технологическая карта по возделыванию рапса ярового на семенные цели с планируемой урожайностью 3,0 т/га, уровнем минерального питания  $N_{75}P_{35}K_{35}$ , которая включала в себя систему защиты растений от сорного компонента, вредных насекомых и возбудителей болезней и оптимальным уровнем оплаты труда (приложение К).

В различных полевых опытах, проводимых по оригинальным схемам и методикам исследования, из базисной технологической карты исключались затраты на неиспользуемые операции и стоимость материалов. На их место вводились затраты на операции, соответствующие изучаемым в опыте факторам и вариантам, а также рассчитанные в соответствии с методиками нормы органических и минеральных удобрений, дозы пестицидов и биологических препаратов и их стоимость. Изменённые значения производственных затрат использовались для дальнейших расчётов показателей экономической эффективности.

Структура производственных затрат при выращивании культуры на масло-семена по базисной технологической карте представлена в таблице 57.

Более трети затрат по технологической карте связаны с затратами на внесение минеральных удобрений, доля которых составляет 34,7 %, а также их стоимость является значительной, которая составляет 28,1 % затрат.

Четвёртая часть затрат была связана с защитой растений - 25,9%, следует отметить, что именно стоимость пестицидов была максимальной, которая составляла 20,3% затрат.

Таблица 57 – Структура производственных затрат при выращивании рапса на маслосемена, руб./га

| Технологическая операция                                     | Затраты   |       |
|--|-----------|-------|
|  | руб./га   | %     |
| 1. Обработка почвы,  | 4682,66   | 17,2  |
| в т.ч. основная (вспашка),                                   | 3148,87   | 11,6  |
| предпосевная,  | 936,45    | 3,4   |
| послепосевная.   | 597,34    | 2,2   |
| 2. Применение системы удобрений,                             | 9434,99   | 34,7  |
| в т.ч. погрузка, перевозка, разгрузка, применение удобрений, | 1784,99   | 6,6   |
| цена удобрений.  | 7650,0    | 28,1  |
| 3. Посев,  | 3341,67   | 12,3  |
| в т.ч. погрузка, перевозка, разгрузка семян и посев,         | 941,67    | 3,5   |
| цена семян.  | 2400,0    | 8,8   |
| 4. Применение системы защиты растений,                       | 7034,15   | 25,9  |
| в т.ч. подвоз воды, пестицидов и обработка агроценозов,      | 1509,15   | 5,6   |
| цена пестицидов.   | 5525,0    | 20,3  |
| 5. Обмолот маслосемян и перевозка на зерноток,               | 2696,39   | 9,9   |
| в т.ч. обмолот,  | 1873,73   | 6,9   |
| перевозка маслосемян.  | 822,66    | 3,0   |
| Итого:   | 27 189,86 | 100,0 |

Высокие расходы были связаны с обработкой почвы, на их долю приходилось 17,2% затрат. Производственные затраты на посев составляли 12,3 %, а на уборку и транспортировку - 9,9%.

Возделывание ярового рапса по технологической карте определило затрат на 1 га 27 189,86 рублей по ценам сентября 2023 года.

#### 7.1. Экономическая эффективность производства семян рапса с комплексным применением дефеката, минеральных и биологических удобрений

В полевом опыте изучали дозу и глубину внесения дефеката и минеральных удобрений, срок внесения дефеката и минеральных удобрений и обработку семян рапса биологическими препаратами.

В технологическую карту не включена стоимость минеральных удобрений и дефеката по различным нормам (приложение Л).

Затраты на эксперимент по вариантам фактора А, заложенным в опыте составили:

а) стоимость дозы дефеката 6,3 т/га - 2898,0 рублей и дозы 12,6 т/га – 5796,0 рублей при цене 460 руб. за тонну дефеката;

б) затраты на приобретение минеральных удобрений на планируемый урожай семян ярового рапса 2,5 и 3,5 т/га.

По схеме данного опыта была рассчитана стоимость вносимых минеральных удобрений, которая составила для аммиачной селитры с ценой 19000,0 руб./т: N<sub>90</sub> - 5035,0 руб (0,265 т/га - количество в опыте), N<sub>140</sub> - 7885,0 руб. (0,415 т/га - количество в опыте). Стоимость суперфосфата с ценой 16000,0 руб./т составила: P<sub>40</sub> - 2560,0руб. (0,16 т/га - количество в опыте), P<sub>70</sub> - 4480,0 руб (0,28 т/га - количество в опыте). Стоимость калийной соли с ценой 20500,0 руб./т составила: K<sub>50</sub> - 1742,5 руб. (0,085 т/га - количество в опыте), K<sub>100</sub> - 3485,0 руб. (0,17 т/га - количество в опыте). Всего стоимость удобрения N<sub>90</sub>P<sub>40</sub>K<sub>50</sub> составила 9337,5 руб., N<sub>140</sub>P<sub>70</sub>K<sub>100</sub> - 15850,0 руб.

Таким образом, затраты на эксперимент по вариантам фактора А составили от 12235,5 до 21646,0 руб.

Отмечено, что различия в производственных затратах отсутствуют при внесении дефеката осенью (вариант В1) или весной (вариант В2), поэтому затраты на эксперимент по фактору В не исчислялись.

Затраты на эксперимент по вариантам фактора С составили: а) протравливание нормы высева 0,006 т/га – 25,14 руб.; б) стоимость препарата БСка-3 64,5 руб. и препарата Экстрасол 52,5 руб. при дозе 4 л/т.

Показатели экономической эффективности по факторам изучаемым в поле-вом опыте представлены в таблице 58.

По фактору А (различные дозы и глубина заделки дефеката и минеральных удобрений на планируемый урожай ярового рапса) производственные затраты по вариантам различались весьма существенно – от 32865,07 руб.

Таблица 58 – Экономическая эффективность в опыте по изучению применения дефеката, минеральных и биологических удобрений

| Фактор А<br>(доза)  | Фактор В<br>(срок) | Фактор С<br>(препарат) | Урожайность,<br>т/га | Затраты,<br>руб/га | Стоимость<br>продукции,<br>руб/га | Прибыль,<br>руб/га | Уровень<br>рентабельности, % |
|---|--------------------|------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------------|
| Вариант А1 –<br>6,3 т/га<br>дефекат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5<br>т/га)    | весна              | Без обработки          | 1,85                 | 32809,3            | 62900,0                           | 30090,7            | 91,7                         |
|   |                    | БСка-3                 | 2,14                 | 32898,9            | 72760,0                           | 39861,1            | 121,2                        |
|   |                    | Экстра-сол             | 1,97                 | 32886,9            | 66980,0                           | 34093,1            | 103,7                        |
|   | осень              | Без обработки          | 2,04                 | 32809,3            | 69360,0                           | 36550,7            | 111,4                        |
|   |                    | БСка-3                 | 2,26                 | 32898,9            | 76840,0                           | 43941,1            | 133,6                        |
|   |                    | Экстра-сол             | 2,13                 | 32886,9            | 72420,0                           | 39533,1            | 120,2                        |
| Вариант А2 –<br>12,6 т/га<br>дефекат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5<br>т/га)   | весна              | Без обработки          | 2,16                 | 35707,3            | 73440,0                           | 37732,7            | 105,7                        |
|   |                    | БСка-3                 | 2,47                 | 35796,9            | 83980,0                           | 48183,1            | 134,6                        |
|   |                    | Экстра-сол             | 2,35                 | 35784,9            | 79900,0                           | 44115,1            | 123,3                        |
|   | осень              | Без обработки          | 2,24                 | 35707,3            | 76160,0                           | 40452,7            | 113,3                        |
|   |                    | БСка-3                 | 2,54                 | 35796,9            | 86360,0                           | 50563,1            | 141,2                        |
|   |                    | Экстра-сол             | 2,43                 | 35784,9            | 82620,0                           | 46835,1            | 130,9                        |
| Вариант А3 –<br>6,3 т/га<br>дефекат<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5<br>т/га)  | весна              | Без обработки          | 2,69                 | 39321,8            | 91460,0                           | 52138,2            | 132,6                        |
|   |                    | БСка-3                 | 3,13                 | 39411,5            | 106420,0                          | 67008,6            | 170,0                        |
|   |                    | Экстра-сол             | 2,86                 | 39399,5            | 97240,0                           | 57840,6            | 146,8                        |
|   | осень              | Без обработки          | 2,83                 | 39321,8            | 96220,0                           | 56898,2            | 144,7                        |
|   |                    | БСка-3                 | 3,21                 | 39411,5            | 109140,0                          | 69728,6            | 176,9                        |
|   |                    | Экстра-сол             | 3,09                 | 39399,5            | 105060,0                          | 65660,6            | 166,7                        |
| Вариант А4 –<br>12,6 т/га<br>дефекат<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5<br>т/га) | весна              | Без обработки          | 2,94                 | 42219,8            | 99960,0                           | 57740,2            | 136,8                        |
|   |                    | БСка-3                 | 3,43                 | 42309,5            | 116620,0                          | 74310,6            | 175,6                        |
|   |                    | Экстра-сол             | 3,21                 | 42297,5            | 109140,0                          | 66842,6            | 158,0                        |
|   | осень              | Без обработки          | 3,08                 | 42219,8            | 104720,0                          | 62500,2            | 148,0                        |
|   |                    | БСка-3                 | 3,53                 | 42309,5            | 120020,0                          | 77710,6            | 183,7                        |
|   |                    | Экстра-сол             | 3,40                 | 42297,5            | 115600,0                          | 73302,6            | 173,3                        |

В среднем на варианте А1 (внесение 6,3 т/га дефеката с заделкой на глубину 10 см и  $N_{90}P_{40}K_{50}$  на планируемый урожай 2,5 т/га) до 42275,60 руб., на варианте А4 (внесение 12,6 т/га дефеката с заделкой на глубину 20 см и  $N_{140}P_{70}K_{100}$  на планируемый урожай 3,5 т/га) или на 28,6 %; отличия же в значениях уровня рентабельности много меньше.

Если различия между вариантами А1 (внесение 6,3 т/га дефеката с заделкой на глубину 10 см) и А2 (внесение 12,6 т/га дефеката с заделкой на глубину 20 см), оба на планируемый урожай ярового рапса 2,5 т/га, по среднему показателю уровня рентабельности отличались значительно: 113,6 % и 124,8 %, то между вариантами А3 и А4 (внесение различных доз дефеката и NPK на планируемый урожай ярового рапса 3,5 т/га) эти же показатели отличались гораздо меньше – 156,3 % и 162,6 %.

Таким образом, при планировании повышенного уровня продуктивности семян рапса 3,5 т/га на высоком фоне минерального питания  $N_{140}P_{70}K_{100}$ , удвоение дозы дефеката с 6,3 до 12,6 т/га и увеличение глубины его заделки с 10 до 20 см хотя и приводит к среднему приросту урожайности на 0,3 т/га, но дополнительные затраты лишь компенсируются стоимостью прибавки урожая, не приводя к существенному росту уровня рентабельности.

По фактору В (срок заделки дефеката) на вариантах нет отличий в показателях общих производственных затрат, и разница в уровнях рентабельности зависит только от роста урожайности ярового рапса в результате внесения удобрения осенью (вариант В2) по сравнению с контрольным вариантом В1 (весеннее внесение).

Уровень рентабельности на варианте В1 в среднем по опыту составил 133,3 %; на варианте В2 – 145,3 %, разница – 12,0 п.п. (9,0 %) достаточно существенна.

По фактору С (обработка семян ярового рапса различными препаратами) различия в показателях уровня рентабельности ещё значительнее, чем по фактору В. Так, обработка семян препаратом БСка-3 (вариант С2) даёт в среднем по опыту уровень рентабельности 154,6 %; препаратом Экстрасол (вариант С3) – 140,4 %.

Увеличение уровня рентабельности в сравнении с контролем В1 (без обработки), равным 123,0 %, по вариантам фактора С составило: С2 (обработка БСка-3) 31,6 п.п. (25,7 %) и С3 (обработка Экстрасолом) 17,4 п.п. (14,1 %).

В заключении необходимо отметить, что лучшими сочетаниями вариантов по факторам, изучаемым в полевом опыте, обеспечивающими самый высокий уровень рентабельности являются А3В2С2 – 176,9 % и А4В2С2 – 183,7 %, т.е. внесение 6,3 т/га дефеката с заделкой его на глубину 10 см (А3) и внесение 12,6 т/га дефеката с заделкой на глубину 20 см (А4) и  $N_{140}P_{70}K_{100}$  на планируемый урожай семян рапса 3,5 т/га осенью (В2) в сочетании с обработкой семян ярового рапса перед посевом препаратом БСка-3 (С2).

## 7.2. Экономическая эффективность с применением компостов на основе отходов грибоводства в комплексе с удобрениями

Опыт по изучению влияния различных видов компоста (фактор А), доз азотных удобрений (фактор В) и биологических препаратов (фактор С) на урожайность ярового рапса был трёхфакторным. В полевом опыте из минеральных удобрений использовались только азотные (аммиачная селитра), поэтому в технологическую карту не была включена стоимость минеральных удобрений (приложение М). По фактору А затраты на приобретение и внесение различных видов компоста были одинаковыми и были включены в технологическую карту.

Затраты на эксперимент по фактору В (внесение разных доз азотных удобрений на планируемый урожай) дополнительные затраты на внесённые нормы аммиачной селитры составили: В2 ( $N_{15}$  на планируемый урожай 2,5 т/га ярового рапса) – 950,0 руб.; В3 ( $N_{70}$  на планируемый урожай 3,0 т/га) – 3990,0 руб. и В4 ( $N_{125}$  на планируемый урожай 3,5 т/га) – 7030,0 руб. (таблица 59).

По фактору С (обработка посевов ярового рапса различными биологическими препаратами) затраты на приобретение и обработку препаратом Полишанс (вариант С2) составили 1183,3 руб. и препаратом Полидон Био Масличный (вариант С3) – 1611,3 руб.

Таблица 59 – Экономическая эффективность в опыте с применением компостов в комплексе с минеральными удобрениями

| Фактор А<br>(вид компоста)                        | Фактор В<br>(доза азота) | Фактор С<br>(обработка посевов) | Урожайность,<br>т/га | Затраты,<br>руб/га | Стоимость<br>продукции,<br>руб/га | Прибыль,<br>руб/га | Уровень<br>рентабельности,<br>% |
|---|--------------------------|---------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| 30 т/га<br>свежего<br>компоста                    | Без N                    | Без обработки                   | 1,64                 | 29853,7            | 55760,0                           | 25906,2            | 86,8                            |
|   |                          | Полишанс                        | 2,16                 | 31037,1            | 73440,0                           | 42402,9            | 136,6                           |
|   |                          | Полидон Био                     | 2,35                 | 31465,1            | 79900,0                           | 48434,9            | 153,9                           |
|   | N <sub>15</sub>          | Без обработки                   | 2,04                 | 31211,8            | 69360,0                           | 38148,2            | 122,2                           |
|   |                          | Полишанс                        | 2,54                 | 32395,1            | 86360,0                           | 53964,9            | 166,6                           |
|   |                          | Полидон Био                     | 2,72                 | 32823,1            | 92480,0                           | 59656,9            | 181,8                           |
|   | N <sub>70</sub>          | Без обработки                   | 2,63                 | 34251,8            | 89420,0                           | 55168,2            | 161,1                           |
|   |                          | Полишанс                        | 2,99                 | 35435,1            | 101660,0                          | 66224,9            | 186,9                           |
|   |                          | Полидон Био                     | 3,15                 | 35863,1            | 107100,0                          | 71236,9            | 198,6                           |
|   | N <sub>125</sub>         | Без обработки                   | 3,00                 | 37291,8            | 102000,0                          | 64708,2            | 173,5                           |
|   |                          | Полишанс                        | 3,50                 | 38475,1            | 119000,0                          | 80524,9            | 207,0                           |
|   |                          | Полидон Био                     | 3,71                 | 38903,1            | 126140,0                          | 87236,9            | 224,2                           |
| 30 т/га вы-<br>держанно-<br>го (1год)<br>компоста | Без N                    | Без обработки                   | 1,32                 | 29853,8            | 44880,0                           | 15026,2            | 45,4                            |
|   |                          | Полишанс                        | 1,84                 | 31037,1            | 62560,0                           | 31522,9            | 101,6                           |
|   |                          | Полидон Био                     | 2,00                 | 31465,1            | 68000,0                           | 36534,9            | 116,1                           |
|   | N <sub>15</sub>          | Без обработки                   | 1,79                 | 31211,8            | 60860,0                           | 29648,2            | 95,0                            |
|   |                          | Полишанс                        | 2,15                 | 32395,1            | 73100,0                           | 40704,9            | 125,7                           |
|   |                          | Полидон Био                     | 2,28                 | 32823,1            | 77520,0                           | 44696,9            | 136,2                           |
|   | N <sub>70</sub>          | Без обработки                   | 2,16                 | 34251,8            | 73440,0                           | 39188,2            | 114,4                           |
|   |                          | Полишанс                        | 2,79                 | 35435,1            | 94860,0                           | 59424,9            | 167,7                           |
|   |                          | Полидон Био                     | 2,94                 | 35863,1            | 99960,0                           | 64096,9            | 178,7                           |
|   | N <sub>125</sub>         | Без обработки                   | 2,73                 | 37291,8            | 92820,0                           | 55528,2            | 148,9                           |
|   |                          | Полишанс                        | 3,14                 | 38475,1            | 106760,0                          | 68284,9            | 177,5                           |
|   |                          | Полидон Био                     | 3,32                 | 38903,1            | 112880,0                          | 73976,9            | 190,2                           |

Рассмотрим показатели экономической эффективности в трёхфакторном полевом опыте по изученным факторам, а затем выявим лучшее сочетание вариантов в целом по опыту. По фактору А (внесение различных видов компоста) средний уровень рентабельности по вариантам отличался весьма существенно – 166,6 % на варианте А1 (внесение 30 т/га свежего компоста) и 131,1 % на варианте А2 (внесение 30 т/га выдержанного в течение 1 года компоста); разница составляет 35,5 п.п. (27,1 %). По фактору В (внесение разных доз азотных удобрений на планируемый урожай ярового рапса) лучшим ожидаемо стал вариант А4 (внесение  $N_{125}$ ), где, несмотря на большие затраты при внесении высокой дозы азота, получен максимальный средний уровень рентабельности 186,9 %, превышающий контроль В1 (без удобрения) на 80,2 п.п. (75,2 %). На варианте В4 получена и самая высокая в опыте средняя урожайность ярового рапса 3,23 т/га, превышающая контрольную по варианту В1 на 1,34 т/га (70,9 %) и обеспечившая лучший показатель экономической эффективности. По фактору С (обработка посевов ярового рапса различными биологическими препаратами) наиболее экономически эффективным стал препарат Полидон Био Масличный, показавший средний уровень рентабельности 172,5 % и превышающий контроль С1 (без обработки) на 54,1 п.п. (45,7 %) и вариант В2 (обработка препаратом Полишанс) на 13,8 п.п. (8,7%).

Лучшими сочетаниями вариантов в трёхфакторном полевом опыте, показавшими значение уровня рентабельности, превышающее 200 %, стали варианты с внесением 30 т/га свежего компоста и  $N_{125}$  в сочетании с обработкой посевов препаратами Полишанс (средний уровень рентабельности 207,0 %) и Полидон Био Масличный (средний уровень рентабельности 224,2 %).

### 7.3. Экономическая эффективность производства семян рапса с использованием доз органического удобрения в комплексе с цеолитом

В данном полевом опыте изучалось влияние разных норм органоминерального удобрения на семенную продуктивность масличной культуры.

Анализ экспериментальных данных позволил установить, что качество семян ярового рапса на контрольном варианте, где не применялся ферментированный компост в качестве органоминерального удобрения, было значительно ниже, чем на других участках, что как следствие отразилось на экономических показателях. Поэтому, цена 1 тонны семян ярового рапса была снижена с 34 тыс. руб. до 30 тыс. руб. Таким образом, на контроле уровень рентабельности составил 204,6 %. Цена семян ярового рапса на контроле 30 тыс. руб./т, на прочих вариантах – 34 тыс. руб./т.

Лучшим из изученных в опыте вариантов по показателям экономической эффективности оказался наиболее интенсивный, где для получения планируемого урожая 3,5 т/га вносилось 29,5 т/га ферментированного компоста – уровень рентабельности 235,3 %; разница с контролем составила 49,1 п.п. (24,0 %). Немногим указанному выше уступает вариант, рассчитанный на планируемый урожай семян ярового рапса 3,0 т/га с внесением 24,0 т/га ферментируемого компоста – уровень рентабельности 244,5 % (таблица 60).

Таблица 60 – Экономическая эффективность в опыте по применению органоминерального удобрения

| Вариант   | Урожайность, ц/га | Затраты, руб/га | Стоимость продукции, руб/га | Прибыль, руб/га | Уровень рентабельности, % |
|---|-------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|---------------------------|
| 1. Контроль   | 1,91              | 18812,7         | 57300,0                     | 38486,3         | 204,6                     |
| 2. Ферментированный компост 18,5 т/га                   | 2,25              | 24632,9         | 76500,0                     | 51867,1         | 210,6                     |
| 3. Ферментированный компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,53              | 25980,5         | 86020,0                     | 60039,5         | 231,1                     |
| 4. Ферментированный компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,81              | 27697,5         | 95540,0                     | 67842,5         | 244,9                     |
| 5. Ферментированный компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 3,06              | 29414,5         | 104040,0                    | 76625,5         | 253,7                     |

Таким образом, доказана эффективность внесения высоких доз ферментированного компоста с обязательным включением 4,5 т/га природного цеолита, поскольку на варианте без него отмечен относительно небольшой уровень рента-

бельности 210,6 %, немногим превышающий контроль. Разница в показателях уровня рентабельности между вариантами с цеолитом и без него составила 20,5 п.п. (9,7 %), что является существенным и экономически оправдывает применение предлагаемого вида органоминерального удобрения при выращивании рапса на семенные цели.

#### 7.4. Экономическая эффективность производства семян рапса с использованием агрохимикатов

В данном трёхфакторном полевом опыте изучалась зависимость урожайности ярового рапса сортов Риф и Форвард (фактор А) от применения комплексного микроудобрения Микромак и микробиологических препаратов Азотовит и Фосфатовит в различных сочетаниях (фактор В), а также регулятора роста Рэгги (фактор С).

По базисной технологической карте производственные затраты на 1 га составили 27 189,86 руб. Результаты расчётов экономической эффективности представлены в таблице 61.

По схеме опыта были рассчитаны и внесены в сумму производственных затрат показатели стоимости используемых препаратов и затрат на их внесение по вариантам фактора В – на варианте В2 (предпосевная обработка семян ярового рапса микроудобрением Микромак) – 30,18 руб.; на варианте В3 (предпосевная обработка семян ярового рапса микробиологическими препаратами Азотовит и Фосфатовит) – 36,66 руб. и на варианте А4 (предпосевная обработка семян ярового рапса микроудобрением Микромак и микробиологическими препаратами Азотовит и Фосфатовит) – 41,70 руб. По варианту С2 (обработка вегетирующих растений рапса регулятором роста Рэгги) затраты на эксперимент составили 991,65 руб.

Доказано более экономически эффективное возделывание ярового рапса сорта Форвард (вариант А2), чем возделывание сорта Риф. Наряду с более высокой урожайностью сорта Форвард (средняя по опыту 2,4 т/га) по сравнению с

урожаемостью сорта Риф (средняя по опыту 2,19 т/га) и уровень рентабельности по сорту Форвард в среднем по опыту составляет 194,0 % против 169,1 % по сорту Риф, что даёт превышение 24,9 п.п. (14.7 %), которое является существенным.

Таблица 61 – Экономическая эффективность в полевом опыте по повышению продуктивности ярового рапса на основе применения агрохимикатов

| Фактор А (сорт)                  | Фактор В (обработка семян)       | Фактор С (обработка растений) | Урожайность, т/га | Затраты, руб/га | Стоимость продукции, руб/га | Прибыль, руб/га | Уровень рентабельности, % |       |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|---------------------------|-------|
| Риф                              | Контроль (без обработки)         | Без обработки                 | 1,94              | 27189,9         | 65960,0                     | 38770,1         | 142,6                     |       |
|                                  |                                  | РЭГГИ                         | 2,19              | 28181,5         | 74460,0                     | 46278,5         | 164,2                     |       |
|                                  | Микромак                         | Без обработки                 | 2,17              | 27220,0         | 73780,0                     | 46559,9         | 171,1                     |       |
|                                  |                                  | РЭГГИ                         | 2,28              | 28211,3         | 77520,0                     | 49308,7         | 174,8                     |       |
|                                  | Азотовит + Фосфатовит            | Без обработки                 | 2,17              | 27226,5         | 73780,0                     | 46553,5         | 171,0                     |       |
|                                  |                                  | РЭГГИ                         | 2,25              | 28218,2         | 76500,0                     | 48281,8         | 171,1                     |       |
|                                  | Микромак + Азотовит + Фосфатовит | Без обработки                 | 2,22              | 27231,3         | 75480,0                     | 48248,7         | 177,2                     |       |
|                                  |                                  | РЭГГИ                         | 2,33              | 28223,2         | 79220,0                     | 50996,8         | 180,7                     |       |
|                                  | Форвард                          | Без обработки                 | Без обработки     | 2,14            | 27189,9                     | 72760,0         | 45370,1                   | 167,6 |
|                                  |                                  |                               | РЭГГИ             | 2,40            | 28181,5                     | 81600,0         | 53418,5                   | 189,5 |
|                                  |                                  | Микромак                      | Без обработки     | 2,39            | 27220,0                     | 81260,0         | 54039,9                   | 198,5 |
|                                  |                                  |                               | РЭГГИ             | 2,49            | 28211,3                     | 84660,0         | 56448,7                   | 200,1 |
| Азотовит + Фосфатовит            |                                  | Без обработки                 | 2,36              | 27226,5         | 80240,0                     | 53013,5         | 194,4                     |       |
|                                  |                                  | РЭГГИ                         | 2,44              | 28218,2         | 82960,0                     | 54741,8         | 194,0                     |       |
| Микромак + Азотовит + Фосфатовит |                                  | Без обработки                 | 2,43              | 27231,3         | 82620,0                     | 55388,7         | 203,4                     |       |
|                                  |                                  | РЭГГИ                         | 2,53              | 28223,2         | 86020,0                     | 57796,8         | 204,8                     |       |

По фактору В (применение микроудобрения и микробиологических препаратов) наиболее экономически эффективен вариант В4 (комплексное применение трёх препаратов Микромак, Азотовит и Фосфатовит) – средний по опыту уровень

рентабельности здесь составляет 191,5 %, что превышает контроль В1 (без внесения) на 25,5 п.п. (15,4 %). Разница в показателях экономической эффективности по вариантам В2 (обработка семян микроудобрением Микромак) и В3 (обработка семян ярового рапса микробиологическими препаратами Азотовит и Фосфатовит) незначительна – 3,5 п.п. (1,9 %). В сравнении же с контролем В1 (без обработки, уровень рентабельности 166,0 %), эти варианты дают существенную прибавку показателя – 20,1 п.п. (12,1 %) и 16,6 п.п. (8,1 %), соответственно.

Вариант С2 (обработка вегетирующих растений регулятором роста Рэгги) в сравнении с контролем С1 (без обработки) показал самый незначительный прирост уровня рентабельности – 6,7 п.п. (3,8 %) – в среднем по опыту с 178,2 5 до 184,9 %.

Лучшим сочетанием изучаемых в опыте вариантов является обработка семян рапса сорта Форвард перед посевом микроудобрением Микромак и микробиологическими препаратами Азотовит и Фосфатовит и обработка вегетирующих растений рапса регулятором роста Рэгги. При такой технологии в опыте получен наивысший показатель уровня рентабельности 204,8 %.

#### 7.5. Экономическая эффективность производства семян рапса в зависимости от сроков посева и обработок агрохимикатами

В двухфакторном полевом опыте изучалось влияние различных сроков посева ярового рапса (фактор А) и внекорневой обработки растений различными сочетаниями комплексными водорастворимыми агрохимикатами (фактор В) на урожайность ярового рапса.

Если по фактору А (срок посева) производственные затраты на вариантах были одинаковыми и равнялись сумме затрат по технологической карте, то по фактору В к этим затратам добавились затраты на эксперимент – цена препаратов и затраты на двукратное опрыскивание ими посевов ярового рапса. На момент использования цена препаратов составила: Яра Вита Бортрак 380 руб./л, Яра Вита Брасситрел 570 руб./кг, Нутримикс 70 руб./кг и затраты на опрыскивание посевов

– 355,65 руб./га. Качество семян ярового рапса позволило реализовать полученный урожай по цене 34 тыс. руб. за 1 тонну.

Результаты экономической эффективности в полевом опыте, представленные в таблице 62.

Таблица 62 – Экономическая эффективность в полевом опыте в зависимости от сроков посева и обработок растений

| Фактор А<br>(срок посева) | Фактор В<br>(обработка)                   | Урожайность,<br>ц/га | Затраты,<br>руб/га | Стоимость<br>продукции,<br>руб/га | Прибыль,<br>руб/га | Уровень<br>рентабельности,<br>% |
|---------------------------|---|----------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| III декада<br>апреля      | Без обработки                             | 2,28                 | 27189,9            | 77520,0                           | 50330,1            | 185,1                           |
|                           | Яра Вита Брасситрел                       | 2,38                 | 30181,2            | 80920,0                           | 50738,8            | 168,1                           |
|                           | Яра Вита Брасситрел +<br>Яра Вита Бортрак | 2,70                 | 33172,5            | 91800,0                           | 58627,5            | 176,7                           |
|                           | Нутримикс                                 | 2,64                 | 28181,2            | 89760,0                           | 61578,8            | 218,5                           |
|                           | Нутримикс + Яра Вита<br>Бортрак           | 2,89                 | 31172,5            | 98260,0                           | 67087,5            | 215,5                           |
| I декада<br>мая           | Без обработки                             | 2,46                 | 27189,9            | 83640,0                           | 56450,1            | 207,6                           |
|                           | Яра Вита Брасситрел                       | 2,63                 | 30181,2            | 89420,0                           | 59238,8            | 196,3                           |
|                           | Яра Вита Брасситрел +<br>Яра Вита Бортрак | 2,88                 | 33172,5            | 97920,0                           | 64747,5            | 195,2                           |
|                           | Нутримикс                                 | 2,79                 | 28181,2            | 94860,0                           | 66678,8            | 236,6                           |
|                           | Нутримикс + Яра Вита<br>Бортрак           | 3,07                 | 31172,5            | 104380,0                          | 73207,5            | 234,8                           |
| II декада<br>мая          | Без обработки                             | 2,20                 | 27189,9            | 74800,0                           | 47610,1            | 175,1                           |
|                           | Яра Вита Брасситрел                       | 2,33                 | 30181,2            | 79220,0                           | 49038,8            | 162,5                           |
|                           | Яра Вита Брасситрел +<br>Яра Вита Бортрак | 2,66                 | 33172,5            | 90440,0                           | 57267,5            | 172,6                           |
|                           | Нутримикс                                 | 2,57                 | 28181,2            | 87380,0                           | 59198,8            | 210,1                           |
|                           | Нутримикс + Яра Вита<br>Бортрак           | 2,85                 | 31172,5            | 96900,0                           | 65727,5            | 210,9                           |

По фактору А (срок посева ярового рапса) наиболее экономически эффективным является вариант А2 (посев 2-4 мая), где отмечен наивысший средний уровень рентабельности 214,1 %. Более ранний срок посева 22-24 апреля приводит к снижению этого показателя на 21,3 п.п. (9,95 %); затягивание с посевом ярового рапса до 12-14 мая ещё более снижает средний уровень рентабельности – до 186,2 %, разница 27,9 п.п. (13,0 %).

По фактору В (обработка посевов различными микроудобрениями) наивысший показатель экономической эффективности получен на варианте В4

(обработка препаратом Нутримикс) - средний по опыту уровень рентабельности составил 221,7 %.

Следует отметить, что высокий уровень рентабельности здесь достигнут за счёт низкой цены препарата Нутримикс – стоимость нормы 2 кг/га составляет всего 140 руб., тогда как стоимость нормы препаратов Яра Вита Бортрак и Яра Вита Брасситрел превышает указанную выше более чем в 8 раз – 1140 руб.

Поэтому добавление к Нутримиксу препарата Яра Вита Бортрак (вариант В5) хотя и приводит к получению самой высокой средней по опыту урожайности ярового рапса 2,94 т/га, но прибавка урожая 0,27 т/га не компенсирует в полной мере затрат на применение дорогого препарата Яра Вита Бортрак.

Таким образом, лучшим сочетанием вариантов по показателям экономической эффективности является посев ярового рапса в оптимальный срок 2-4 мая с последующей двукратной обработкой вегетирующих растений микроудобрением Нутримикс, что даёт наивысший уровень рентабельности 236,6 %.

#### 7.6. Энергетическая оценка выращивания ярового рапса на семена в исследованиях

Исследования направленные на определение энергетической эффективности выращивания ярового рапса на семена проводились по основным показателям – выходу энергии с урожаем основной продукции; совокупной энергии, израсходованной на возделывание сельскохозяйственной культуры (затраты техногенной энергии) и коэффициенту энергетической эффективности.

$E = Q_p/Q$ , где  $E$  - коэффициент энергетической эффективности;  $Q_p$  – энергия, накопленная урожаем основной продукции, МДж/га;  $Q$  - затраты техногенной энергии, МДж/га.

Энергия, накопленная урожаем основной продукции (хозяйственно-ценной частью урожая) определяется как произведение урожайности  $У$  (т/га) на биохимическую энергию единицы урожая (энергосодержание). Для ярового рапса энергосодержание принято как 18500 МДж/т.

Затраты техногенной энергии при выращивании ярового рапса на семена определялись по приёмам и материальным средствам, содержащимся в базисной технологической карте, нормативам, применяемым в сельскохозяйственном производстве и энергетическим эквивалентам по следующим статьям: затраты энергии на производство тракторов, сельскохозяйственных машин и автомобилей ( $Q_1$ ); затраты совокупной энергии, вложенные трудовыми ресурсами ( $Q_2$ ); затраты энергии на все виды горюче-смазочных материалов ( $Q_3$ ); затраты энергии на производство удобрений ( $Q_4$ ); затраты энергии на производство пестицидов ( $Q_5$ ); затраты электроэнергии ( $Q_6$ ); затраты энергии с посевным материалом ( $Q_7$ ).

Структура затрат техногенной энергии при выращивании ярового рапса на семенные цели по означенным статьям представлена в таблице 63.

Таблица 63 – Структура затрат техногенной энергии при выращивании рапса на семена

| № п.п. | Затраты энергии в разрезе             | МДж/га   | %     |
|--------|---------------------------------------|----------|-------|
| 1.     | Техника, всего                        | 1169,15  | 9,58  |
| 2.     | Использование рабочей силы            | 3,14     | 0,03  |
| 3.     | ГСМ, всего                            | 3897,36  | 31,93 |
|        | а) при работе тракторов               | 3177,81  | 26,04 |
|        | б) при работе комбайнов               | 474,30   | 3,89  |
|        | в) при автоперевозках                 | 245,25   | 2,01  |
| 4.     | Внесение минеральных удобрений, всего | 6891,0   | 56,46 |
|        | а) из них азотных                     | 6000,0   | 49,76 |
|        | б) из них фосфорных                   | 483,0    | 3,98  |
|        | в) из них калийных                    | 308,0    | 2,72  |
| 5.     | Пестициды, всего                      | 120,07   | 0,98  |
|        | а) гербициды                          | 31,63    | 0,26  |
|        | б) инсектициды                        | 27,38    | 0,22  |
|        | в) фунгициды                          | 61,06    | 0,50  |
| 6.     | Электрическая энергия                 | 0,18     | 0,001 |
| 7.     | Посевной семенной материал            | 124,26   | 1,02  |
|        | Всего                                 | 12205,16 | 100,0 |

Анализ энергозатрат при выращивании рапса на семенные цели демонстрирует, что максимальная доля затрат по энергии приходится на минеральные удобрения (56,46 %). Затраты на топливо составили 31,93 %, а на технику 9,58 %.

В полевых опытах, проводимых по различным схемам и методикам, из общей суммы затрат техногенной энергии исключались затраты на неиспользуемые технологические приёмы и материальные средства. На их место вводились энергозатраты на операции, предусмотренные используемыми в опыте методиками, а также рассчитанные нормы органических и минеральных удобрений, дозы пестицидов и биологических препаратов и их энергетические эквиваленты.

Изменённые значения затрат техногенной энергии использовались для дальнейших расчётов коэффициентов энергетической эффективности.

#### 7.6.1. Энергетическая эффективность выращивания ярового рапса при использовании дефеката, минеральных и биологических удобрений

Из общей суммы затрат техногенной энергии были исключены затраты на основную обработку почвы, производство минеральных удобрений по норме  $N_{75}P_{35}K_{35}$ . Осталось техногенных затрат 3806,88 МДж/га.

Затраты техногенной энергии на эксперимент по вариантам фактора А в опыте составили: 1) при дозе дефеката 6,3 т/га - 2646,0 МДж/га и дозе 12,6 т/га – 5292,0 МДж/га; 2) затраты на внесение и заделку дефеката в почву на глубину 10 см – 127,99 МДж/га и на глубину 20 см – 472,23 МДж/га; 3) затраты связанные с внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность семян культуры 2,5 т/га с нормой  $N_{90}P_{40}K_{50}$  – 8192,0 МДж/га и на планируемый урожай семян ярового рапса 3,5 т/га с нормой  $N_{140}P_{70}K_{100}$  – 13046 МДж/га.

Таким образом, затраты техногенной энергии на вариантах по фактору А составили: А1 – 10965,99 МДж/га; А2 – 13956,23 МДж/га; А3 – 15819,99 МДж/га и А4 – 18780,23 МДж/га.

Разницы в затратах техногенной энергии между вариантами по фактору В (срок внесения дефеката) не было.

Затраты техногенной энергии на протравливание нормы высева 0,006 т/га по вариантам фактора С составили: С2 (препарат БСка-3) - 6,54 МДж/га и С3 (препарат Эстрасол) – 4,91 МДж/га при дозе 4 л/т.

Значения коэффициента энергетической эффективности в полевом опыте по вариантам изменялись незначительно – от 2,25 до 3,02.

Разница между вариантами внутри факторов составляла до 8,1 % по фактору А; 5,5 % по фактору В и до 14,3 % по фактору С.

По фактору А (различные дозы и глубина заделки дефеката и минеральных удобрений на планируемый урожай ярового рапса) наивысший коэффициент энергетической эффективности 2,8 отмечен на варианте А3 (внесение 6,3 т/га дефеката с заделкой на глубину 10 см и  $N_{140}P_{70}K_{100}$  на планируемый урожай 3,5 т/га) (таблица 64).

Увеличение дозы дефеката до 12,6 т/га и глубины заделки в почву до 20 см (вариант А4) показывает коэффициент энергетической эффективности 2,67 в среднем по опыту 1, т.е. увеличение параметров означенных выше приёмов ведёт к увеличению энергетических затрат на 15,1 % (с 19632,69 МДж/га до 22590,92 МДж/га), но не приводит к соответствующему росту урожайности ярового рапса и, следовательно, энергии, накопленной хозяйственно-ценной частью урожая – средняя прибавка урожая лишь 0,3 т/га (10,1 %) и 5550 МДж/га.

При планировании урожайности 2,5 т/га семян ярового рапса (варианты 1 и 2) отмеченная выше закономерность подтверждается: на варианте А1 (внесение 6,3 т/га дефеката с заделкой на глубину 10 см и  $N_{90}P_{40}K_{50}$ ) коэффициент энергетической эффективности составляет в среднем по опыту 2,59 против 2,46 на варианте А2 (внесение 12,6 т/га дефеката с заделкой на глубину 20 см и  $N_{90}P_{40}K_{50}$ ).

По фактору В (срок внесения дефеката) разница между средними по опыту коэффициентами энергетической эффективности по вариантам составляет 0,14 (5,5 %) и, судя по этому показателю, осеннее внесение дефеката (вариант В2) эффективнее весеннего (вариант В1) - коэффициенты энергетической эффективности 2,56 и 2,70 соответственно.

Таблица 64 – Энергетическая эффективность выращивания ярового рапса при использовании дефеката, минеральных и биологических удобрений

| Фактор А (доза)   | Фактор В (срок) | Фактор С (препарат) | Урожайность, т/га | Выход энергии с урожаем, МДж /га | Затраты техногенной энергии, МДж/га | Коэффициент энергетической эффективности |
|---|-----------------|---------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Вариант А1<br>–<br>6,3 т/га де-<br>фекат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(10 см; 2,5 т/га)              | весна           | Без обра-<br>ботки  | 1,85              | 34225,0                          | 14772,87                            | 2,32                                     |
|   |                 | БСка-3              | 2,14              | 39590,0                          | 14779,41                            | 2,68                                     |
|   |                 | Экстрасол           | 1,97              | 36445,0                          | 14777,78                            | 2,47                                     |
|   | осень           | Без обра-<br>ботки  | 2,04              | 37740,0                          | 14772,87                            | 2,55                                     |
|   |                 | БСка-3              | 2,26              | 41810,0                          | 14779,41                            | 2,83                                     |
|   |                 | Экстрасол           | 2,13              | 39405,0                          | 14777,78                            | 2,67                                     |
| Вариант А2<br>–<br>12,6 т/га де-<br>фекат<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>(20 см; 2,5 т/га)             | весна           | Без обра-<br>ботки  | 2,16              | 39960,0                          | 17763,11                            | 2,25                                     |
|   |                 | БСка-3              | 2,47              | 45695,0                          | 17769,65                            | 2,57                                     |
|   |                 | Экстрасол           | 2,35              | 43475,0                          | 17768,02                            | 2,45                                     |
|   | осень           | Без обра-<br>ботки  | 2,24              | 41440,0                          | 17763,11                            | 2,33                                     |
|   |                 | БСка-3              | 2,54              | 46990,0                          | 17769,65                            | 2,64                                     |
|   |                 | Экстрасол           | 2,43              | 44955,0                          | 17768,02                            | 2,53                                     |
| Вариант А3<br>–<br>6,3 3,02т/га де-<br>фекат 2,91 т<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(10 см; 3,5 т/га) | весна           | Без обра-<br>ботки  | 2,69              | 49765,0                          | 19628,87                            | 2,54                                     |
|   |                 | БСка-3              | 3,13              | 57905,0                          | 19635,41                            | 2,95                                     |
|   |                 | Экстрасол           | 2,86              | 52910,0                          | 19633,78                            | 2,69                                     |
|   | осень           | Без обра-<br>ботки  | 2,83              | 52355,0                          | 19628,87                            | 2,67                                     |
|   |                 | БСка-3              | 3,21              | 59385,0                          | 19635,41                            | 3,02                                     |
|   |                 | Экстрасол           | 3,09              | 57165,0                          | 19633,78                            | 2,91                                     |
| Вариант А4<br>–<br>12,6 т/га де-<br>фекат<br>N <sub>140</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>(20 см; 3,5 т/га)           | весна           | Без обра-<br>ботки  | 2,94              | 54390,0                          | 22587,11                            | 2,41                                     |
|   |                 | БСка-3              | 3,43              | 63455,0                          | 22593,65                            | 2,81                                     |
|   |                 | Экстрасол           | 3,21              | 59385,0                          | 22592,02                            | 2,63                                     |
|   | осень           | Без обра-<br>ботки  | 3,08              | 56980,0                          | 22587,11                            | 2,52                                     |
|   |                 | БСка-3              | 3,53              | 65305,0                          | 22593,65                            | 2,89                                     |
|   |                 | Экстрасол           | 3,40              | 62900,0                          | 22592,02                            | 2,78                                     |

По фактору С (обработка семян рапса различными препаратами) лучшим по энергетической эффективности является вариант С2 (обработка препаратом БСка-3) – средний коэффициент 2,80; вариант С3 (обработка препаратом Экстрасол) менее энергетически эффективен – средний коэффициент 2,64 при контрольном

значении 2,45 (вариант С1 – без обработки). Разница между показателями составляет здесь в сравнении с контролем 0,35 (14,3 %) по варианту С2 и 0,19 (7,8 %) по варианту С3.

Лучшим сочетанием вариантов, изученных в полевом опыте, по энергетической эффективности является АЗВ2С2 – осеннее внесение 6,3 т/га дефеката с заделкой на глубину 20 см и  $N_{140}P_{70}K_{100}$  на планируемый урожай 2,5 т/га в сочетании с обработкой семян ярового рапса препаратом БСка-3.

Только здесь коэффициент энергетической эффективности превышает 3 единицы и составляет 3,02. Немного уступает указанному выше сочетанию факторов весеннее внесение тех же доз дефеката и минеральных удобрений (АЗВ1С2) - коэффициент энергетической эффективности 2,95.

#### 7.6.2. Энергетическая эффективность выращивания ярового рапса при применении компостов в комплексе с удобрениями

В опыте использовались минеральные удобрения, а именно азотные (аммиачная селитра), поэтому перед началом расчётов показателей энергетической эффективности из общей суммы затрат техногенной энергии, соответствующей базисной технологической карте, были исключены затраты на производство и применение минеральных удобрений 6950,6 МДж/га. Всего техногенных затрат осталось 5254,16 МДж/га.

Затраты техногенной энергии по варианту А1 (внесение 30 т/га свежего компоста) рассчитывали исходя из вносимой дозы, энергетического эквивалента 1500 МДж/т и коэффициента использования элементов питания и энергии в первый год внесения 40 %, получив, таким образом, сумму затрат 18000 МДж/га.

По варианту А2 (внесение 30 т/га выдержанного в течение 1 года компоста) затраты техногенной энергии составили 17100 МДж/га, поскольку в течение года было отмечено до 5,0 % потерь питательных веществ и энергии, и энергетический эквивалент уменьшился до 1425 МДж/т.

По фактору В (внесение удобрений на планируемый урожай) энергетические затраты на внесённые нормы аммиачной селитры при энергетическом эквиваленте 80 МДж/кг д.в. составили: В2 (N<sub>15</sub> на планируемый урожай 2,5 т/га ярового рапса) – 1200,0 МДж/га; В3 (N<sub>70</sub> на планируемый урожай 3,0 т/га) – 5600,0 МДж/га и В4 (N<sub>125</sub> на планируемый урожай 3,5 т/га) – 10000 МДж/га.

По фактору С (обработка посевов ярового рапса) затраты техногенной энергии на производство и применение препарата Полишанс (вариант С2) составили 123,0 МДж/га и препарата Полидон Био Масличный (вариант С3) – 226,56 МДж/га.

Установлено, что все факторы опыта увеличивали энергетическую эффективность. Показатели экономической эффективности в полевом опыте представлены в таблице 65.

Как показывает анализ представленных данных, наиболее энергетически эффективным является применение следующих вариантов по изученным факторам: по фактору А - внесение 30 т/га свежего компоста (А1); по фактору В – внесение азота с нормой N<sub>125</sub> на планируемый урожай ярового рапса 3,5 т/га (В4) и по фактору С – обработка посевов препаратом Полидон Био Масличный (С3).

Необходимо отметить, что в опыте значения коэффициента энергетической эффективности лежат в небольшом интервале от 1,09 до 2,05, но различия между вариантами по некоторым факторам весьма значительны.

Коэффициент энергетической эффективности при внесении 30 т/га выдержанного в течение 1 года компоста (вариант А2) составляет в среднем по опыту 1,63 и уступает контролю А1 (внесение 30 т/га свежего компоста), имеющему коэффициент 1,80, существенную величину 0,17 или 10,4 %.

По фактору В различия в энергетической эффективности по значимым вариантам невелики: в пределах 4,0 – 5,2 %. Значения коэффициентов энергетической эффективности здесь очень близки: на варианте В2 (внесение N<sub>15</sub>) 1,73; на варианте В3 (внесение N<sub>70</sub>) 1,80 и на варианте В4 (внесение N<sub>125</sub>) 1,82. В сравнении с контролем В1 (без внесения азота) значимые варианты дают значительные отличия от 0,21 (13,8 %) по варианту В2 до 0,30 (19,7 %) по варианту В4.

Таблица 65 – Энергетическая эффективность в полевом опыте с применением компостов в комплексе с удобрениями

| Фактор А<br>(вид компоста)           | Фактор В<br>(доза азота) | Фактор С (обработка посевов) | Урожайность, т/га | Выход энергии с урожаем, МДж /га | Затраты технической энергии, МДж/га | Коэффициент энергетической эффективности |
|--------------------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| 30 т/га свежего компоста             | Без N                    | Без обработки                | 1,64              | 30340,0                          | 23254,56                            | 1,30                                     |
|                                      |                          | Полишанс                     | 2,16              | 39960,0                          | 23377,56                            | 1,71                                     |
|                                      |                          | Полидон Био                  | 2,35              | 43475,0                          | 23481,12                            | 1,85                                     |
|                                      | N <sub>15</sub>          | Без обработки                | 2,04              | 37740,0                          | 24454,56                            | 1,54                                     |
|                                      |                          | Полишанс                     | 2,54              | 46990,0                          | 24577,56                            | 1,91                                     |
|                                      |                          | Полидон Био                  | 2,72              | 50320,0                          | 24681,12                            | 2,04                                     |
|                                      | N <sub>70</sub>          | Без обработки                | 2,63              | 48655,0                          | 28854,56                            | 1,69                                     |
|                                      |                          | Полишанс                     | 2,99              | 55315,0                          | 28977,56                            | 1,91                                     |
|                                      |                          | Полидон Био                  | 3,15              | 58275,0                          | 29081,12                            | 2,00                                     |
|                                      | N <sub>125</sub>         | Без обработки                | 3,00              | 55500,0                          | 33254,56                            | 1,67                                     |
|                                      |                          | Полишанс                     | 3,50              | 64750,0                          | 33377,56                            | 1,94                                     |
|                                      |                          | Полидон Био                  | 3,71              | 68635,0                          | 33481,12                            | 2,05                                     |
| 30 т/га выдержанного (1год) компоста | Без N                    | Без обработки                | 1,32              | 24420,0                          | 22354,56                            | 1,09                                     |
|                                      |                          | Полишанс                     | 1,84              | 34040,0                          | 22477,56                            | 1,51                                     |
|                                      |                          | Полидон Био                  | 2,00              | 37000,0                          | 22581,12                            | 1,64                                     |
|                                      | N <sub>15</sub>          | Без обработки                | 1,79              | 33115,0                          | 23554,56                            | 1,41                                     |
|                                      |                          | Полишанс                     | 2,15              | 39775,0                          | 23677,56                            | 1,68                                     |
|                                      |                          | Полидон Био                  | 2,28              | 42180,0                          | 23781,12                            | 1,77                                     |
|                                      | N <sub>70</sub>          | Без обработки                | 2,16              | 39960,0                          | 27954,56                            | 1,43                                     |
|                                      |                          | Полишанс                     | 2,79              | 51615,0                          | 28077,56                            | 1,84                                     |
|                                      |                          | Полидон Био                  | 2,94              | 54390,0                          | 28181,12                            | 1,93                                     |
|                                      | N <sub>125</sub>         | Без обработки                | 2,73              | 50505,0                          | 32354,56                            | 1,52                                     |
|                                      |                          | Полишанс                     | 3,14              | 58090,0                          | 32477,56                            | 1,79                                     |
|                                      |                          | Полидон Био                  | 3,32              | 61420,0                          | 32581,12                            | 1,89                                     |

По фактору С разница в коэффициентах энергетической эффективности между применяемыми препаратами составляет 0,11 (6,1 %) при среднем значении 1,79 на варианте С2 (препарат Полишанс) и 1,90 на варианте С3 (препарат Полидон Био Масличный). По сравнению с контролем С1 (без обработки), имеющим среднее значение коэффициента энергетической эффективности 1,46, применение препарата Полишанс даёт прирост показателя 0,33 (22,6 %) и препарата Полидон Био Масличный – 0,44 (30,1 %).

### 7.6.3. Энергетическая эффективность по применению органического удобрения в комплексе с цеолитом

Расчёт показателей энергетической эффективности в опыте начали с вычисления затрат техногенной энергии по вариантам. Для этого из общей суммы затрат энергии 12205,16 МДж/га убрали затраты на производство и внесение минеральных удобрений 6949,6 МДж/га, получив, таким образом, показатель затрат энергии на контрольном варианте.

По остальным вариантам согласно схемы опыта были исчислены затраты техногенной энергии на составляющие ферментированного компоста - куриный подстилочный навоз, препарат Тамир и природный цеолит. Эти показатели наряду с другими представлены в таблице 66.

Таблица 66 – Энергетическая эффективность в полевом опыте по применению органоминерального удобрения

| Вариант   | Урожайность, ц/га | Выход энергии с урожаем, МДж /га | Затраты техногенной энергии, МДж/га | Коэффициент энергетической эффективности |
|---|-------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| 1. Контроль   | 1,91              | 35335,0                          | 5255,56                             | 6,72                                     |
| 2. Ферментированный компост 18,5 т/га                   | 2,25              | 41625,0                          | 17280,56                            | 2,41                                     |
| 3. Ферментированный компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,53              | 46805,0                          | 17753,06                            | 2,64                                     |
| 4. Ферментированный компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,81              | 51985,0                          | 21328,06                            | 2,44                                     |
| 5. Ферментированный компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 3,06              | 56610,0                          | 24903,06                            | 2,27                                     |

Наибольший коэффициент энергетической эффективности 6,72 ожидаемо отмечен на контрольном варианте, поскольку органоминеральных удобрений здесь не вносили, следовательно и затраты техногенной энергии были на 229 – 374 % меньше, чем на других вариантах.

Поэтому при анализе показателей энергетической эффективности корректнее исключить контроль и сравнивать остальные варианты между собой.

Судя по коэффициентам энергетической эффективности затраты техногенной энергии при внесении повышенных доз органоминеральных удобрений не компенсируются энергией, накопленной хозяйственно-ценной частью прибавок урожая семян ярового рапса - при увеличении дозы ферментированного компоста с 18,5 т/га до 29,5 т/га значение коэффициента энергетической эффективности падает с 2,64 до 2,27.

В заключение важно отметить достаточно высокую эффективность добавки к ферментированному компосту природного цеолита.

Так вариант с внесением 18,5 т/га компоста и 4,5 т/га цеолита даёт коэффициент энергетической эффективности 2,64, тогда как при внесении той же дозы компоста без цеолита – всего лишь - 2,41; разница составляет 0,23 или 9,5 % и является значительной.

#### 7.6.4. Энергетическая эффективность по повышению продуктивности ярового рапса от применения агрохимикатов

В опыте по изучению зависимости продуктивности исследуемой культуры сортов Риф и Форвард (фактор А) от применения микроудобрения Микромак и микробиологических препаратов Азотовит и Фосфатовит (фактор В) и регулятора роста Рэгги (фактор С).

В соответствии с базисной технологической картой совокупные энергетические затраты на 1 га составили 12205,16 МДж/га.

Энергетические затраты при возделывании различных сортов ярового рапса (фактор А) были одинаковыми, поэтому дополнительные затраты на эксперимент были рассчитаны лишь по вариантам фактора В (применение комплексного микроудобрения Микромак и микробиологических препаратов Азотовит и Фосфатовит в различных сочетаниях). Расчёты энергетической эффективности представлены в таблице 67.

По схеме опыта были рассчитаны и внесены в сумму техногенных энергетических затрат показатели затрат на производство и применение используемых

препаратов по вариантам фактора В – на варианте В2 (предпосевная обработка семян ярового рапса микроудобрением Микромак) – 3,27 МДж/га; на варианте В3 (обработка семян микробиологическими препаратами Азотовит и Фосфатовит) – 6,54 МДж/га и на варианте А4 (комплексная обработка семян микроудобрением Микромак и микробиологическими препаратами Азотовит и Фосфатовит) – 9,81 МДж/га.

Таблица 67 – Энергетическая эффективность в полевом опыте по повышению продуктивности ярового рапса на основе применения агрохимикатов

| Фактор А (сорт)                  | Фактор В (обработка семян)       | Фактор С (обработка растений) | Урожайность, т/га | Выход энергии с урожаем, МДж /га | Затраты техногенной энергии, МДж/га | Коэффициент энергетической эффективности |      |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--|------|
| Риф                              | Контроль                         | Без обработки                 | 1,94              | 35890,0                          | 12205,16                            | 2,94                                     |      |
|                                  |                                  | Рэгги                         | 2,19              | 40515,0                          | 12450,50                            | 3,25                                     |      |
|                                  | Микромак                         | Без обработки                 | 2,17              | 40145,0                          | 12208,43                            | 3,29                                     |      |
|                                  |                                  | Рэгги                         | 2,28              | 42180,0                          | 12453,77                            | 3,39                                     |      |
|                                  | Азотовит + Фосфатовит            | Без обработки                 | 2,17              | 40145,0                          | 12211,70                            | 3,29                                     |      |
|                                  |                                  | Рэгги                         | 2,25              | 41625,0                          | 12457,04                            | 3,34                                     |      |
|                                  | Микромак + Азотовит + Фосфатовит | Без обработки                 | 2,22              | 41070,0                          | 12214,97                            | 3,36                                     |      |
|                                  |                                  | Рэгги                         | 2,33              | 43105,0                          | 12460,31                            | 3,46                                     |      |
|                                  | Форвард                          | Контроль                      | Без обработки     | 2,14                             | 39590,0                             | 12205,16                                 | 3,24 |
|                                  |                                  |                               | Рэгги             | 2,40                             | 44400,0                             | 12450,50                                 | 3,57 |
| Микромак                         |                                  | Без обработки                 | 2,39              | 44215,0                          | 12208,43                            | 3,66                                     |      |
|                                  |                                  | Рэгги                         | 2,49              | 46065,0                          | 12453,77                            | 3,70                                     |      |
| Азотовит + Фосфатовит            |                                  | Без обработки                 | 2,36              | 43660,0                          | 12211,70                            | 3,58                                     |      |
|                                  |                                  | Рэгги                         | 2,44              | 45140,0                          | 12457,04                            | 3,62                                     |      |
| Микромак + Азотовит + Фосфатовит |                                  | Без обработки                 | 2,43              | 44955,0                          | 12214,97                            | 3,68                                     |      |
|                                  |                                  | Рэгги                         | 2,53              | 46805,0                          | 12460,31                            | 3,76                                     |      |

По варианту С2 (обработка вегетирующих растений рапса регулятором роста Рэгги) энергетические затраты на эксперимент составили 245,34 МДж/га.

Совокупная энергия, израсходованная на возделывание ярового рапса в полевом опыте на вариантах по фактору А (сорт) одинакова, поэтому различие в значениях коэффициента энергетической эффективности зависит только от различий в урожайности сортов и энергии, накопленной в основной продукции. В среднем коэффициент энергетической эффективности при возделывании ярового рапса сорта Риф составил 3,29 и сорта Форвард – 3,59, разницу 0,3 (9,1 %) можно считать существенной.

Анализ показателей энергетической эффективности по фактору В (применение различных препаратов для обработки семян ярового рапса) в большинстве случаев совпадает с выводами, полученными при анализе экономической эффективности. Максимальный коэффициент энергетической эффективности 3,57 получен на варианте В4 (комплексная предпосевная обработка семян ярового рапса микроудобрением Микромак и микробиологическими препаратами Азотовит и Фосфатовит) и превышение контроля В1 (без обработок) составляет 0,32 (9,8 %). Разница в значениях коэффициента энергетической эффективности между вариантами В2 (обработка семян ярового рапса микроудобрением Микромак) 3,51 и В3 (обработка микробиологическими препаратами Азотовит и Фосфатовит) 3,46 очень невелика и составляет лишь 0,05 (1,4 %); превышение же этих вариантов над контролем В1 (без обработок) существенно выше – 0,26 (8,0 %) и 0,21 (6,5 %). Энергетическая эффективность применения регулятора роста Рэгги для обработки вегетирующих растений ярового рапса (вариант С2) весьма невелика. Коэффициент энергетической эффективности здесь в среднем по опыту составляет 3,51 и превышает контроль С1 на 0,13 (3,8 %), величину, близкую к ошибке опыта.

В заключении необходимо выделить лучшее сочетание вариантов в трёхфакторном полевом опыте – это возделывание ярового рапса сорта Форвард (вариант А2) с предпосевной обработкой семян микроудобрением Микромак и микробиологическими препаратами Азотовит и Фосфатовит (вариант В4) и обработкой вегетирующих растений ярового рапса регулятором роста Рэгги (вариант С2), который даёт наивысший коэффициент энергетической эффективности 3,76.

### 7.6.5. Энергетическая эффективность в зависимости от сроков посева и обработок растений агрохимикатами

Затраты техногенной энергии по фактору А (различные сроки посева) по всем трём вариантам не отличались и соответствовали статьям затрат по технологической карте, а разница в показателях энергетической эффективности определялась прибавками урожая ярового рапса при посеве в оптимальные сроки.

По фактору В (обработка вегетирующих растений различными сочетаниями водорастворимых концентрированных микроэлементов комплексных удобрений) к затратам техногенной энергии, рассчитанным в соответствии с технологической картой добавились затраты на эксперимент – затраты на производство и применение используемых в опыте препаратов: Яра Вита Бортрак 114,82 МДж/га, Яра Вита Брасситрел 156,53 МДж/га и Нутримикс 209,23 МДж/га. Таким образом, были рассчитаны показатели энергетической эффективности и представлены в таблице 68.

Анализ показателей энергетической эффективности в двухфакторном полевом опыте показал, что при посеве ярового рапса в оптимальный срок 2-4 мая среднее значение коэффициента энергетической эффективности достигает максимума 4,13; ранний срок посева 22-24 апреля ведёт к снижению этого показателя на 0,29 (7,0 %), а задержка с посевом до 12-14 мая приводит к минимальному значению коэффициента энергетической эффективности 3,76, снижение 0,37 (9,0 %).

Затраты техногенной энергии на производство и применение микроудобрений различных наименований существенно не отличаются – от 114,82 МДж/га по препарату Яра Вита Бортрак до 209,23 МДж/га по препарату Нутримикс, поэтому различия в коэффициентах энергетической эффективности по вариантам фактора В, в первую очередь, зависят от урожайности ярового рапса и энергии, накопленной в хозяйственно-ценной части урожая.

Максимальный коэффициент энергетической эффективности получен на варианте 5 (внесение комплекса микроудобрений Нутримикс и Яра Вита Бортрак) – в среднем по опыту 4,34.

Таблица 68 – Энергетическая эффективность в зависимости от сроков посева и обработок растений

| Фактор А<br>(срок посева) | Фактор В<br>(обработка)                   | Урожайность,<br>ц/га | Выход энергии с<br>урожаем,<br>МДж /га | Затраты техногенной<br>энергии,<br>МДж/га | Коэффициент энергетической эффективности |
|---------------------------|---|----------------------|--|---|--|
| III декада<br>апреля      | Без обработки                             | 2,28                 | 42180,0                                | 12205,16                                  | 3,46                                     |
|                           | Яра Вита Брасситрел                       | 2,38                 | 44030,0                                | 12361,69                                  | 3,56                                     |
|                           | Яра Вита Брасситрел +<br>Яра Вита Бортрак | 2,70                 | 49950,0                                | 12476,51                                  | 4,00                                     |
|                           | Нутримикс                                 | 2,64                 | 48840,0                                | 12414,39                                  | 3,93                                     |
|                           | Нутримикс + Яра Вита<br>Бортрак           | 2,89                 | 53465,0                                | 12529,21                                  | 4,27                                     |
| I декада<br>мая           | Без обработки                             | 2,46                 | 45510,0                                | 12205,16                                  | 3,73                                     |
|                           | Яра Вита Брасситрел                       | 2,63                 | 48655,0                                | 12361,69                                  | 3,94                                     |
|                           | Яра Вита Брасситрел +<br>Яра Вита Бортрак | 2,88                 | 53280,0                                | 12476,51                                  | 4,27                                     |
|                           | Нутримикс                                 | 2,79                 | 51615,0                                | 12414,39                                  | 4,16                                     |
|                           | Нутримикс + Яра Вита<br>Бортрак           | 3,07                 | 56795,0                                | 12529,21                                  | 4,53                                     |
| II декада<br>мая          | Без обработки                             | 2,20                 | 40700,0                                | 12205,16                                  | 3,33                                     |
|                           | Яра Вита Брасситрел                       | 2,33                 | 43105,0                                | 12361,69                                  | 3,49                                     |
|                           | Яра Вита Брасситрел +<br>Яра Вита Бортрак | 2,66                 | 49210,0                                | 12476,51                                  | 3,94                                     |
|                           | Нутримикс                                 | 2,57                 | 47545,0                                | 12414,39                                  | 3,83                                     |
|                           | Нутримикс + Яра Вита<br>Бортрак           | 2,85                 | 52725,0                                | 12529,21                                  | 4,21                                     |

Вариант В3 (внесение препаратов Яра Вита Брасситрел и Яра Вита Бортрак) немногим уступает лучшему – 4,07 при разнице 0,27 (5,5 %). На этих же вариантах получена наивысшая в опыте урожайность ярового рапса – 2,94 т/га и 2,75 т/га соответственно.

Следовательно, лучшее сочетание вариантов в двухфакторном полевом опыте по показателю энергетической эффективности: посев ярового рапса 2 мая (А2) и обработка посевов препаратами Нутримикс и Яра Вита Бортрак (В5) - коэффициент энергетической эффективности здесь максимальный – 4,53.

### **Заключение к главе 7.**

Максимальные показатели экономической эффективности при возделывании масличной культуры с дефекатом выявлены при внесении его в дозе 12,6 т/га с заделкой на глубину 20 см совместно с минеральным удобрением  $N_{140}P_{70}K_{100}$  осенью в сочетании с обработкой семян ярового рапса перед посевом препаратом БСка-3, где уровень рентабельности составил 183,7 %. Коэффициент энергетической эффективности по данному варианту составил 2,78.

Лучшими сочетаниями вариантов в трёхфакторном полевом опыте, показавшими значение уровня рентабельности, превышающее 200 %, стали варианты с внесением 30 т/га свежего компоста и азотного удобрения с нормой  $N_{125}$  в сочетании с обработкой посевов препаратами Полишанс (средний уровень рентабельности 207,0 %) и Полидон Био Масличный (средний уровень рентабельности 224,2 %). Коэффициенты энергетической эффективности 1,79 и 1,89%, соответственно.

Доказана эффективность внесения высоких доз ферментированного компоста (29,5 т/га) с обязательным включением 4,5 т/га природного цеолита, уровень рентабельности от данного технологического приёма составил 253,7%. Включение добавки в виде цеолита к ферментированному компосту (18,5 т/га) увеличивало коэффициент энергетической эффективности от 2,41 до 2,64%.

В опытах с применением агрохимикатов максимальная рентабельность получена на вариантах: Форвард + Микромак + Азотовит + Фосфатовит + Рэгги (204,8 %); Риф + посев срок 2-4 мая + Нутримикс (236,6 %). Коэффициенты энергетической эффективности 3,76 и 4,16%, соответственно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании оценки многолетних полевых экспериментов, разработаны и научно обоснованы агротехнические приемы, позволяющие совершенствовать технологию выращивания ярового рапса на семена в условиях лесостепи Центрального Черноземья. По результатам исследований были сформулированы выводы:

1. Из изучаемых почвенных показателей сильной и прямой по направлению являлась взаимосвязь между урожайностью ярового рапса и влажностью пахотного слоя почвы ( $r = 0,940$ ). Увеличение влажности приводит к увеличению урожайности ( $t_{\text{факт.}} 12,87 > t_{05} 2,07$ ). Наиболее значимым во влиянии на изменение влажности выщелоченного тяжелосуглинистого чернозёма по вариантам оказался фактор доза и глубина внесения дефеката и минеральных удобрений, где показатели влажности в слое 0-10 см лежали в пределах в среднем от 17,5% до 20,7%, а в слое 10-20 см от 17,9% до 20,8%.

2. Максимальные показатели элементов структуры урожая получены на варианте с осенним внесением 12,6 т/га дефеката на глубину до 20 см и дозы удобрений  $N_{140}P_{70}K_{100}$  с обработкой семян БСка-3, обеспечив густоту стояния растений рапса – 97,8 шт./м<sup>2</sup>, количество стручков на 1 растение – 54,9 шт., массу 1000 семян – 3,25 г, количество семян в стручке – 20,4 шт. Такое сочетание вариантов обеспечило максимальную урожайность маслосемян в 3,53 т/га. Взаимосвязь между урожайностью ярового рапса и изучаемыми элементами её структуры является сильной и прямой.

3. Высокая эффективность при формировании урожая ярового рапса выявлена при комплексном внесении доз дефеката и минеральных удобрений, где все изученные варианты показали достоверные прибавки урожая (от 15,0 до 58,7%) относительно контроля. Установлено, что вносить дефекат и минеральные удобрения эффективней под основную обработку. Обработка семян ярового рапса микробиологическим удобрением БСка-3 даёт среднюю прибавку 0,36 т/га (14,5%), а микробиологическим удобрением Экстрасол – 0,20 т/га (8,1%).

4. Максимальная урожайность семян ярового рапса получена с комплексным внесением 30 т/га свежего компоста, дозы  $N_{125}$  на варианте с обработкой растений Полидон Био Масличный, 1,0 л/га, которая составила 3,71 т/га. Множественный корреляционно-регрессионный анализ позволяет заключить, что взаимосвязь между урожайностью рапса и всеми биометрическими показателями является сильной (коэффициент корреляции более 0,8) и прямой ( $r > 0$ ).

5. Корреляционно-регрессионный анализ зависимости урожайности ярового рапса в опыте с изучением компостов на основе отходов грибоводства от суммы осадков и средней температуры воздуха за вегетационный период можно считать лишь предварительным, поскольку во всех расчётах фактические критерии значимости Стьюдента не превышали 2,0 при теоретическом  $t_{05} = 2,78$ . В целом за вегетацию относительно значимой можно считать лишь связь между суммой осадков и урожайностью -  $r_{yx} = 0,650$  ( $D_{yx} = 42,3 \%$ );  $R = 0,705$  ( $R^2 = 49,7 \%$ ).

6. Поражённость ярового рапса грибными заболеваниями зависела от погоды конкретного года. Высокая в опыте поражённость ярового рапса грибными заболеваниями выявлена в переувлажнённые годы, достигая в 2021 году (наибольший ГТК=1,78) 17,9 % по фузариозу и 19,0 % по альтернариозу. Вторым значимым фактором, влияющим на поражённость рапса грибными заболеваниями, является - вид вносимого компоста. При внесении 30 т/га свежего компоста отмечается 3,9 % поражённости фузариозом и 5,0 % альтернариозом, а при внесении 30 т/га выдержанного в течение 1 года компоста поражённость фузариозом возрастает на 6,4 %, по альтернариозу на 6,2 %.

7. В исследованиях с изучением влияния доз органических удобрений отмечено, что лучшим вариантом является доза 29,5 т/га совместно с цеолитом 4,5 т/га, где урожайность зафиксирована 3,06 т/га, что на 1,15 т/га (60,2 %) выше контроля, обеспечив высокий показатель по валовому сбору протеина 725,2 кг/га. Применение органического удобрения в дозе 29,5 т/га совместно с цеолитом 4,5 т/га способствовало развитию максимальной площади листьев и накоплению сухой органической массы, составив, соответственно, в фазу розетка - 43,4 тыс.

м<sup>2</sup>/га и 36,6 г/м<sup>2</sup>; стеблевание - 53,5 тыс. м<sup>2</sup>/га и 187,2 г/м<sup>2</sup>; бутонизация - 60,4 тыс. м<sup>2</sup>/га и 345,9 г/м<sup>2</sup>; цветение - 59,1 тыс. м<sup>2</sup>/га и 452,9 г/м<sup>2</sup>.

8. Все элементы структуры урожая в опыте с органическим удобрением в комплексе с цеолитом оказали на урожайность положительное влияние. Коэффициент корреляции имел сильную прямую связь между величиной урожая и числом продуктивных стеблей, массой 1000 семян, количеством стручков и числом семян в стручке, который составил, соответственно,  $r=+0,69$ ;  $r=+0,95$ ;  $r=+0,96$ ;  $r=+0,99$ . Доля влияния данных признаков на урожайность составила, соответственно 47% ( $d_{yx}=0,47$ ); 91% ( $d_{yx}=0,91$ ); 93 % ( $d_{yx}=0,93$ ); 98% ( $d_{yx}=0,98$ ).

9. Высокие показатели по урожайности и масличности ярового рапса выявлены при совместном использовании Микромак, 2 л/т + Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т + Рэгги, 1,2 л/га у сорта Риф - 2,33 т/га (+20,1% к контролю) и 44,4% (+2,4% к контролю), у сорта Форвард - 2,53 т/га (+20,1% к контролю) и 42,5% (+2,3% к контролю) соответственно.

10. Внекорневая обработка Рэгги стимулировала накопление фотосинтетических пигментов в растениях ярового рапса, которая повлияла на увеличение хлорофилла *a* и хлорофилла *b* по сравнению с контролем в листьях у сорта Риф на 0,16 и 0,09 мг/г сырой массы, а у сорта Форвард на 0,18 и 0,05 мг/г сырой массы.

11. Площадь ассимиляционного аппарата была максимальной на варианте Микромак, 2 л/т + Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т + Рэгги, 1,2 л/га, которая составила у растений сорта Риф – 40,1 тыс.м<sup>2</sup>/га, а у сорта Форвард - 42,9 тыс.м<sup>2</sup>/га. В результате увеличения листовой поверхности растений рапса на вариантах с применением агрохимикатов, возрастает и среднее количество устьиц на всём растении рапса. Выявлена высокая корреляция между площадью листьев в фазу цветения и количеством устьиц на абаксиальной стороне листа (у сорта Риф  $r = 0,96$ , у сорта Форвард  $r = 0,90$ ), между площадью листьев в фазу цветения и количеством устьиц на адаксиальной стороне листа (у сорта Риф  $r = 0,94$ , у сорта Форвард  $r = 0,93$ ).

12. В опыте с изучением сроков посева установлено, что оптимальным для ярового рапса является посев в I декаду мая с применением некорневой обработки

растений микроудобрениями Нутримикс, 2 кг/га + Яра Вита Бортрак, 3 л/га, где зафиксирована максимальная урожайность 2,88 т/га (+24,8%).

13. Во всех изучаемых сроках посева высокое накопление масла в семенах рапса отмечено при обработке растений Яра Вита Брасситрел (43,4% - 44,1%). По валовому выходу масла выделился второй срок посева, где выход масла с 1 га находился по вариантам в следующих пределах от 1008,6 до 1310,9 кг/га.

14. Максимальные показатели экономической эффективности при возделывании ярового рапса с дефекатом при внесении его осенью в дозе 12,6 т/га с заделкой на глубину 20 см совместно с дозой  $N_{140}P_{70}K_{100}$  осенью в сочетании с обработкой семян перед посевом БСка-3, где уровень рентабельности 183,7 %, а коэффициент энергетической эффективности составил 2,78.

15. В опыте с внесением 30 т/га свежего компоста и азотного удобрения максимальная рентабельность получена с дозой  $N_{125}$  в комплексе с Полишанс (207,0 %) и Полидон Био Масличный (224,2 %). Коэффициенты энергетической эффективности 1,79 и 1,89% соответственно. Доказана эффективность внесения высоких доз ферментированного компоста (29,5 т/га) с включением 4,5 т/га природного цеолита, уровень рентабельности составил 253,7%. Включение добавки в виде цеолита к органическому удобрению (18,5 т/га) увеличивало коэффициент энергетической эффективности от 2,41 до 2,64%. В опытах с применением агрохимикатов максимальная рентабельность получена на вариантах: Форвард + Микромак + Азотовит + Фосфатовит + Рэгги (204,8 %); Риф + посев I декада мая + Нутримикс (236,6 %). Коэффициенты энергетической эффективности 3,76 и 4,16%, соответственно.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях лесостепи Центрального Черноземья России на черноземе выщелоченном, тяжелосуглинистом для повышения продуктивности ярового рапса рекомендуем:

- внесение осенью дефеката в дозе 12,6 т/га на глубину до 20 см в комплексе с минеральными удобрениями  $N_{140}P_{70}K_{100}$  и обработкой семян микробиологическим удобрением БСка-3, 4 л/т, с расходом рабочей жидкости 10 л/т;

- внесение перед вспашкой 30 т/га свежего компоста, с дозой минерального удобрения  $N_{125}$  и двукратной обработкой Полидон Био Масличный, 1,0 л/га в фазу бутонизации и в фазу начала развития стручков, с расходом рабочей жидкости 300 л/га;

- внесение перед вспашкой органического удобрения в дозе 29,5 т/га в комплексе с природным цеолитом в дозе 4,5 т/га;

- обработка семян сортов Риф и Форвард комплексом агрохимикатов Микромак, 2 л/т + Азотовит, 2 л/т + Фосфатовит, 2 л/т с расходом рабочей жидкости 10 л/т, и с последующей обработкой растений Рэгги, 1,2 л/га, в фазе начала стеблевания, с расходом рабочей жидкости 300 л/га;

- посев семян ярового рапса сорта Риф в I декаду мая с применением некорневой подкормки Нутримикс, 2 кг/га, двукратно в фазу 3-4 листьев и бутонизации, с расходом рабочей жидкости 200 л/га.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

Материалы данной диссертационной работы являются перспективными для внедрения в производство в условиях Центрального Черноземья, которые целесообразно использовать при совершенствовании и применении региональных агротехнологий выращивания масличных капустных культур на семена. Перспективы дальнейшей разработки темы могут быть связаны с интродукцией и расширением производства масличных культур в регионе с учетом разработанных и усовершенствованных элементов агротехнологии ярового рапса. Определенный научный интерес представляют вопросы состояния почв, использования предложенных доз и сроков минерального питания, применения дефеката, грибных компостов, органических отходов птицефабрик и цеолита с учетом агрохимического состояния почв; поиском новых видов экологически безопасных удобрений и включением их в технологию производства сельскохозяйственных культур.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести // Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа. Введен. 01.07.82. – М.: ИПК изд-во стандартов, 2004. – С. 32-60. 112.
2. ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян // Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа. Введен. 01.07.82. – М.: ИПК изд-во стандартов, 2004. – С. 107-109.
3. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира – Введ. 1999-01-01. – Режим доступа: <http://gost.ruscable.ru/Index/22/22884.htm>.
4. ГОСТ 13496.4 – 93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Определение содержания общего азота колориметрическим методом. – М: ИПК изд-во стандартов, 2000. – С. 31-37.
5. ГОСТ 33379-2015 - Удобрения органические. Методы определения наличия патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. – Введ. 2017-01-01. – Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/61637>.
6. ГОСТ 31461-2012. Помет птицы. Сырье для производства органических удобрений. Технические условия – Введ. 2013-07-01. – Режим доступа : <https://internet-law.ru/gosts/gost/52614/> (дата обращения: 03.07.2023)
7. Абакарова, М. Рапс – масличное, кормовое, медоносное растение в условиях Дагестана / М. Абакарова // Проблемы развития АПК региона. – 2016. – 28(4). – С.34.
8. Абдукаримов, А.Г. Диагностика питания растений / А.Г. Абдукаримов, Н.А. Турсынбаев, Г.Т. Калымбекова // Механика и технологии. – 2015. – №. 3. – С. 85.
9. Абдулвалеев, Р. Р. Использование агрохимиката тиобаш на посевах ярового рапса / Р.Р. Абдулвалеев, Д.Р. Исламгулов, Б.Г. Ахияров, Л.М. Ахиярова,

А.В. Валитов // Актуальные тенденции в развитии агрономической науки. – 2023. – С. 9-12.

10. Абраменко, К.П. Влияние некорневой подкормки на урожайность льна масличного / К.П. Абраменко // Аграрные конференции. – 2017. – №. 6. – С. 42-44.

11. Акимов, А.А. Роль макро- и микроэлементов в жизни растений / А.А. Акимов, И.А. Платонов // Инновационные подходы к развитию науки и производства регионов: взгляд молодых ученых. – Тверь, 2021. – С. 38-41.

12. Алексеев, А.И. Изменение плодородия чернозема выщелоченного при использовании природных цеолитов и удобрений / А.И. Алексеев, Е. Н. Кузин, А.Н. Арефьев, Е.Е. Кузина // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №. 3 (23). – С. 4-10.

13. Алексеева, Т.П. Сравнительная характеристика поглотительной способности цеолитов различных месторождений / Т.П. Алексеева, В.Д. Перфильева, О.Р. Кравченко, Т.А. Дегтярева // Торф в сельском хозяйстве. – Томск, 1990. – С. 68-75.

14. Алексеенкова, Е. Под пристальным вниманием: рапс / Е.Алексеевкова // АгроФорум. – 2020. – №5. – С.45-49.

15. Алёнин, П.Г.. Влияние микроудобрений и регуляторов роста на продуктивность рыжика озимого сорта Пензяк / П.Г. Алёнин, Т.Я. Прахова, А.Е. Сафронкин // Нива Поволжья. – 2015. – №3 (36). – С.45.

16. Амиров, М.Ф. Оценка влияния биологических препаратов и минеральных удобрений на продуктивность яровой твердой пшеницы / М.Ф. Амиров, А.М. Амиров // Вестник Казанского ГАУ. – 2015. – № 1 (35). С. 98-102.

17. Амплеева, Л.Е. Влияние нанокристаллических металлов на накопление биологически активных соединений в растениях / Л. Е. Амплеева, И.А. Степанова, А.А. Назарова // Вестник РГАТУ. – 2009. – №2. – С. 34–36.

18. Амунова, О.С. Влияние различных условий увлажнения на пигментный комплекс листьев сортов мягкой яровой пшеницы разных групп спелости / О.С. Амунова, Е.М. Лисицын // Самарский научный вестник. – 2019. – №3 (28). – С.19-24.

19. Анспок, П.И. Микроудобрения: справочная книга / П. И. Анспок. – Л. : Колос, 1978. - 272 с.
20. Антименкова, О.В. Разработка нетрадиционных удобрений на основе жома свекловичного / О.В. Антименкова // Агрэкологические проблемы в сельском хозяйстве. Сб. науч. тр. Воронеж, 2005. - Ч.1. - С. 19-22.
21. Антоненко, Д.А. Использование сложных компостов на основе отходов в системе органического земледелия / Д.А. Антоненко, Ю.Ю. Никифорова, О.А. Мельник // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2019. - № 11. – С. 7-11.
22. Антоненко, Д.А. Сложный компост и его влияние на свойства почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография / Д.А. Антоненко [и др.]; под ред. И.С. Белюченко. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 181 с.
23. Антонова, О.И. Биопрепараты как средство повышения урожайности и качества зерна, маслосемян подсолнечника и корней сахарной свеклы / О.И. Антонова, В.А. Деккерт, С.А. Потапов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2003. – № 2. – С. 9–16.
24. Антонова, О.И. Действие листовых подкормок льна масличного на урожайность и качество семян по разным удобрённым фонам в условиях умеренно засушливой и колючей степи / О.И. Антонова, Э.А. Герлец // Вестник АГАУ. – 2012. – №12. – С.5-8.
25. Антонова, О.И. Удобрительная, токсикологическая ветеринарно-санитарная характеристика органического модифицированного удобрения на основе куриного помёта / О.И. Антонова, В.В. Калпокас // Вестник АГАУ. – 2020. – №6 (188). – С.58-63
26. Арефьев, А.Н. Изменение агрофизических свойств чернозема выщелоченного при использовании природных цеолитов и удобрений / А.Н. Арефьев, Е.Н. Кузин // Нива Поволжья. – 2014. – №3 (32). – С.8-14.
27. Аристархов, А.Н. Экологически безопасные удобрения / А.Н. Аристархов, В. П. Толстоусов // Химия в сельском хозяйстве. – 1997. – № 5. – С. 41-42.

28. Артемов, И.В. Рапс – масличная и кормовая культура / И.В. Артемов, В.В. Карпачев // Аграрная наука. – 2005. – №4. – С.18.
29. Байбеков, Р.Ф. Использование органических отходов для удобрения агроценозов / Р.Ф. Байбеков, Г.Е. Мерзлая, О.А. Власова // Земледелие. – 2015. – № 2. – С. 34-36.
30. Байбурина, Э. В. Влияние салициловой кислоты на растения (теоретические аспекты) / Э. В. Байбурина, А. И. Фазлутдинова // Молодой ученый. – 2015. – № 7 (87). – С. 233-235.
31. Балабко, П. Н. и др. Эффективность применения дефеката на дерново-подзолистой почве при выращивании картофеля // Проблемы агрохимии и экологии. – 2012. – №. 3. – С. 23-25.
32. Балабко, П. Н. Использование фильтрационного осадка (дефеката) в растениеводстве / П.Н. Балабко, А.А. Славянский, Т.И. Хуснетдинова, А.М. Головков, Н.Ф. Черкашина, Д.В. Карпова, О.Н. Выборова // Агрэкоинфо. -2013. - 1(12). - С.1-8.
33. Балакина, Т.Р. Влияние применения мелиоративной смеси и удобрений на развитие сахарной свёклы / Т.Р. Балакина, В.Н. Недбаев // Растениеводство и луговодство. – 2020. – С. 271-275.
34. Барыло, Б.О. Влияние элементов биологизации на урожайность ярового рапса / Б.О. Барыло, В.В. Рзаева //Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – №. 3-1 (78). – С. 176-180.
35. Баюров, Л. И. Рапс-культура будущего! / Л.И. Баюров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – №. 167. – С. 1-19.
36. Бекренёв, Д. С. Особенности взаимодействия цеолитов и органических отходов птицефабрик / Д.С. Беренёв // Отходы, причины их образования и перспективы использования: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост. Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар: КубГАУ, 2019 – 665 с.

37. Бекузарова, С.А. Рыжик озимый – новая культура Северной Осетии-Алания / С.А. Бекузарова, Т.А. Дулаев // Новые и не традиционные растения и перспективы их использования. – 2016. – №12. – С.182-184.

38. Бербеков, К.З. Эффективность применения регуляторов роста на посевах подсолнечника в условиях Кабардино-Балкарской Республики / К.З. Бербеков, А.Ю. Кишев, Н.И. Мамсиров, Т.Б. Жеруков // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2018. №3 (226). – С.113-116.

39. Бессонова, Е.А. Методические аспекты оценки инновационного потенциала биотехнологий / Е.А. Бессонова, И.Р. Руденко // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2020. – №1. – С. 39-48.

40. Бирюкова, О.М. Влияние последействия органических удобрений на урожайность ярового рапса на дерново-подзолистой супесчаной почве / О.М. Бирюкова // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 2. – С. 96-102.

41. Бобренко, И.А. Оптимизация применения птичьего помета под ячмень на лугово-черноземной почве южной лесостепи Западной Сибири / И.А. Бобренко, Н.В. Гоман, Н.К. Трубина, А.Г. Шмидт // Земледелие. – 2018. – №7. – С.23-26.

42. Бондаренко, А.Н. Микробиологические препараты в аридных условиях / А.Н. Бондаренко, В.П. Зволинский // Земледелие. – 2013. – № 3. – С. 19-20.

43. Бопп, В.Л. Влияние микроудобрения Ультрамаг Комби для масличных на продукционный потенциал ярового рапса в условиях Красноярской лесостепи / В.Л. Бопп, Н.Л. Кураченко, А.Н. Халипский, Д.Н. Ступницкий, А.В. Коломейцев, Я.В. Смольников // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – № 35(10). – С. 56-60.

44. Босак, В.Н. Применение регулятора роста Ростмомент при возделывании овощных культур / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко, М.П. Акулич // Главный агроном. – 2020. – №8. – С.28-30.

45. Бредихина, О.М. Применение биоэлиситоров для стимулирования развития проростков SPINACIA OLERACEA L. / О.М. Бредихина, Г.Н. Никонова,

М.В. Никонов // Экология и безопасность жизнедеятельности: сборник статей XX Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2020. – С. 27-31.

46. Бредихина, О.М. Применение препаратов гуминовой природы для предпосевной обработки семян кукурузы / О.М. Бредихина, М.В. Никонов, Г.Н. Никонова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4. – С. 64-69.

47. Булавин, Л.А. Агроэкономическая эффективность применения микроэлементов на посевах озимого и ярового рапс / Л.А.Булавин // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №. 4. – С. 37-41.

48. Булдаков, С.А. Регуляторы роста, как один из приемов повышения общей и семенной продуктивности картофеля / С.А. Булдаков // Инновационный конвент «Кузбасс: образование, наука, инновации»: материалы Инновационного конвента. – Кемерово, 2013. – Том 2. – С.23-26.

49. Буряков Ю. П., Москотин В. А. и др. Рапс озимый и яровой (практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания). — М., 1988. — 45 с.

50. Бушнев, А.С. Потенциал производства рапса озимого на юге России / А.С. Бушнев, Г.И. Орехов, Л.А. Горлова // Агрофорум. – 2020. – № 5. – С. 31–34.

51. Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в 2022 году (предварительные данные). [Электрон.ресурс]. – Режим доступа: <https://zerno.ru/node/21579>.

52. Васильев, В.А. Справочник по органическим удобрениям / В.А. Васильев, Н.В. Филиппов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 134 с.

53. Васильянова, Л.С. Цеолиты в экологии / Л.С. Васильянова, Е.А. Лазарева // Новости науки Казахстана. – 2016. – №1. – С. 61-85.

54. Вафина, Э.Ф. Коррекция урожайности ярового рапса микроудобрениями / Э.Ф. Вафина, И.Ш. Фатыхов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №. 2. – С. 3-11.

55. Вафина, Э.Ф. Микроудобрения и формирование урожайности рапса в Среднем Предуралье: монография / Э.Ф. Вафина, А.О. Мерзлякова, И.Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – 143 с.

56. Вафина, Э.Ф. Микроудобрения и формирование урожая овса в Среднем Предуралье: монография / Э.Ф. Вафина, И.Ш. Фатыхов, В.Г. Колесникова. – Ижевск: ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА», 2007. – 144 с.

57. Вафина, Э.Ф. Оценка производства ярового рапса в Удмуртской Республике / Э.Ф. Вафина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №. 4. – С. 4-12.

58. Вафина, Э.Ф. Рапс как энергетическое растение // Инновационный потенциал сельскохозяйственной науки XXI века: вклад молодых ученых-исследователей: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ижевск: ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА», 2017. – С. 9-11.

59. Вафина, Э.Ф. Реакция ярового рапса Аккорд на удобрения урожайностью и качеством семян / Э.Ф. Вафина, Е.И. Хакимов // Пермский аграрный вестник. – 2018. – №4 (24). – С.40-47.

60. Вафина, Э.Ф. Энергетическая оценка эффективности приемов технологий возделывания полевых культур: учебное пособие / Э.Ф. Вафина, П.Ф. Сутыгин. – Ижевск: ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА», 2016. – 62 с.

61. Ващенко, А.В. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник в условиях нижнего Дона / А.В. Ващенко, Р.А. Каменев, А.А. Севостьянова // Актуальные вопросы управления производством растениеводческой и животноводческой продукции АПК и здоровьем сельскохозяйственных животных: материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2019. – С. 194-198.

62. Величко, В.А. Использование дефеката в сельскохозяйственном производстве / В.А. Величко, М.А. Кузьмич, В.М. Брагина // Химия в сельском хозяйстве. - 1986. - № 6. – С. 61-63.

63. Вильдфлуш, И. Р. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 293 с.
64. Виноградов, Д. В. Агроэкологическая оценка сортов яровых рапса и сурепицы в условиях южной части Нечерноземной зоны России / Д.В. Виноградов // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №1. – С.28-29.
65. Виноградов, Д. В. Агроэкологическая оценка сортов яровых рапса и сурепицы в условиях южной части Нечерноземной зоны России / Д.В. Виноградов // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 28-29.
66. Виноградов, Д. В. и др. Возделывание перспективных сортов и гибридов ярового рапса в южной части Нечерноземной зоны России / Д.В. Виноградов и др. // Вестник РГАТУ. – 2011. – Т. 34. – С. 7-10.
67. Виноградов, Д. В. Пути повышения ресурсосбережения в интенсивном производстве ярового рапса / Д.В. Виноградов // Международный технико-экономический журнал. – 2009. – №. 2. – С. 62-64.
68. Виноградов, Д.В. Возможность расширения ассортимента масличных культур в южном Нечерноземье / Д.В. Виноградов, А.В. Поляков, И.А. Вертелецкий, Н.А. Артемова // Международный технико-экономический журнал. – 2012. – № 1. – С. 118.
69. Виноградов, Д.В. Использование капустных культур / Д.В. Виноградов // Пчеловодство. – 2009. – № 5. – С. 23-24.
70. Виноградов, Д.В. Особенности выращивания подсолнечника на масло-семена в условиях Рязанской области / Д.В. Виноградов, М.П. Макарова // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 7 (106). – С. 154-157.
71. Волков, В.А. Милиэлемент цинк для растений / В.А. Волков // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты: материалы Международной (заочной) научно-практической конференции; под общей редакцией А.И. Вострецова. 2017. – Нефтекамск: Научно-издательский центр «Мир науки» (ИП Вострецов Александр Ильич), 2017. – С. 62-65.

72. Воловик, В.Т. Возделывание ярового рапса на семена в Нечернозёмной зоне России: рекомендации / В.Т. Воловик, Л.В. Ян, Т.В. Прологова. – М.: ФГУ РЦСК, 2006. – 31 с.

73. Воловик, В.Т. Рапс и сурепица – резерв повышения питательной ценности кормов / В.Т. Воловик // АгроСнабФорум. – 2018. – № 7 (163). – С. 56-57.

74. Воловик, В.Т. Рапс-ценнейшая кормовая культура / В.Т. Воловик // Ваш сельский консультант. – 2006. – № 3. – С.23-28.

75. Волошин, Е.И. Руководство по удобрению капустных культур (ярового рапса, сурепицы, горчицы и редьки масличной): метод. рекомендации / Е.И. Волошин, А.Т. Аветисян. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2017. – 28 с.

76. Воронин, В.М. Влияние жидкого навоза и минеральных удобрений на засоренность посевов ярового рапса / В.М. Воронин, С.С. Косорихин // Аграрная Россия. – 2008. – №6. – С. 35-36.

77. Воронкова, Н. А. Биологические ресурсы и их значение в сохранении почвенного плодородия и повышения продуктивности агроценозов Западной Сибири: монография / Н. А. Воронкова. – Омск: Изд-во: ОмГТУ, 2014. – 188 с.

78. Вронская, О.О. Устойчивость азиатских гибридов (asiatic hybrids) при интродукции в северной лесостепи западной Сибири / О.О. Вронская // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (164). – С. 92-96.

79. Все заводы Липецкой области включились в производство сахара. – Текст: электронный // РИА новости. – URL: <https://ria.ru/20210917/proizvodstvo-1750563439.html> (дата обращения 19.07.2022).

80. Габбасов, И.И. Влияние удобрений марки Изагри на ростовые процессы и продуктивность ярового рапса / И.И. Габбасов, Р.М. Низамов, С.Р. Сулейманов // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – №. 5. – С. 34-38.

81. Габитова, А.Р. Применение катализаторов в процессе получения биодизельного топлива в сверхкритических флюидных условиях / А. Р. Габитова, Ф. М.

Гумеров, Э. Р. Галлямов // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – №12. – С. 62-64.

82. Гаврилец Т. В. Зменение роста, развития и продуктивности ярового рапса на фоне внесения цитогумата //Актуальные тенденции в развитии агрономической науки. – 2023. – С. 86-89.

83. Гаганов, А. Яровой рапс в комбикормах для цыплят-бройлеров / А. Гаганов, К. Юртаева // Комбикорма. – 2018. № 10. – С. 70-72.

84. Газиев, Б.М. Эффективность скармливания продуктов переработки рапса животным / Б.М. Газиев // Научно-технический бюллетень Института животноводства Национальной академии аграрных наук Украины. – 2017. –№ 117. – С. 20-26.

85. Газизов, Р. А. Физико-химические основы трансэтерификации растительных масел в среде сверхкритического метанола / Р. А. Газизов, Р. А. Усманов, Ш. А. Бикташев, Ф. М. Гумеров, Ф. Р. Габитов // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – №2. – С. 221–224.

86. Гайнанов, И.Н. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность и фитосанитарное состояние гороха / И.Н. Гайнанов, Р.И. Сафин // Вестник Казанского ГАУ. – 2014. – № 3 (33). – С. 107–110.

87. Гайнуллин, Р. М. Научное обоснование приемов возделывания люпина и льна масличного и воспроизводство плодородия почв в лесостепи Среднего Поволжья : дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09, 06.01.04 / Гайнуллин Рустам Мухтарович; Науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва центр. р-нов Нечернозем. зоны. – Немчиновка, 2008. – 431 с.

88. Гайнуллин, Р.М. Научное обоснование приемов возделывания люпина и льна масличного и воспроизводство плодородия почв в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09, 06.01.04 / Гайнуллин Рустам Мухтарович; науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва центр. р-нов Нечернозем. зоны. – Немчиновка, 2008. – 40 с.

89. Гайнуллин, Р.М. Эффективность серо и бор содержащих удобрений при возделывании ярового рапса / Р.М. Гайнуллин, И.А. Харисов, И.Д. Айсин // Точки

роста эффективности АПК в условиях нестабильного рынка: сборник материалов международной научно-практической конференции (23 – 25 мая 2018 г.). – Вып. 12. – Казань: Бриг, 2018. – 432 с.

90. Гайфуллин, Р.Р. Влияние некорневой подкормки микроудобрениями на формирование урожайности семян ярового рапса / Р.Р. Гайфуллин, А.М. Хайруллин // Живые и биокосные системы. – 2014. – №. 8. – С. 4-4.

91. Гамаюнова, В.В. Влияние минеральных удобрений и дефеката на урожай и качество семян расторопши пятнистой в условиях юга Украины / В.В. Гамаюнова, А.В. Дёмин // Мелиорация и гидротехника. - 2015. - №4 (20). - С.149-157.

92. Гамаюнова, В.В. Использование биопрепаратов для оптимизации питания масличных культур в условиях Южной Степи Украины / В.В. Гамаюнова, О.А. Коваленко, Л.Г. Хоненко, Р.В. Задырко // Materialele Conferinței sunt recomandate spre publicare de Consiliul Științific al IP ICCS «Selecția». – 2021. – С.152-159.

93. Гарбар, Л.А. Влияние удобрения на содержание хлорофилла в растениях рапса ярового / Л.А. Гарбар, Т.В. Антал, А.А. Никифорова // Архивариус. – 2016. – №. 9 (13). – С. 62-66.

94. Гарзанов, А. Л. Что делать с органическими отходами птицеводства и животноводства / А.Л. Гарзанов, О.А. Дорофеева // Farm News. – 2018. – № 2. – С. 67-69.

95. Гасанова, Е. С. Изменение содержания и строения гуминовых кислот чернозема выщелоченного под влиянием удобрений и дефеката / Е.С. Гасанова, А.Н. Кожокина, Н.Г. Мязин, К.Е. Стекольников, С.В. Мухина, // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2019. - 12(4). - С.113-122.

96. Геворкян, Р.Г. Природные цеолиты Армении в геоэкологии / Р.Г. Геворкян, Л.Г. Мазипнян, А.О. Саргсян // Ученые записки Ереванского государственного университета. – 2007. – № 2. – С. 117-123.

97. Гейгер, Е.Ю. Микроудобрения на хелатной основе: опыт и перспективы использования / Е.Ю. Гейгер, Л.Д. Варламова, В.В. Семенов, Ю.В. Погодина, Ю.А. Сиротина // Агрехимический вестник. – 2017. – №2. – С. 29-32.

98. Герасимова, Л. Семена рапса (яровой и озимый) / Л. Герасимова, А. Антошин, Е. Фурман // Защита растений. – №2 (303). – М.: ООО «Издательство Литтерра», 2021.

99. Гнеушева, В.С. Оптимизация доз внесения отходов свеклосахарного производства как фактор биологизации земледелия на серых лесных почвах ЦЧЗ: 06.01.01 / Гнеушева Виктория Сергеевна; ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. Н.В. Парахина». Орёл, 2019. - 151 с.

100. Голыбин, В.А., Федорук В.А., Лоскутов А.Ю., Бушмин И.С. Возможности по использованию отходов свеклосахарного производства / В.А. Голыбин, В.А. Федорук, А.Ю. Лоскутов, И.С. Бушмин // Сельскохозяйственный журнал. - 2016. - №9. - С.34-36.

101. Гончаров, С. В. Перспективы совершенствования экспорта в связи с корректировкой селекционных программ рапса / С.В. Гончаров, В.В. Карпачев // Масличные культуры. – 2020. – №. 2 (182). – С.94-102.

102. Гончаров С.В., Горлова Л.А. Масличные культуры: новые вызовы и тенденции их развития // Масличные культуры. - 2018. - №2 (174). - С.96-100.

103. Гончаров, С.В. Глобализация семенных рынков масличных культур на примере рапса / С.В. Гончаров, В.В. Карпачев // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 4 (180). – С. 102–106.

104. Гончаров, С.В. Перспективы развития биодизеля в России / С.В. Гончаров, В.В. Карпачев // Масличные культуры. – 2021. – Вып. 3 (187). – С.71–77.

105. Гончаров, С.В. Селекция рапса в соответствии с ожиданиями масло-жирового комплекса / С. В. Гончаров, Л. А. Горлова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 3 (58). – С.38-45.

106. Гончарук, В.М. Применение регулятора роста растений фитовитал при возделывании сельскохозяйственных культур / В.М. Гончарук,

Ф.А. Лахвич, Т.М. Булавина, Л.А. Булавин, О.Г. Апресян, Ф.Н. Леонов, П.Т. Богусевич // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. – Гродно: УО «Гродненского государственного аграрного университета», 2017. – С.54-67.

107. Гордеева, Е. А. Продуктивность семян льна масличного при применении стимуляторов роста / Е.А. Гордеева // Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения: сборник статей VI Международной научно-практической конференции, состоявшейся 5 октября 2017 г. в г. Пенза. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. – С. 111-117.

108. Горлов, С.Л. Перспективы развития производства рапса в Российской Федерации / С. Л. Горлов, К. М. Кривошлыков // Масличные культуры. – 2006. – №2 (135). – С.139-142

109. Горлов, С.Л. Современные аспекты и тенденции развития производства и селекции рапса / С.Л. Горлов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – №.2 (148-149). – С. 51-56.

110. Горлова, Л.А. Селекция рапса на конечное использование: направления и тенденции современности / Л.А. Горлова, Э.Б. Бочкарёва, Е.А. Стрельникова, С.В. Гончаров // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 72. – С. 109–114.

111. Горохов, А.Н. Голыбин В.А., Федорук В.А., Трубникова К.К. Эффективность использования вторичных ресурсов в сахарном производстве / А.Н. Горохов, В.А. Голыбин, В.А. Федорук, К.К. Трубникова // Техника и технология. Наука вчера, сегодня, завтра: сборник научных докладов. - Варшава. - 2015. – Т. 31. – С. 30-33.

112. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 680 с.

113. Григорьев, Е.В. Влияние некорневых подкормок на поражаемость ярового рапса болезнями / Е.В. Григорьев, А.А. Постовалов // Научное обеспече-

ние реализации государственных программ АПК и сельских территорий. – 2017. – С. 292-295.

114. Григорьев, Е.В. Реакция ярового рапса на обработку посевов жидкими минеральными удобрениями / Е.В.Григорьев, А.А. Постовалов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2018. – №1 (41). – С.60-63.

115. Гришин, Г.Е. Изменение урожайности и водопотребления растений под влиянием цеолита и удобрений / Г.Е. Гришин, Е.Е. Кузина // Нива Поволжья. – 2008. – №2. – С.6-9

116. Гришин, Г.Е. Повышение плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур при использовании кальцийсодержащих материалов и удобрений: монография / Г.Е. Гришин, Е.Н. Кузин, Е.В. Курносова, Л.А. Кузина. – Пенза: РИО ПГСХА, 2009. – 234 с.

117. Гулидова, В. А. Рапс в севообороте / В.А. Гулидова, А.Н. Гришина // Кормопроизводство. – 1997. № 4. – С. 21-24.

118. Гулидова, В. А. Хозяйственно-биологические особенности сортов и гибридов ярового рапса в условиях Лесостепи Центрального Черноземья / В. А. Гулидова, Т. В. Зубкова // Повышение эффективности селекции, семеноводства и технологии возделывания рапса и других масличных капустных культур: сборник научных докладов на международном координационном совещании по рапсу 7-9 июля 2015 г. / ФГБНУ «ВНИИ рапса». – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2016. – С. 100–109.

119. Гулидова, В.А. Агрэкологические показатели чернозёма выщелоченного в зависимости от дозы внесения цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения Липецкой области / В.А. Гулидова, С.М. Мотылёва, Ю.В. Меренкова, М.Е. Мертвищева, О.А. Дубровина, Р.В. Щучка, В.А. Кравченко // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 3 (109). – С. 52-54.

120. Гулидова, В.А. Особенности основной обработки под яровой рапс / В.А. Гулидова // Земледелие. – 2001. – № 3. – С. 27–28.

121. Гулидова, В.А. Рапс – высокомаржинальная культура России: монография / В.А. Гулидова. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2019. – С. 310.

122. Гурин, А. Г. Использование отходов сахарного производства как нетрадиционный вид органического удобрения / А.Г. Гурин, Ю.В. Басов, В.В. Гнеушева // Russian agricultural science review. – 2015. – Т. 5. – №. 5-1. – С. 260-263.

123. Гурин, А.Г. Анализ экономической эффективности использования отходов сахарного производства на посевах яровой пшеницы / А.Г. Гурин, С.В. Резвякова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2020. – №. 2. – С. 162-168.

124. Гущина, В. А. Яровой рапс в лесостепи Среднего Поволжья / В.А. Гущина, А.С. Лыкова, А.В. Летучий, А.С. Линьков // Устойчивое развитие мирового сельского хозяйства: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию профессора Прохорова А.А. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2017. – С. 189-190.

125. Девяткин, С.А. Совершенствование технологии возделывания ярового рапса на маслосемена в условиях юга Нечерноземной зоны / С.А. Девяткин, Т.Ф. Девяткина, Р.Ф. Баторшин, Д.В. Бочкарев // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 4. – С.19-22.

126. Дедов, А. В. Сбор семян, растительного и кормового белка ярового рапса в зависимости от способов и систем основной обработки почв в севообороте в условиях лесостепи ЦФО России / А. В. Дедов, В.П. Савенков, Н. Н. Хрюкин, А. М. Епифанцева // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (64). – С.69-76.

127. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. – 336 с.

128. Доспехов, Б. А. Методика полевой обработки результатов опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

129. Дрозд, В.Ю. Оценка современного состояния рапсoproдуктового под-комплекса Республики Беларусь / В.Ю. Дрозд // Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси: материалы XV международной молодежной научно-практической конференции, Пинск, 9 апреля 2021 г.: в 2-х ч. / Министерство образования Республики Беларусь [и др.]; редкол.: В.И. Дунай [и др.]. – Пинск: ПолесГУ, 2021. – Ч. 2. – С. 88-90.

130. Дрозд, В. Ю. Рапс – важнейший стратегический ресурс Беларуси / В.Ю. Дрозд. – Пинск: Полесский государственный университет, 2017. – С.32-33.

131. Дудов, А. С. Анализ тенденций развития масложировой промышленности в Российской Федерации и за рубежом / А. С. Дудов, Н. Н. Новоселова // Пространство экономики. – 2005. – №1. – С.10-113.

132. Евдокимова, М.А. Применение гранулированного помета при возделывании картофеля / М.А. Евдокимова, О.Г. Марьина-Чермных // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». – 2017. – №4 (12). – С.16-21.

133. Евтишина, Е.В. Приёмы повышения продуктивности рыжика ярового на семена в условиях Рязанской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 4.1.1. / Евтишина Екатерина Владимировна; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – Рязань, 2021. – 19 с.

134. Евтишина, Е.В. Рыжик посевной. Значение и перспективы использования / Е.В. Евтишина // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 100-летию 20 кафедры растениеводства (30-31 января 2019 г.). – Горки: Белорусская ГСХА, 2019. – С. 78-80.

135. Евтишина, Е.В. Семена рыжика ярового сорта юбиляр как источник незаменимых жирных кислот в питании человека / Е.В. Евтишина // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: материалы IV Международной научно-практической конференции. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 106-110.

136. Егорова, Г.С. Эффективность применения биологически активных веществ в технологии возделывания ярового рапса в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области / Г.С. Егорова, О.В. Плакушева // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – №. 4. – С. 221-225.

137. Егорова, Т.А. Рапс (*Brassica napus* L.) и перспективы его использования в кормлении птицы / Т.А. Егорова, Т.Н. Ленкова // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – №. 2. – С. 172-182.

138. Екатеринская, Е. А Изучение генофонда масличных культур в северном Казахстане / Е.А Екатеринская, А.В. Зинченко, И.В. Сидорик, Лынный Д.А. // *3i: intellect, idea, innovation-интеллект, идея, инновация.* – 2023. – №. 1., С.125-132.

139. Елешев, Р.Е. Изменение биологической активности каштановой почвы при длительном применении удобрений в плодосменном севообороте с масличными культурами / Р.Е. Елешев, Ж.Б. Бакенова // Почвоведение. –2012. – № 11. – С. 1226-1230.

140. Елешев, Р.Е. Эффективность применения удобрений на урожайность льна масличного в плодосменном севообороте при орошении / Р.Е. Елищев, Ж.Б. Бакенова // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Новая стратегия научно-образовательных приоритетов в контексте развития АПК», посвященной 85-летию Казахского национального аграрного университета (27-28 ноябрь 2015 год). – Алматы: КазНАУ, – 378 с.

141. Ермолаев, А.А. Применение цеолитов в сельском хозяйстве / А.А. Ермолаев // Химия в сельском хозяйстве. – 1987. – № 5. – С. 39-43.

142. Ермохин, Ю.И. Агроэкологическая оценка действия кадмия, никеля, цинка в системе почва – растение – животное / Ю.И. Ермохин, А.В. Синдирева, Н.К. Трубина. – Омск, 2002. – 117 с.

143. Еськов, А.И. Современное состояние и перспективы использования органических удобрений в сельском хозяйстве России / А.И. Еськов, С.М. Лукин, Г.Е. Мерзлая // Плодородие. – 2018. – №1 (100). – С.20-23.

144. Еськов, Е.К. Эколого-биологическое влияние нанопорошков на рапс / Е.К. Еськов, Г.И. Чурилов, С.Д. Полищук // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2013. – №. 14. – С. 59-62.

145. Жабина, Н.А. Перспективы использования отходов грибного производства в целях улучшения плодородия почв / Н.А. Жабина, Б.А. Михалейко, В.В. Чихирева, Е.Г. Незнамова // Биологическая интенсификация систем земледелия: опыт и перспективы освоения в современных условиях развития. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 120-124.

146. Жеряков, Е.В. Влияние дефеката на физико-химические свойства чернозема выщелоченного и продуктивность сахарной свеклы / Е.В. Жеряков // МНИЖ. - 2014. - №7-1 (26). - С.65-67.

147. Жолик, Г.А. Особенности формирования индивидуальной семенной продуктивности и урожайности семян ярового рапса в посевах с различной плотностью стояния растений / Г.А. Жолик // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. – Гродно: ГГАУ, 2006. – Т. 1. – С. 53-58.

148. Жуйков, А.Г. Эффективность инкрустирования семян и внекорневых подкормок при выращивании горчицы в неорошаемых условиях Юга Украины / А.Г. Жуйков // Вестник Курганской ГСХА. – 2014. – №. 4 (12). – С. 16-19.

149. Жукова, О. Е. Использование БВМД из местных источников сырья в рационах молодняка крупного рогатого скота на откорме / О. Е. Жукова // XVI международная научно-практическая конференция "Современные технологии сельскохозяйственного производства" : агрономия. Ветеринария. Зоотехния: материалы конференции. – Гродно, 2013. – С. 365-368.

150. Зайцев, Н.И. Озимый рапс на Армавирской опытной станции / Н.И. Зайцев, Э.Г. Устарханова // Земледелие. – 2009. – №. 2. – С. 19-21.

151. Заришняк, А.С. Химическая мелиорация почвы продуктивность сахарной свеклы / А.С. Заришняк, А.А. Сыпко // Сахарна свекла. – 2010. – №. 1. – С. 21-24.

152. Засорина, Э.В. Технология применения полистиена на технических культурах Центрального Черноземья / Э.В. Засорина, Е.И. Комарицкая, Г.В. Чистилин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 1. – С.32-37.

153. Зелепукин, С. Ю. Рациональная утилизация дефеката / С.Ю. Зелепукин, Ю.И. Зелепукин, В.А. Голыбин // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство. – 2013. – С. 554-555.

154. Зубкова, Т.В. Теоретическое и экспериментальное обоснование использования местных сырьевых ресурсов Липецкой области для внедрения в интенсивные технологии возделывания рапса / Т.В. Зубкова // НИР: грант № 19-44-480003. - Российский фонд фундаментальных исследований. - 2019.

155. Зыбалов, В. С. Рациональное использование семян рапса в сельскохозяйственном производстве / В. С. Зыбалов, Н. С. Сергеев, М. В. Запечалов // АПК России. – 2019. – Т. 26. – №. 2. – С. 222-228.

156. Зыбалов, В.С. Яровой рапс-культура больших возможностей на Южном Урале / В.С. Зыбалов // АПК России. – 2019. – № 26(5). – С. 75.

157. Ибрагимов, М.О. Рапс. Использование в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы / М.О. Ибрагимов // II Ежегодная итоговая конференция профессорско-преподавательского состава Чеченского государственного университета. – Грозный: Чеченский государственный университет имени Ахмата Абдулхамидовича Кадырова (Грозный), 2013. – С.206-210.

158. Иванищев, В.В. Доступность железа в почве и его влияние на рост и развитие растений / В.В. Иванищев // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2019. – № 3. – С.127-138.

159. Иванищев, В.В. Проблемы проникновения железа в растения // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. –2019. – №. 3. – С. 139-148.

160. Иванников, Е. С. Фармако-токсикологическая оценка и эффективность препарата «ДАФС-Ц» для коррекции нарушений минерального обмена у цыплят-

бройлеров в аномальных зонах по свинцу и кадмию: автореф. дис. ... канд. вет. наук / Е.С. Иванников. – Воронеж, 2006. – 21 с.

161. Иванов, А. Н. Влияние дефеката на свойства, плодородие серых лесных почв Бие-Чумышского междуречья и урожайность сельскохозяйственных культур: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.03 / Иванов Анатолий Николаевич; Алтайский государственный аграрный университет. Барнаул, 2004. - С.19

162. Иванов, А.И. Шампиньоны России (род *Agaricus* L.). Видовой состав, экология, культивирование: монография / А.И. Иванов. – Пенза: Пензенский ГАУ, 2017. – 200 с.

163. Иванов, А.И. Эколого-экономическая эффективность использования отхода грибного производства в растениеводстве / А.И. Иванов, Г.Е. Гришин, Г.В. Ильина // Нива Поволжья. - 2012. - №3. - С. 93-96.

164. Иванов, А.И. Экологические аспекты развития грибоводства в России / А.И. Иванов // Теоретическая и прикладная экология. – 2021. – №. 3. – С. 6-12.

165. Иванов, В. М. Яровой рапс на черноземных почвах Волгоградской области / В.М. Иванов, Е.С. Чурзин, С.В. Толстикова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – №. 8. – С. 101-103.

166. Иванова, Е. П. Применение дефеката и бактериальных удобрений как способ ресурсосбережения в земледелии Приморского края / Е.П. Иванова // Актуальные вопросы земледелия, возделывания и переработки сельскохозяйственных культур. – 2016. – С. 79-82.

167. Иванова, Е.П. Влияние дефеката, макро- и микроудобрений на урожайность и кормовые качества клевера лугового в условиях Приморского края / Е.П. Иванова // Вестник АГАУ. - 2018. - №1 (159). - С.39-42

168. Иванова, Е.П. Оценка эффективности применения различных известковых материалов при возделывании люцерны изменчивой / Е.П. Иванова, Л.Г. Яюк // Международный научно-исследовательский журнал. - 2021. - №2-1 (104). - С.154-158.

169. Ильина, Г.В. Изучение возможности использования отходов грибоводства в биоремедиации почв сельскохозяйственного назначения / Г.В. Ильина, С.А. Сашенкова, Д.Ю. Ильин // Нива Поволжья. – 2019. – № 4 (53). – С.16-21.

170. Ильинский, А.В. Актуальные аспекты применения отработанного субстрата грибного производства в сельском хозяйстве при решении эколого-мелиоративных задач / А.В. Ильинский, Е.В. Сельмен // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: материалы V Международной научно-практической конференции. – зашь: Индивидуальный предприниматель Коняхин А. В. - 2021. – С. 136-139.

171. Исмагилов, Р.Р. Состояние и перспективы производства семян рапса / Р.Р. Исмагилов, Р.Б. Нурлыгаянов, К.Р. Исмагилов, Р.Р. Алимгафаров // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 4 (364). – С.52-55.

172. Кайпану, А. Биоудобрения: рост производства и потребления // А. Кайпану // Защита растений. – 2020. – 15 января. – №1. – С. 290.

173. Каменев, Р.А. Разработка рекомендаций по дозам и срокам внесения бесподстилочного и подстилочного помёта различных видов птиц (куриного, индюшиного, утиного) / Р.А. Каменев // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. – 2016. – С. 38-45.

174. Каркусов, С. Рапс – перспективная культура / С. Каркусов // Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета «Студенческая наука – агропромышленному комплексу». – Владикавказ, 2019. – С. 91-92.

175. Карпачев, В.В. Рапс яровой : основы селекции / В.В. Карпачев; Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Всерос. н.-и. и проект.-технол. ин-т Рапса. – Липецк : ГНУ ВНИПТИ рапса, 2008. – 236 с.

176. Карпачёв, В.В. Приоритеты селекции ярового рапса в условиях меняющегося климата / В.В. Карпачёв // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – №.2 (148-149). – С. 57-61.

177. Кашеваров, Н. И. Создание новых сортов ярового рапса, разработка технологий их возделывания и использования на корм в Сибири / Н.И. Кашева-

ров, В. П. Данилов, Г. М. Осипова, О. А. Познахарева, Е. Р. Шукис, В.А. Рогачев, О.Т. Андреева // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №6. – С. 36-41.

178. Кашин, В.К. Никель в растениях агроландшафтов Забайкалья / В.К. Кашин // Агрехимия. – 1992. – № 11. – С. 98-106.

179. Кашукоев, М.В. Эффективность применения минеральных удобрений и биопрепаратов в посевах подсолнечника / М.В. Кашукоев, Ж.М. Яхтанигова, В.М. Бижев // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 5. – С. 30-32.

180. Керимова, А.Д. Проблемы селекции семян масличных культур в России / А.Д. Керимова // Интернет-журнал «Науковедение». – 2013. – Вып. 6. – С.1-9.

181. Кирейчева, Л.В. Использование удобрительно-мелиорирующей смеси на основе отходов сахарного производства для повышения плодородия малопродуктивных почв / Л.В. Кирейчева, С.В. Перегудов, Е.Ю. Шилова // Агрехимический вестник. - 2010. - №1. - С.22-24.

182. Кирейчева, Л.В. Управление использованием органическими отходами в сельскохозяйственном производстве / Л.В. Кирейчева, А.В. Тиньгаев // Аграрная наука. – 2009. – № 12. – С. 7-10.

183. Козлобаев, А.В. Роль регуляторов роста и микроудобрений в агротехнологии гречихи / А.В. Козлобаев // Потенциал современной науки. –2015. – №1 (9). – С.62-62.

184. Колесников, Н.П. Анализ основных технологических схем транспортно-распределительного процесса внесения мелиорантов (на примере дефеката) / Н.П. Колесников, А.П. Дьячков, А.Д. Бровченко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – №. 4-1. – С. 330-335.

185. Кольцова, О.М. Экологический аспект в оценке использования отходов производства в качестве химических мелиорантов черноземов выщелоченных типичной лесостепи Воронежской области / О.М. Кольцова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2015. - №4. - С.12-21.

186. Колягин, Ю.С. Влияние корневого питания на рост растений и урожайность подсолнечника / Ю.С. Колягин, О.В. Новичихин // Аграрная наука. – 2011. – № 10. – С. 15–16.
187. Колягин, Ю.С. Цеолиты и динамика накопления азота / Ю.С. Колягин, О.А. Карасев, А.Ф. Сладких // Сахарная свекла. – 2001. – № 9. – С. 9-11.
188. Комякова, Е.М. Эффективность органоминеральных удобрений (ОМУ) из куриных биокомпостов при возделывании кукурузы / Е.М. Комякова, О.И. Антонова, В.В. Калпокас // Вестник АГАУ. – 2019. – №9 (179). – С. 157-162.
189. Кондратьева, Т. Д. Обоснование способа компостирования куриного помёта для получения органического удобрения с использованием микробиологических добавок / Т.Д. Кондратьева // Наука сегодня: факты, тенденции, прогнозы: материалы международной научно-практической конференции. 26 июня 2019 г. – Вологда: ООО «Маркер», 2019. – С. 11-13.
190. Кононенко, С. И. Нетрадиционные зерновые компоненты в рационах свиней / С. И. Кононенко // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – №79. – С. 402-414.
191. Кононенко, С. И. Эффективный способ повышения продуктивности / С. И. Кононенко // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 98. – С. 759 -768.
192. Кононенко, С.И. Рапсовый жмых в кормлении свиней / С.И. Кононенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. –2012. – Т. 1. – № 36. – С. 178-181.
193. Кононенко, С.И. Способы улучшения использования питательных веществ рационов / С.И. Кононенко // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – №86. – С. 486-510.
194. Конончук, В.В. Экономический анализ использования различных видов органических удобрений в формировании урожайности сельскохозяйственных культур / В.В. Конончук, Л.Н. Иовик // Экологический вестник: научно-практический журнал. – 2016. – № 2. – С. 104-109
195. Корецкий, Д.С. Возможности использования цеолитов в растениеводстве / Д.С. Корецкий // Технологии и оборудование химической, биотехнологиче-

ской и пищевой промышленности: материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с Международным участием (28-30 апреля 2010 г., г. Бийск): в 2-х ч. – Ч. 2. – Бийск: Изд-во Алтайского государственного технического университета, 2010. – 419 с.

196. Корецкий, Д.С. Изучение влияния цеолита Пегасского месторождения на рост растений / Д.С. Корецкий, А.Ю. Игнатова // Вестник КузГТУ. –2010. – №2. – С.92-95.

197. Кормин, В.П. и др. Энергетическая эффективность применения куриного помета под капусту белокочанную и картофель на лугово-черноземной почве / В.П. Кормин // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2020. – №. 2. – С. 51-57.

198. Королев, А.А. Изменение агромелиоративного состояния чернозема, выщелоченного под влиянием цеолитсодержащей породы, дефеката и органических удобрений в условиях лесостепного Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02/ Королев Алексей Александрович. ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия». - Пенза, 2007. - 23 с.

199. Корягин, Ю. В. и др. Качество получаемой продукции при использовании микробиологических удобрений в технологии возделывания сельскохозяйственных культур / Ю.В. Корягин // Сурский вестник. – 2020. – №. 3. – С. 38-43.

200. Косолапова, А. В. Влияние дефеката на плодородие выщелоченного чернозема Воронежской области / А. В. Косолапова // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). - 2015. - 1. - С.88-92.

201. Косорихин, С.С. Влияние жидкого навоза и минеральных удобрений на урожай и качество семян ярового рапса в лесостепи ЦЧР / С.С. Косорихин // Мировой опыт и перспективы развития сельского хозяйства: материалы Международной конференции. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2008. – С. 56-58.

202. Косорихин, С.С. Влияние жидкого навоза и минеральных удобрений на структуру урожая ярового рапса / С.С. Косорихин // Агробиологические основы повышения урожая и качества продуктов полевых культур в ЦЧР: юбил. сборник

науч. трудов. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2009. – С. 16-20.

203. Костевич, С. В. Применение бора и молибдена на посевах сои / С.В. Костевич, О.И. Асокин // Масличные культуры. – 2008. – №2 (139). – С.35-40.

204. Костин, В.И. Теоретические и практические аспекты предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур физическими и химическими факторами / В. И. Костин. – Ульяновск, 1998. – 120 с.

205. Костин, В.И. Внекорневая подкормка и эколого-биохимическая оценка качества корнеплодов / В.И. Костин, О.Г. Музурова, Е.Е. Сяпуков // Сахарная свёкла. – 2013. – №4. – С.18-21.

206. Костин, В. И. Влияние микроэлементов - синергистов на фотосинтетические показатели и урожайность озимой пшеницы / В.И. Костин, Ф.А. Мударисов, А.И. Семашкина // Вестник Ульяновской ГСХА, 2017. – №4 (40). – С. 30-35.

207. Кошеляева, И.П. Развитие болезней яровой пшеницы при внесении мелиорантов и удобрений / И.П. Кошеляева, Е.Н. Кузин // Плодородие. - 2007. - №3. - С.17.

208. Кравцова, Ю.К. Характеристика физическо-химических свойств птичьего помёта / Ю.К. Кравцова, Т.А. Сторожук // Новая наука: опыт, традиции, инновации. – 2016. – №. 4-2. – С. 146-148.

209. Кривошлыков, К. М. Объективные предпосылки для усиления роли государства в развитии селекции и семеноводства масличных культур в России / К.М. Кривошлыков, М.В. Трунова, А.В. Лукомец // Масличные культуры. – 2019. – №. 3 (179). – С. 79-84.

210. Кузин, Е.Н. Изменение урожайности культур зернопропашного севооборота на фоне последствия природного цеолита и повторного внесения удобрений / Е.Н. Кузин, Е.Е. Кузина // Нива Поволжья. – 2013. – №1 (26). – С.24-29

211. Кузин, Е.Н. Изменение урожайности сельскохозяйственных культур и агрохимических свойств почвы под действием цеолита и удобрений / Е.Н. Кузин, Е.В. Курносова // Нива Поволжья. – 2008. – №. 2. – С. 18-24.

212. Кузина, Е.Е. Изменение общих физических свойств серой лесной почвы на фоне последствия природного цеолита и повторного внесения навоза / Е.Е. Кузина, Е.Н. Кузин // Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»: в 2-х т. Т.1. – Пенза, 2011. – С. 31 -32.

213. Кузина, Е.Е. Изменение продуктивности культур зернопропашного севооборота на фоне последствия природного цеолита и повторного внесения навоза / Е.Е. Кузина, А.Н. Арефьев, Е.Н. Кузин // Нива Поволжья. –2015. № 3 (36). – С. 64-70.

214. Кузина, Е.Е. Продуктивность сельскохозяйственных культур и изменение плодородия серой лесной почвы при использовании цеолита и удобрений в лесостепном Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09, 06.01.02 / Кузина Елена Евгеньевна; Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. – Пенза, 2008. – 24 с.

215. Кулагина, Е.М. Активированный цеолит как компонент органоминерального удобрения / Е.М. Кулагина, Е.Ю. Громова, Р.И. Юсупова, Ф.Ф. Багаутдинов, Ю.Г. Галяметдинов // Вестник Технологического университета. – 2020. – №. 11. – Т. 23. – С. 9-12.

216. Кулебакин, В.Г. Исследование физико-химических свойств цеолитов и некоторые аспекты их комплексного использования / В.Г. Кулебакин, О.А. Ульянова, Т.И. Бугаева и др. // Роль минерально-сырьевой базы Сибири в устойчивом функционировании плодородия почв. – Красноярск, 2001. – С. 105-109.

217. Куликова, А.Х. Эффективность цеолита, в том числе модифицированного, в качестве удобрения кукурузы / А.Х. Куликова, Е.А. Яшин, М.С. Черкасов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии: научно-теоретический журнал. – Ульяновск: УлГАУ, 2020. – № 3 (51), июль - сентябрь. – С. 76-84.

218. Кульчиев, М.М. Исследование влияния ионно-плазменного воздействия на сорбционные свойства природных цеолитов // Строительство – формирование среды жизнедеятельности: сборник XIX Международной межвузовской

научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (27-29 апреля 2016 г., Москва). – Москва, 2016 – С.847.

219. Курбанов С. Рапс – ценнейшая сельскохозяйственная культура / С. Курбанов, И. Исмаилов, Н. Ниматулаев // *Stiinta agricola*. – 2009. – №. 2. – С. 27-31.

220. Курмашева, Н. Г. Продуктивность льна масличного под влиянием навоза и минеральных удобрений / Н.Г. Курмашева // *Российский электронный научный журнал*. – 2019. – №. 3. – С. 20.

221. Курносова, Е.В. Действие дефеката и органических удобрений на биологическую активность почвы и урожайность яровой пшеницы / Е.В. Курносова // *Материалы Международной научной конференции «Применение средств химизации - основа повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранения плодородия почв»*. - Москва, 2004. - С. 138-140.

222. Курносова, Е.В. Изменение агроメリоративного состояния чернозема выщелоченного под действием дефеката и органических удобрений в условиях лесостепного Поволжья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.02 / Курносова Елена Владимировна; ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия». - Пенза, 2005. – 21 с. – 2005. - С.22.

223. Курносова, Е.В. Микробиологическая активность чернозема выщелоченного на фоне действия и последействия дефеката и органических удобрений / Е.В. Курносова // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2012. – Т. 7. – №. 3. – С. 122-125.

224. Курчаева, Е.Е. Разработка полноценных комбикормов с использованием рапсового шрота / Е.Е. Курчаева, Т.Н. Тертычная, А.А. Шевцов, Н.А. Сердюкова, Н.Ю. Ситников // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. – 2000. – 3(85). – С. 145-152.

225. Кшникаткина, А. Н. Влияние некорневой подкормки комплексными водорастворимыми удобрениями на урожайность и качество зерна тритикале / А. Н. Кшникаткина, П. Г. Аленин, А. Е. Пимкин // *Нива Поволжья*. – 2011. – № 2(19). – С. 28-33.

226. Кшникаткина, А. Н. Применение Силипланта в технологии возделывания зерновых и кормовых культур / А. Н. Кшникаткина, Л. А. Дорожкина // Агрохимический вестник. – 2014. – № 5. – С. 41-44.

227. Кшникаткина, А.Н. Продуктивность и качество сортообразцов сафлора красильного в условиях Среднего Поволжья / А.Н. Кшникаткина, Т.Я. Прахова, А.А. Щанин // Нива Поволжья. – 2019. – № 1 (50). – С. 2-7.

228. Кшникаткина, А.Н. Роль некорневых подкормок в повышении продуктивности клевера паннонского / А. Н. Кшникаткина, Г.Е. Гришин, А. В. Семенчев // Нива Поволжья. – 2013. – № 3(28). – С. 43-48.

229. Лазарев, В.И. Эффективность применения гранулированного компоста из куриного помёта на посевах ярового ячменя в условиях чернозёмных почв Курской области / В.И. Лазарев, А.И. Стифеев, П.П. Черников // Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы Международной научно-практической конференции. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2018. – С. 76-80.

230. Левин, И.Ф. Рапс как прибыльная культура / И.Ф. Левин. – Казань: ООО «Лайт», 2003. – С.102.

231. Лисицын, А. Н. Рапс-высокоценная масличная культура многоцелевого назначения / А.Н. Лисицын, В.Н. Григорьева, Л.Н. Лишаева // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров. – 2013. – № 1. – С. 5-12.

232. Литвак, Ш.И. Системный подход к агрохимическим исследованиям – М.: Агропромиздат. - 1990. – 220 с.

233. Литвиненко, К. А. Влияние гуминатрина на урожайность масличного льна в подтаёжной зоне Омской области в 2019 г. / К.А. Литвиненко // Студенческая наука об актуальных проблемах и перспективах инновационного развития регионального АПК: материалы XIX научно-практической конференции обучающихся. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2020. – С. 16-19.

234. Литти, Ю. В. Состав микробного сообщества на разных стадиях компостирования, перспектива получения компоста из муниципальных органических

отходов (обзор) / Ю.В. Литти, Ю.И. Русскова // Прикладная биохимия и микробиология. – 2019. – № 55(3). – С. 211-221.

235. Лобова, Т. В. Рапс-перспективная культура Сибири / Т.В. Лобова, М.А. Субботина // Новая наука: опыт, традиции, инновации. – 2016. – №. 9. – С. 82-84.

236. Лобова, Т. В. Исследование и разработка технологических основ производства плавленых сыров с рапсовым маслом : специальность 05.18.04 "Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств" : автореферат диссертации на соискание ученой степени канд.техн.наук / Т. В. Лобова. - Кемерово. - 1996. - 14 с.

237. Лопата, Ф.Ф. Ветеринарно-санитарная оценка органических отходов животноводства / Ф.Ф. Лопата // Аграрный вестник Урала. – 2008. – №2. – С. 72-75.

238. Лохматова, А.А. Влияние цинка на накопление ртути ячменём и пшеницей из дерново-подзолистой почвы / А.А. Лохматова, М.А. Ефремова, Д.М. Бигати, В.В. Семенова // Роль молодых ученых и исследователей в решении актуальных задач АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2020. – С. 15-18.

239. Лукомец, В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами: монография / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов, В.Т. Пивень, И.И. Шуляк, У.Т. Корреа; под общ. ред. В. М. Лукомца. – Краснодар: ГНУ ВНИИМК РАСХН, 2010. – 327 с.

240. Лукьяненко, В.А. Новое экологически безопасное органическое удобрение // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы Международной научно-практической конференции. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 372-374.

241. Лухменёв, В.П. Подсолнечник в восточных регионах России : монография / В. П. Лухменёв ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования

"Оренбургский гос. аграрный ун-т". - Москва : Омега-Л ; Оренбург : Изд. центр ОГАУ. - 2015. - 239

242. Лухменёв, В.П. Влияние удобрений, фунгицидов и регуляторов роста на продуктивность подсолнечника / В.П. Лухменёв // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1. – С. 41–46.

243. Лыков, А.М. Практикум по земледелию с основами почвоведения / А.М. Лыков, А.М. Туликов // М.: Агропромиздат - 1985. – 207 с.

244. Лысанова, О.П. Динамическое расширение посевных площадей рапса в регионе / О.П. Лысанова // «Аграрная наука в инновационном развитии агропромышленного комплекса Иркутской области». Сборник научных тезисов очно-заочной научно-практической конференции посвященной Дню Российской науки. - Молодежный: Изд-во Иркутский ГАУ, Т.2, 2023. – С. 114.

245. Макарова, М. П. Использование органоминеральных удобрений на основе ОСВ и цеолита на выработанном торфянике / М.П. Макарова // Агрохимический вестник. – 2013. – №. 5. – С. 029-030.

246. Макарова, М.П. Агроэкологическая оценка воздействия осадка сточных вод на базовые компоненты агроэкосистем с яровым рапсом в условиях южной части Нечерноземной зоны: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Макарова Марина Павловна; Рос. гос. аграр. ун-т. – М., 2013. – 23 с.

247. Макарова, М.П. Эффективность использования органоминеральных удобрений на основе осадков сточных вод на выработанных торфяниках / М.П. Макарова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 1 (21). – С. 51-55.

248. Макарова, М.П.. Влияние органоминеральных удобрений на основе ОСВ и цеолита на продуктивность агроценоза ярового рапса / М.П. Макарова, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 3 (19). – С. 109-112.

249. Макеева, Т.Ф. Роль Сосковского цеолита в повышении агроэкологической эффективности органических и минеральных удобрений на серых лесных

почвах Орловской области / Т.Ф. Макеев, М.В. Гудилина // Вестник ОрелГАУ. – 2008. – № 4. – С. 36-39.

250. Мамеев, В.В. Эффективность применения гумитона в интенсивной технологии возделывания озимой пшеницы / В.В. Мамеев, В.Е. Ториков, В.М. Никифоров, А.А. Суслов // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №1 (83). – С.11-18.

251. Мамсиров, Н.И. Влияние минеральных удобрений и препарата Акварин 5 на продуктивность гибридов подсолнечника в Адыгее / Н.И. Мамсиров, А.М. Гумова, А. Р. Мамсиров // Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве: материалы международной науч.-практ. конф. – Владикавказ: Горский ГАУ, 2017. – С. 101-103.

252. Мамсиров, Н.И. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании зерновых культур / Н.И. Мамсиров, О.А. Благополучная, Н.А. Мамсиров // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 24–25.

253. Масло рапсовое [Электрон.ресурс]. – Режим доступа: [https://aemcx.ru/wp-content/uploads/2021/11/Обзор-ВЭД\\_рапсовое-масло\\_23-11-2021-1](https://aemcx.ru/wp-content/uploads/2021/11/Обзор-ВЭД_рапсовое-масло_23-11-2021-1).

254. Мастеров, А.С. Практикум по земледелию / А.С. Мастеров, Д.В. Виноградов, М.В. Потапенко [и др.]. – Рязань, 2018. – 256 с.

255. Медведева, Н. В. Экологически безопасные средства защиты посевов подсолнечника от вредных организмов / Н.В. Медведева, С.А. Семеренко // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. – 2015. – С. 79-84.

256. Межаков, В. З. Ресурсный потенциал природных цеолитов и перспективы их использования в аграрном производстве Приамурья / В.З. Межаков, В.С. Онищук, Т.В. Артеменко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 5. – С. 273-278.

257. Мезенцева, Е.Г. Рапс в Беларуси – культура нереализованных возможностей / Е.Г. Мезенцева // Наше сельское хозяйство. – 2019. – №. 9. – С. 44-53.

258. Мерзлая Г. Е. Эффективное применение органических удобрений на основе птичьего помёта / Г.Е. Мерзлая, Р.А. Афанасьев, Г.А. Кирсанов, А.А. Коваленко, А.И. Степанов // Научно-технологическое развитие АПК как драйвер экономического роста ЕАЭС: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. – М.: ООО «Научный консультант», 2018. – С. 212-221.

259. Мерзлая, Г.Е. Агроэкологические основы и технологии использования бесподстилочного навоза: монография / Г.Е. Мерзлая, М.Н. Новиков, А.И. Еськов, С.И. Тарасов. – М.: РАСХН, ГНУ ВНИПТИОУ, 2006. – 463 с.

260. Мерзлая, Г.Е. Использование свиного навоза для удобрения сельскохозяйственных культур / Г.Е. Мерзлая, И.В. Щеголева, М.В. Леонов // Перспективное свиноводство: теория и практика. – 2012. – №6. – С.9.

261. Мерзлякова, А.О. Влияние предпосевной обработки семян различными микроудобрениями на формирование урожайности и качество надземной биомассы ярового рапса Галант / А.О. Мерзлякова, И.Ш. Фатыхов, Э.Ф. Вафина // Науке нового века – знания молодых: матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и соискателей, посвящ. 80-летию Вятской ГСХА. – Киров: Вятская ГСХА, 2010. – С. 113-117.

262. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами; под ред. В.М. Лукомца. – Краснодар: Всероссийский НИИ масличных культур, 2007. – 113 с.

263. Методические рекомендации по расчету баланса гумуса и потребности в удобрениях / П.Д. Попов, А.И. Жуков, С.М. Лукин, В.В. Мосалева. – Владимир, 1987. – 16с.

264. Методические указания по определению биохимических показателей качества масла и семян масличных культур / ВАСХНИЛ, ВНИИ масличных культур. – Краснодар, 1986. – 88 с.

265. Методические рекомендации. Известкование и применение дефеката на кислых почвах Орловской области / В.Г. Небытов [и др.]. – Орел, ВНИИЗБК, 2015. - 56 с.

266. Методическое пособие для студентов химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова (на примере сканирующего электронного микроскопа LEO EVO 50 XVP) / Калмыков К.Б., Дмитриева Н.Е. - Москва, 2017. - 58 с.

267. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур. Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / М. А. Федин и др. - Москва, 1989. - 194 с.

268. Мифтахова, Л. Х. Промышленные методы производства биодизельного топлива / Л.Х. Мифтахова // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №12. – Т. 16. – С. 80-83.

269. Михальчук, С.Н. Влияние различных форм известковых мелиорантов на качество зеленой массы клевера / С.Н. Михальчук, Н.В. Михальчук, А.Н. Ажгиревич, Л.Н. Иовик // Мелиорация. – 2019. – №. 4. – С. 37-44.

270. Морозов, А.И. Применение органоминеральных и микроудобрений для повышения продуктивности эфиромасличных культур / А.И. Морозов, Р.Р. Тхаганов, Н.С. Тропина, В.Р. Тхаганов, А.Ю. Аникина // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 4 (184). – С. 45–51.

271. Мостякова, А.А. Влияние регуляторов роста и расчетных доз удобрений на продуктивность картофеля в лесостепи среднего Поволжья / А.А. Мостякова, В.П. Владимиров, К.В. Владимиров // Вестник Казанского ГАУ. – 2014. – № 2 (32). – С. 131–135.

272. Мотылева, С.М. Влияние природного цеолита на морфо-биохимические показатели листьев крыжовника / С.М. Мотылева, М.Н. Кузнецов // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № (4). – С. 36-37.

273. Мотылёва, С.М. Влияние природных минералов (цеолитов) Тербунского и Хотынецкого месторождений на морфолого-биохимические показатели растений рапса в условиях агроэкологического опыта / С.М. Мотылёва, Ю.В. Меренкова, В.А. Гулидова, Р.В. Щучка, М.Е. Мертвищева, В.А. Кравченко // Экология и безопасность пищевых продуктов. – 2013. – № 1(18). – С.69-75.

274. Мотылева, С.М. Влияние цеолита Хотынецкого месторождения на некоторые физиологические показатели и урожайность крыжовника / С.М. Мотылева, С.В. Резвякова // Вестник аграрной науки. – 2010. – № 24(3). – С.17-21.

275. Мотылева, С.М. Исследование сорбционной способности цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения (Липецкая область) / С.М. Мотылева, В.А. Гулидова, М.Е. Мертвищева, Р.В. Щучка, Ю.В. Меренкова // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 12 (104). – С. 22-24.

276. Мотылева, С.М. Физико-химические свойства цеолитсодержащей породы Тербунского месторождения / С.М. Мотылева, Е.В. Леоничева, М.Е. Мертвищева, Т.А. Роева, В.А. Гулидова, Р.В. Щучка, О.А. Дубровина, Ю.В.Меренкова // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 2. – С. 24-26.

277. Мусаева, И. Утилизация органических отходов / И. Мусаева, М.У. Элипханов // Современные проблемы естествознания: материалы IV региональной научно-практической конференции студентов и молодых ученых. Махачкала, 2020. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет, АЛЕФ, 2020. – 354 с.

278. Мустафина, В.В. Процессы роста и фотосинтетическая активность листа осины / В.В. Мустафина, Ю.Л. Цельникер // Физиология растений. – 1979. – Вып. 5. – Т. 26. – С. 285-293.

279. Муха, В.Д. Дефекат перспективное удобрение-мелиорант / В.Д. Муха, И.Я. Пигорев, А.Л. Ачкасов, В.Н. Недбаев, О.Н. Мирошниченко, С.И. Худяков, Е.В. Бельчиков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2011. - №6. - С.47-49.

280. Мхитарьянц, Л. А. Особенности химического состава семян рапса современных селекционных сортов / Л.А. Мхитарьянц, Г.А. Мхитарьянц, А.Н. Марашева, Т.И. Тимофеев // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – №4. – С.33-36.

281. Нагорнов, С. А. Получение биодизельного топлива: современные тенденции, проблемы и пути их решения / С. А. Нагорнов, С. И., Дворецкий, С. В.

Романцова [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2009. – № 10(24). – С. 55-60.

282. Нагорнов, С.А. Исследование фракционного состава биотоплив, полученных биоконверсией растительного сырья / С. А. Нагорнов, С. И. Дворецкий, С. В. Романцова [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2009. – № 6(20). – С. 83-94.

283. Наумцева, К.В. Использование биоудобрений в посевах горчицы / К.В. Наумцева, Д.В. Виноградов // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 506-509.

284. Наумцева, К.В. Некорневые подкормки в агроценозах горчицы белой в условиях Нечернозёмной зоны России // Вестник РГАТУ имени П.А. Костычёва. – 2021. – №3. – С. 62-67.

285. Наумцева, К.В. Перспективы производства горчицы белой в условиях рязанской области в сборнике / К.В. Наумцева // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: материалы IV Международной научно-практической конференции. 09 апреля 2020 г. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 293-297.

286. Низамов, Р.М. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании ярового рапса на маслосемена в климатических условиях Предкамья в Республике Татарстан / Р.М. Низамов, С.Р. Сулейманов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №. 1. – С. 38-45.

287. Никонова, Г.Н. Влияние регуляторов роста на прорастание семян амаранта / Г.Н. Никонова, Е.А. Чернова // Проблемы естественных, математических и технических наук в контексте современного образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Липецк, 2021. – С. 221-224.

288. Никонова, Г.Н. Использование микробиологических стимуляторов роста в экологическом земледелии / Г.Н. Никонова, С.И. Алымова // Проблемы естественных, математических и технических наук в контексте современного образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Липецк, 2021. – С. 215-220.

289. Никонова, Г.Н. Применение биопрепаратов в экологическом земледелии / Г.Н. Никонова, О.М. Никонова, А.М. Никонов // Инновационные исследования как локомотив развития современной науки: от теоретических парадигм к практике: сборник научных статей XIX Международной научно-практической конференции. – М.: ООО «НИЦ МИСИ», 2019. – С. 103-110.

290. Ничипорович, А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах / А.А. Ничипорович // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. - М.: Издательство АН СССР. - 1963. - С.5-36.

291. Новицкая, Н.В. Урожайность сои в зависимости от элементов технологии на черноземах типичных Лесостепи Украины / Н.В. Новицкая, А.В. Джемесюк // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – №. 5 (127). – С. 11-16.

292. Нурлыгаянов, Р. Б. Производство семян ярового рапса в Западной Сибири / Р. Б. Нурлыгаянов, А. Л. Филимонов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – №4. – С. 20-22.

293. Нурлыгаянов, Р.Б. Ретроспективный анализ и современное состояние производства ярового рапса в России / Р. Б. Нурлыгаянов, Г. М. Рахимова, И. А. Карома // Интеграция науки и практики для развития агропромышленного комплекса: материалы 2-ой национальной научно-практической конференции. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. – С. 383-392.

294. Нурлыгаянов, Р.Б. Яровой рапс в России: ретроспектива и современность / Р.Б. Нурлыгаянов, С.Н. Непочатая // Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию ра-

боты кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 253-261.

295. Олейникова Е.Н. Яровой рапс – перспективная культура для развития агропромышленного комплекса Красноярского края / Е.Н. Олейникова, М.А. Янова, Н.И. Пыжикова, А.А. Рябцев, В.Л. Бопп // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 1. – С.74-80.

296. Осипов, А.В. Влияние дефеката на агрохимические свойства чернозема выщелоченного западного Предкавказья / А.В. Осипов, Жуков А.С., Катинда Марсеал де Соуза Бело // Энтузиасты аграрной науки. – 2019. – С. 321-324.

297. Осипова, Г.М. Особенности селекции и перспективы использования нового сорта ярового рапса 00-типа Сибирский / Г.М. Осипова, О.А. Познахарева // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 7. – № 4. – С. 151-157.

298. Осьминин, Е.Д. Утилизация блоков после выращивания грибов вешенки / Е.Д. Осьминин, С.А. Кшникаткин // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 231-234.

299. Павлов, П.Н. Использование субстрата отработанных грибных блоков вешенки в весенних пленочных теплицах // Современные наукоемкие технологии – основа модернизации агропромышленного комплекса: материалы международной научно-практической конференции. пос. Персиановский, 2021. – Пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет», 2021. – С. 151-154.

300. Павлюченко, А.У. Плодородие почвы и продуктивность ячменя под воздействием удобрений в кормовом севообороте / А.У. Павлюченко, О.В. Гріднева, Л.А. Пискарева // Земледелие. - 2014. - №7. - С.18-20.

301. Пахомова, О.Н. Перспективность использования жмыхов и шротов масличных культур для повышения пищевой и биологической ценности продук-

тов питания / О.Н. Пахомова // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2011. – №. 2. – С. 377-381.

302. Пейве, Я.В. Металлы – микроэлементы и роль их в ферментативных процессах / Я. В. Пейве // Агрохимия. – 1975. – № 8. – С. 148-156.

303. Пейве, Я.В. Микроэлементы и ферменты / Я. В. Пейве. – Рига: Изд-во АН Латв. ССР, 1960. – 136 с.

304. Пейве, Я.В. Микроэлементы на службу сельскому хозяйству / Я. В. Пейве. – М.: Знание, 1956. – С. 32

305. Пенкина, С.В. Влияние мелиорантов и минеральных удобрений на продуктивность ярового ячменя на черноземе обыкновенном Саратовского Правобережья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Пенкина Светлана Владимировна; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2004. - 20 с.

306. Персикова, Т. Ф. Влияние различных доз удобрений на основе куриного помета на качество основной и побочной продукции пшеницы яровой / Т.Ф. Персикова, Т.Н. Мыслыва, М.В. Царева // Матеріали міжнародно науково-практично конференції «Актуальні проблеми підвищення родючості ґрунтів та застосування агрохімічних засобів в агрофітосеннозах (Дубляны, 7-9 июня 2017 г.). – Дубляны: ЛНАУ, 2017. – С. 221-228.

307. Персикова, Т.Ф. Агроэкологическое обоснование возделывания ярового рапса с целью снижения антропогенной нагрузки на дерново-подзолистую почву разного гранулометрического состава при применении куриного помёта / Т.Ф. Персикова, М.В. Царева // Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса: коллективная монография; под ред. В.В. Огорокова. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр», 2019. – С. 59-65.

308. Перспективная ресурсосберегающая технология производства ярового рапса: методические рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 60 с.

309. Пестис, М. В. Состояние и пути повышения эффективности производства рапса в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь / М.В. Пе-

стис // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов; под ред. В.К. Пестиса. – Гродно: Гродненский государственный аграрный университет, 2018. – С. 215-221.

310. Пигорев, И.Я. Окультивирование зональных почв Черноземья отходами свеклосахарного производства / И.Я. Пигорев, Н.В. Беседин, В.Н. Недбаев, Е.В. Малышева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - №1. - С.15-20.

311. Пигорев, И.Я. Применение органоминеральных удобрений под сою на черноземе типичном / И.Я. Пигорев // Инновационные технологии в растениеводстве и экологии. – 2017. – С. 38-40.

312. Пигорев, И.Я. Улучшение агроэкологического состояния почв как способ повышения продуктивности полевых культур / И.Я. Пигорев, И.В. Ишков // Аграрная наука-сельскому хозяйству. – 2017. – С. 236-238.

313. Пискаева, А.И. Анализ способов переработки сельскохозяйственных органических отходов на примере куриного помета / А.И. Пискаева // Экономика: экономика и сельское хозяйство. – 2016. – №4 (12). – С.1-7.

314. Пискаева, А.И. Биоудобрение на основе микроорганизмов, модифицированных кластерным серебром для переработки жидких органических отходов птицеводства / А.И. Пискаева, Ю.Ю. Сидорин, Л.С. Дышлюк, А.И. Линник // Инновации в пищевой промышленности: образование, наука, производство: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2014. – С. 36-38.

315. Плугов, А. Рынок рапса в 2021 году – тенденции и прогнозы [Электрон. ресурс] / А. Плугов. – Режим доступа: <https://www.oilworld.ru/analytics/localmarket/324359>.

316. Полухин, А.А. Тенденции развития селекции и семеноводства в России в условиях реализации политики импортозамещения на ресурсных рынках / А. А. Полухин, В. И. Панарина, Н. А. Шабалкина // Вестник аграрной науки. – 2020. – №. 4 (85). – С. 118-129.

317. Порсев, И.Н. Роль биологических препаратов и агрохимикатов в фитосанитарной технологии возделывания льна масличного в Зауралье / И.Н. Порсев, Г.Г. Карпов, И.А. Субботин, Н.А. Купцевич // Вестник Курганской ГСХА. – 2020. – №3 (35). – С. 56-61.

318. Потапов, М.А. Применение куриного помёта для улучшения характеристик почв / М.А. Потапов, Д.И. Фролов // Актуальные вопросы современной науки: теория и практика научных исследований: сборник научных трудов всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: Изд-во Пензенского государственного технологического университета, 2021. – 315 с.

319. Потапов, М.А. Оптимизация количества отверстий в матрице одношнекового экструдера для переработки птичьего помета / М.А. Потапов, Д.И. Фролов, А.А. Курочкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2020. – Т. 5. – № 4. – С. 42–48.

320. Практикум по агрохимии / Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин, Ю.П. Жуков и др.; под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – С.232 – 234.

321. Практикум по агрохимии / И.В. Пустовой, В.И. Филин, А.В. Корольков; под ред. И.В. Пустового. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1995. – С.210 – 212. .

322. Прахова, Т.Я. Рыжик масличный – ценная кормовая культура / Т. Я. Прахова // Кормопроизводство. – 2013. – № 8. – С. 45-47

323. Прахова, Т.Я. Рыжик посевной (*Camelinasativa* (L.) Crantz): монография / Т. Я. Прахова. – Пенза: ПГСХА, 2013. – 208 с.: ил.

324. Предпосевная обработка семян как способ повышения посевных качеств рапса озимого в условиях западной лесостепи Украины / А. П. Волощук [и др.] // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (42). – С. 24–29.

325. Пристач, Н.В. Использование рапсового жмыха в кормлении животных / Н.В. Пристач, Л.Н. Пристач // Вестник биотехнологии. – 2017. – № 3 (13). – С. 8.

326. Производство рапса озимого и ярового в России в 2022 г. [Электрон.ресурс]. – Режим доступа: [https://rosraps.ru/2023/03/13/rapeseed\\_production\\_russia\\_2022](https://rosraps.ru/2023/03/13/rapeseed_production_russia_2022).

327. Пройда, Ю.А. Эффективность применения микроэлементов при возделывании сои в условиях Юго-Запада ЦЧР: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Пройда Юрий Александрович; Белгородская государственная сельскохозяйственная академия. – Белгород, 1999. – 22 с.

328. Протасова, М.В., Миронов С.Ю., Лукьянчикова О.В., Бабкина Л.А. Перспективные направления использования отходов сахарного производства / М.В. Протасова, С.Ю. Миронов, О.В. Лукьянчикова, Л.А. Бабкина // Auditorium. - 2016. - №2 (10). - С.32-41.

329. Пугачёв, П. Рапс – 2019: итоги, реалии, перспективы / П. Пугачёв // Комбикорма. – 2020. – № 3. – С. 2-4.

330. Пупышев А.А. Атомноабсорбционный спектральный анализ. Москва: Техносфера, 2009. - 784 с.

331. Рапс – культура XXI века: аспекты его использования в сфере производства продуктов питания, кормов и энергии; под ред. Карпачева В.В., Артемова В.В., Щугорева В.В. – Липецк: ВНИИ рапса, 2005. – С.288.

332. Рапс – культура XXI века: аспекты использования на продовольственные, кормовые и энергетические цели: сборник научных докладов международной научно-практической конференции. Липецк, 15 июля 2005 г. – Липецк: ОАО ПК «Ориус», 2005. – 288 с.

333. Рапс и сурепица (Выращивание. Уборка, использование) / Д. Шпаар и др.; под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2007. – 320 с.

334. Рапс озимый и яровой: практическое руководство по освоению интенсивной технологии возделывания / отв. за вып. В.П. Буряков. – М., 1988. – 44 с.

335. Рапс: площади, сборы и урожайность в 2001-2019 гг. – Текст: электронный // Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр». – URL: <https://www.ab-centre.ru> (дата обращения 29.07.2022).

336. Растениеводство / П. П. Вавилов, В. В. Грищенко, В. С. Кузнецов; под ред. П.П. Вавилова. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
337. Растениеводство: учебник по специальности 3110200 «Агрономия» / Г. С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Г.В. Коренев и др. – М.: Колос, 1997. – 447 с.
338. Ратошный, А.Н. Рапс и продукты его переработки в рационах для свиней и птицы: учебное пособие / А.Н. Ратошный, С.И. Кононенко, Д.В. Осепчук, И.Р. Тлецерук. – Краснодар: ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 2015. – 221 с.
339. Рекомендации по интенсивной технологии возделывания рапса / В. В. Карпачев [и др.]. – Липецк: ВНИИПТИ рапса, 1987. – 70 с.
340. Романцова, С.В. Совместимость композитного биодизельного топлива с резинами / С.В. Романцова, Р.Е. Аббасов, И.И. Фролов // Современные научные исследования и инновации. – 2012. – № 4. – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2012/04/11811> (дата обращения: 24.03.2022).
341. Руденко, Е.В. Яровой рапс: современное состояние и структура посевов в основных рапсосоющих регионах Российской Федерации / Е.В. Руденко, Л.А. Горлова // Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных и других технических культур: X всероссийская конференция молодых ученых и специалистов. – Краснодар: ВНИИМК, 2019. – С. 150-154.
342. Сабетова, А.А. Направления использования вторичных отходов свеклосахарного производства / А.А. Сабетова, М.В. Девина // ТППП АПК. - 2017. - №5 (19). - С.132-141.
343. Сабирова, Р.М. Эффективность применения гранулированного куриного помёта как основного удобрения на серых лесных почвах Республики Татарстан / Р.М. Сабирова, Ф.Ф. Хисамиев, Р.С. Шакиров // Плодородие. – 2020. – №. 3 (114). – С. 29-32.
344. Савенков, В.П. Агротехнические приемы возделывания ярового рапса / В.П. Савенков, В.М. Первушин // Технические культуры. – 1991. – № 5. – С. 21-24.

345. Савенков, В.П. Научно-практические основы управления агротехнологиями производства ярового рапса: монография / В.П. Савенков, В.В. Карпачев. – Липецк: Липецкий гос. технический ун-т, 2017. – 460 с

346. Савенков, В. П. Урожай и качество семян редьки масличной в зависимости от особенностей применения макро-и микроудобрений и биопрепарата в условиях центрального черноземья / Савенков В. П., Кузьмина Е. Ю. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2021. – №. 10 (175). – С. 11-18.

347. Савенков В. П. Инновационные технологии возделывания ярового рапса на семена //Земледелие. – 2009. – №. 2. – С. 25-27.

348. Савенков В. П. Урожай рапса зависит от технологии возделывания и погодных условий //Кормопроизводство. – 2008. – №. 2. – С. 19-21.

349. Савенков, В.П. Научно-практические основы управления агротехнологиями производства ярового рапса [Текст] : монография / В.П. Савенков, В.В. Карпачев // ФГБНУ "ВНИИ рапса. – Липецк : Липецкий гос. технический ун-т, 2017. – 460 с.

350. Савченков, М.Ф. Цеолиты России : (Мед.-биол., гигиен., экол. и экон. аспекты) / М. Ф. Савченков, П. Г. Ткачев, И. П. Льгова. - Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 1998. - 253 с.

351. Савченков М. Ф. Цеолиты Сибири и Дальнего Востока: эколого-гигиенические аспекты //Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2009. – Т. 85. – №. 2. – С. 15-18.

352. Савченков, М.Ф. Цеолиты России. XXI век / М.Ф. Савченков // Техносферная безопасность. – 2017. № 2(2). – С. 38-44.

353. Самойленко, С.С. Продуктивность и качество семян подсолнечника при применении микроудобрений в условиях Западного Предкавказья / С.С. Самойленко, И.А. Булдыкова // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ: сборник статей по материалам науч.-исслед. работ: в 4-х т. Т. 1 / сост. А.Я. Барчукова, Я. К. Тосунов; под ред. А.И. Трубилина; отв. ред. А.Г. Кощаев. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 328 с.

354. Самсонов, Ю.Н. Применение аэрозолей природных биоактивных веществ для регулирования роста растений / Ю.Н.Самсонов, В.И. Макаров // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2015. – №2 (4). – С.117-120.

355. Сапрыкин, Е.В. Рапс в качестве основной масличной культуры для производства биотоплива / Е.В. Сапрыкин // Интернаука. – 2021. – №. 15-2. – С. 38-41.

356. Сарманова, Р.С. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании ярового рапса в условиях ТОО «Шатило и К» / Р.С. Сарманова, В.А. Шишкина // Козыбаевские чтения 2013: Казахстан в мировых культурно-цивилизационных процессах. – Петропавловск, 2013. – С.196-198.

357. Сарыкин, В.Н. Утилизация отходов сахарного производства / В.Н. Сарыкин, Ю.И. Заруднев, Т.Д. Храмкова // Агрехимический вестник. - 2012. - №3. - С.37-39.

358. Саскевич, П.А. Урожайность и качество семян ярового рапса в зависимости от применения природных регуляторов роста / П.А. Саскевич, А.Р. Цыганов, Е.И. Гурикова // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2008. – №. 3. – С. 54-60.

359. Саскевич, П.А. Эффективность применения природных регуляторов роста при возделывании ярового рапса / П.А. Саскевич, А.Р. Цыганов, Е.И. Гурикова // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – Республиканское унитарное предприятие Издательский дом Белорусская наука, 2008. – Т. 52. – №. 6. – С. 116-119.

360. Седляр, Ф.Ф. Влияние доз внесения регулятора роста экосил на урожайность и качество маслосемян озимого рапса / Ф.Ф. Седляр, М.П. Андрусевич // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – №4 (168). – С.77-81.

361. Семенова, О.П. Повышение экологической безопасности в сельскохозяйственном производстве путем применения фильтра очистки биогаза с природным цеолитом: дис. ... канд. технических наук: 05.20.01 / Семенова Ольга Пантелеймоновна; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Якутск, 2018. – 132 с.: ил.

362. Семеренко, С.А. Экологически безопасные средства и способы снижения вредоносности фузариоза в агробиоценозе подсолнечника / С.А. Семеренко // Масличные культуры. - 2012. - №1 (150). - С.137-142.

363. Серая, Т. Органические удобрения / Т. Серая // Наука и инновации. – 2020. – №. 5. – С. 32-36.

364. Сибагатуллин, Ф.С. Перспективы применения препарата Мефосфон для производства удобрений из куриного помета / Ф.С. Сибагатуллин, З.М. Халиуллина, М. Петров, К.О. Синяшин // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – №11. – С.22-25.

365. Сискевич, Р.Ю. Химическая мелиорация земель сельскохозяйственного назначения / Р.Ю. Сискевич, Е.В. Корчагин, Н.А. Косикова // Земледелие. - 2021. - №2. - С.14-17.

366. Сискевич, Ю.И. Почвы Липецкой области / Сискевич Ю.И., Никоноренков В.А., Долгих О.В., Ахтырцев А.Б., Сушков В.Д. Липецк: Изд-во ООО "Позитив Л". - 2018. - 209 с.

367. Славянский, А.А. Отходы сахарного производства и их использование в сельском хозяйстве / А.А. Славянский, Л.В. Кирейчева, Л.Н. Пузанова // Сахар. – 2009. – №. 10. – С. 48-49.

368. Смертенков, И. В. Рапс – важный элемент биологизации земледелия / И.В. Смертенков, М.М.Крючков, А.В. Сероухов // Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных и эфиромасличных культур: материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 247-252.

369. Солдатов, В.С. Питательный субстрат для растений на основе цеолитов / В.С. Солдатов, А.П. Езубец, В.В. Сапрыкин, Е.Г. Косандрович, Л.Н. Шаченкова // Почвоведение и агрохимия. – 2021. – № 1 (66). – С.149-161.

370. Сопельченко, О.А. Применение компоста из куриного помёта под кукурузу на зерно на чернозём южном / О.А. Сопельченко, Р.А. Каменев // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы меж-

дународной научно-практической конференции. пос. Персиановский, 17 февраля 2016 года. – пос. Персиановский: ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет», 2016. – С. 79-82.

371. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ: справочное издание – М., 2014. – 514 с.

372. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ: справочное издание – М., 2019. – 514 с.

373. Справочная книга по производству и применению органических удобрений. – Владимир, 2001. – 495 с.

374. Сторожук, Т.А. Ультразвуковое обеззараживание животноводческих стоков / Т.А. Сторожук // Сельский механизатор. – 2014. – № 1 (59). – С. 34-35.

375. Стружкина, Т.М. Влияние природного цеолита на условия питания растений козлятника восточного и его урожайность / Т. М. Стружкина, Н.Н. Иващенко // Плодородие. – 2021. № 6. – С.23-24.

376. Сулейманов, С.Р. Продуктивность подсолнечника и микробиологическая активность почвы под воздействием биопрепаратов в условиях Республики Татарстан / С.Р. Сулейманов, Р.М. Низамов // Достижение науки и техники АПК. – 2015. – Т.29. – № 8. – С. 39-42.

377. Суханов, Ф.Т. Рекомендации по интенсивной технологии возделывания рапса / Ф.Т. Суханов, И.Ф. Нарижний, И.В. Артемов и др. – Липецк, 1987. – 71 с.

378. Сыпко, А.А. Влияние дефеката на плодородие почвы и продуктивность гибридов / А.А. Сыпко // Сахарная свекла. – 2010. – №. 8. – С. 20.

379. Сычева, И. И. Современное состояние и проблемы производства рапса в России / И.И. Сычева, А.П. Казаков // Russian Agricultural Science Review. – 2015. – Т. 7. – №. 7-1. – С. 104-124.

380. Тараненко В.В., Шарифуллин Р.С. Влияние внекорневой подкормки на урожай и качество подсолнечника / В.В. Тараненко, Р.С. Шарифуллин // Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса», 2021. – 372 с.

381. Татевосян, Я.Ю. Анализ посевных площадей под масличные культуры / Я.Ю. Татевосян, Г.А. Суворов // Управление рисками в АПК. –2020. – № 3. – С. 77-82.
382. Темирбекова, С.К. Особенности выращивания масличной культуры – сафлор в контрастных почвенно-климатических условиях / С.К. Темирбекова, Ю.В. Афанасьева, И.М. Куликов, Г.В. Метлина, С.А. Васильченко // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2018. – № 2. – С. 31-37.
383. Тимошенкова, Т.А. Влияние фотосинтезирующей поверхности разных органов растений на урожайность сортов яровой пшеницы в степи Оренбургского Предуралья / Т.А. Тимошенкова, Д.Д. Самуилов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - Казань, 2013. - №1. - С. 129-134.
384. Тиранов, А.Б. Влияние микробиологических удобрений на урожайность ярового рапса и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области / А.Б. Тиранов // Плодородие. – 2020. – №. 2 (113). – С.43-46.
385. Титов, В.Н. Фунгицидный регулятор роста Карамба на яровом рапсе / В.Н. Титов // Защита и карантин растений. – 2014. – №. 3. – С. 47-48.
386. Титова, В.И. Сравнительное изучение влияния цеолита и минеральных удобрений на продуктивность зерновых культур и агрохимическую характеристику светло-серой лесной легкосуглинистой почвы / В.И. Титова, Н.В. Забегалов // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – №. 1. – С. 190-198.
387. Тимошкин, О.А. Влияние регуляторов роста на качество семян сафлора красильного в условиях Среднего Поволжья / О.А. Тимошкин, Т.Я. Прахова, В.Г. Дружинин // Нива Поволжья. – 2021. № 2 (59). – С. 69-74.
388. Трофимов, И.Т. Отношение сельскохозяйственных культур к почвенной кислотности и повышения их продуктивности / И.Т. Трофимов, Л.А. Ступина // Вестник АГАУ. - 2006. - №2. - С.20-24.
389. Тулькубаева, С.А. Возделывание ярового рапса в системе сберегающего земледелия на севере Казахстана / С.А. Тулькубаева, В.Г. Васин, А.Б. Абуова // Земледелие. – 2018. – № 1. – С. 20-23.

390. Тулькубаева, С.А. Применение регуляторов роста при возделывании ярового рапса в Северном Казахстане / С.А. Тулькубаева, В.Г. Васин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2017. – №2 (38). – С.55-61.

391. Турганбаев, Т.А. Влияние подкормки микроудобрениями на продуктивность льна масличного в сухостепном Приуралье / Т.А. Турганбаев, Т.Е. Адильханова, А.Р. Зейнешева // Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 127-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», 2014. – С. 216-219.

392. Турина, Е.Л. Значение сафлора красильного (*Carthamus Tinctorius L.*) и обоснование актуальности исследований с ним в Центральной Степи Крыма: обзор / Е.Л. Турина // Таврический вестник аграрной науки. – 2020. – № 1 (21). – С. 100-121.

393. Турусов, В.И. Технологические приемы формирования продуктивности козлятника восточного / В.И. Турусов, А.М. Новичихин, Л.А. Пискарева, О.В. Гриднева // Достижения науки и техники АПК. - 2016. - №3. - С.68-70.

394. Турчин, В.В. Использование компоста из куриного помёта при выращивании подсолнечника в Ростовской области / В.В. Турчин, А.В. Сисин, Е.Г. Баленко // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства: материалы международной научно-практической конференции. Пос. Персиановский, 07 февраля, 2018 г. – пос. Персиановский: ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», 2018. – С. 102-105.

395. Тушина, В.Е. Реакция ярового рапса на подкормку органоминеральными и микроудобрениями при неблагоприятных условиях 2015 г. в Центральной части Курганской области / В.Е. Тушина // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодёжи: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева; под общей редакцией С.Ф. Сухановой. – Курган:

Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева (Лесниково), 2016. – С.255-257.

396. Тяпкина, М. Ф. Перспективы развития производства рапса в Иркутской области / М. Ф. Тяпкина, Н. Г. Жилкина // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: материалы VII международной научно-практической конференции. – Иркутск: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (Молодежный), 2018. – С. 37-46.

397. Умбетов, А.К. Повышение продуктивности масличных культур короткоротационного плодосменного севооборота при биологизации земледелия / А.К. Умбетов, Р.Х. Рамазанова // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (междисциплинарный). Специальный выпуск: Международная научно-практическая конференция «Органическое сельское хозяйство в Республике Казахстан: настоящее и будущее» – Алматы, 2016. – С.130-133.

398. Уханов, А.И. Новое органоминеральное удобрение на основе цеолита, его производство, эффективность / А.И. Уханов, Д.В. Шикун, Е.В. Панкратова, Л.В. Акулич // Кремний и жизнь. Кремнистые породы в сельском хозяйстве: материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием. Ульяновск. 08-09 апреля 2021 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. – С. 128-137.

399. Фаритов, Т.А. Использование рапсовых кормов в животноводстве / Т.А. Фаритов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2015. – № 10. – С. 45–50.

400. Федоренко, В.Ф. Анализ состояния и перспективы развития селекции и семеноводства масличных культур: научно-аналитический обзор / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, В.В. Пыльнев, Д.С. Буклагин. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 96 с.

401. Финенко, А.А. Применение куриного помёта при выращивании томата в защищённом грунте / А.А. Финенко, Р.А. Каменев, В.К. Мухортова // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных

культур и переработки продукции растениеводства: материалы международной научно-практической конференции, пос. Персиановский, 07 февраля 2019 г. – Пос. Персиановский: ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет» (пос. Персиановский), 2019. – С. 57-60.

402. Фомин, И. В. Экологически безопасное органическое удобрение из отходов при выращивании вешенки / И.В. Фомин, С.А. Кшникаткин, П.Г. Аленин // Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве: материалы Международной научно-практической конференции посвященной 80-летию со дня рождения ученого-агрохимика, заслуженного деятеля науки России, заслуженного работника высшей школы России, Заслуженного деятеля науки и техники Северной Осетии, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Созырко Хасанбековича Дзанагова. 2017. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2017. – С. 130-132.

403. Фомин, И.В. Способы переработки и методы обезвоживания отработанного субстрата вешенки / И.В. Фомин, С.А. Кшникаткин, П.Г. Аленин // Участие молодых ученых в решении актуальных вопросов АПК РОССИИ. Пенза, 09 ноября 2016 г.: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 69-75.

404. Хакимов, Е.И. Рапс яровой в Удмуртской Республике / Е.И. Хакимов // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. – Т.2 (11). – Ижевск: ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», 2020. – С. 273-276.

405. Ханиева, И.М. Продуктивность подсолнечника в зависимости от применения минеральных удобрений и биопрепаратов / И.М. Ханиева, К.Г. Магомедов, А.Ю. Кишев, Т.Б. Жеруков, З.С. Шибзухов, М.М. Карданова // Уральский научный вестник. – 2017. – Т. 10. – № 3. – С. 63-66.

406. Хвостиков, Ю.А. Влияние минеральных удобрений на продуктивность подсолнечника, возделываемого на черноземе обыкновенном: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Хвостиков Юрий Анатольевич; Дон. гос. аграр. ун-т. – п. Персиановский, 2007. – 24 с.

407. Хвошнянская, А.О. Реакция ярового рапса Галант на предпосевную обработку семян микроэлементами / А.О. Хвошнянская, И.Ш. Фатыхов, Э.Ф. Вафина // Вестник Елабужского государственного педагогического университета. – 2009. – № 2. – С. 120–122.

408. Хелдт, Г.В. Биохимия растений / Г.В. Хелдт. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 471 с.

409. Хусаинов, А. Т. Подбор оптимального предшественника при возделывании ярового рапса в условиях Северного Казахстана / А.Т. Хусаинов, Г.Ж. Шайхина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 70. – №. 8. – С. 13-16.

410. Цуркан, К.П. Регулирование почвенного плодородия применением дефеката сахарных заводов в сочетании с органоминеральными удобрениями / К.П. Цуркан // Применение органических удобрений в Молдавии. -1991. - С. 71-77.

411. Цыганов, А.Р. Урожайность и качество семян ярового рапса в зависимости от применения микроудобрений и стимуляторов роста / А.Р. Цыганов, А.С. Мастеров, Е.А. Плевко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 4. – С. 100-104.

412. Чекаев, Н.П. Агроэкологическая оценка применения куриного помета в качестве удобрения / Н.П. Чекаев // Плодородие. – 2009. – №3. – С.13-14.

413. Чекмарев, П.А. Мониторинг кислотности пахотных почв Центрально-Черноземного района / П.А. Чекмарев, С.В. Лукин, Ю.И. Сискевич, Н.П. Юмашев, В.И. Корчагин, А.Н. Хижняков // Достижения науки и техники АПК. - 2011. - №7. - С.6-8.

414. Чекмарев, П.А. Мониторинг агрохимических показателей почв Липецкой области / П.А. Чекмарев, Ю.И. Сискевич, Н.С. Бровченко, К.Н. Гасиев, В.А. Никулова // Достижения науки и техники АПК. - 2016. - Т.30. - №8. - С. 9-16.

415. Чепелева, К.В. Рапс на экспорт – новые возможности АПК Красноярского края / К.В. Чепелева, Л.А. Овсянко // Проблемы современной аграрной науки: материалы международной научной конференции. Красноярск (15 октября

2019 г.). – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. – С.308-313.

416. Чернова, И.В. Роль биотехнологий в переработке органических отходов птицефабрик / И.В. Чернова, М.М. Башлай // Сборники конференций НИЦ Социосфера. – 2014. – № 38. – С. 70-74.

417. Чернышева, О.О. Продуктивность и питательность зеленой массы сортов и гибридов ярового рапса в условиях Северо-Запада РФ / О.О.Чернышева, В.В. Вахрушева, Е.Н. Прядильщикова // Вестник НГАУ. – 2023. – №. 1. – С. 91-98.

418. Чеснокова, Л.Д. Урожайность ярового рапса в зависимости от технологий применения макро- и микроудобрений в условиях лесостепи ЦФО РФ / Л.Д. Чеснокова, В.П. Савенков // Масличные культуры. – 2018. – №4 (176). – С.127-131.

419. Шаблин, П. А. Достижения ЭМ-технологий. Вопросы практики применения микробиологических препаратов Байкал-М1, Тамир-ЭМ / П.А. Шаблин // Сборник научных трудов. – М., 2006. – 201 с.

420. Шаповал, О.А. Зеребра Агро – регулятор роста нового поколения / О.А. Шаповал, И.П. Можарова, Ю.А. Крутяков // Защита и карантин растений. – 2017. – №. 6. – С. 35-38.

421. Шарафиев, Д.Р. Анализ потребительских свойств природных цеолитов в странах СНГ / Д.Р. Шарафиев, А.И. Хацринов // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – № 19(12). – С. 95-98.

422. Шевцова, Н.М. Тенденции развития рынка растительных масел / Н.М. Шевцова, А.Н. Когтева // Научный результат. Экономические исследования. – 2020. – Т.6. – № 2. – С. 35-41.

423. Шейко, Л. Г. Рапс – основное сырье для производства биодизеля / Л. Г. Шейко, А. Ф. Станкевич // Современная сельскохозяйственная техника: исследование, проектирование, применение: материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 26-28 мая 2010 г.: в 2 ч. Ч. 2. – Минск: БГАТУ, 2010. – С. 32-34.

424. Шейко, Л.Г. Совершенствование технологии выращивания озимого рапса / Л.Г. Шейко, Т.А. Непарко, А.Ф. Станкевич // Актуальные проблемы повышения квалификации и переподготовки кадров агропромышленного комплекса: сборник докладов Междунар. научно-практич. конф. – Минск: БГАТУ, 2010. - С. 138-141.

425. Шпаар, Д. Рапс для Беларуси-важнейшая масличная и кормовая культура / Д. Шпаар, М.Т. Дорофеюк // Международный аграрный журнал. – 1998. – №. 6. – С. 12-14.

426. Шпаар, Д. и др. Рапс. – Минск: ФУАинформ, 1999. –208 с.

427. Шуктомова, И.И. Свойства цеолитов и их применение / И.И. Шуктомова, Н.Г. Рачкова // Вестник Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. – 2010. – № 8. – С. 9-11.

428. Щеткин, Б.Н. Утилизация отходов птицеводства – решение проблем экологической безопасности и ресурсосбережения / Б. Н. Щеткин. – Пермь: Комиканская типография, 2002. – 135 с.

429. Щукин, Н.Н. Особенности возделывания зерновых культур по интенсивной технологии с применением свежего куриного помета на дерново-подзолистой почве ярославской области / Н.Н. Щукин, В.В. Окороков, Л.А. Окорокова, А.Д. Железова // Биологический круговорот питательных веществ при использовании удобрений и биоресурсов в системах земледелия различной интенсивности. – Суздаль-Иваново: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»; ПресСто, 2021. – С. 166-178.

430. Щучка, Р.В. Влияние цеолитов и минеральных удобрений на содержание влаги в почве и рост растений ярового рапса // Аграрный вестник Урала / Р.В. Щучка, В.А. Кравченко, В.А. Гулидова, О.А. Дубровина, Ю.В. Брыкина, С.М. Мотылева, М.Е. Мертвищева. – 2016. – № 2 (144). – С. 13-16.

431. Ягодин, Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин. – М.: Колос, 1989. – 655 с.

432. Яндьо, В.В. Влияние микроэлементов на урожайность и качество семян ярового рапса в условиях Центрального Черноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х.

наук: 06.01.04 / Яндьо Вера Валентиновна; Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. – М., 2004. – 22 с.

433. Яндьо, В.В. Эффективное использование микроэлементов при возделывании ярового рапса / В. В. Яндьо // Тезисы докладов всероссийской школы молодых ученых и специалистов по актуальным вопросам теории и практики кормопроизводства – Липецк, 1995. – С. 52–54.

434. Adrees, M. The effect of excess copper on growth and physiology of important food crops / M. Adrees, S. Ali, M. Rizwan et al. // Environ Sci Pollut Res. - 2015. - Vol. 22. - P. 8148-8162.

435. Akbari, H. The introduction of fertilizer systems and the use of zeolite on the state of nutrients and the efficiency of nitrogen use. Journal of Plant Nutrition / H. Akbari, S. A. M. Modarres-Sa navy, A. Heidarzadeh. – 2021. – № 44(2). – PP. 196-212.

436. Akuaku, J. Yield and quality of confectionery sunflower seeds as affected by foliar fertilizers and plant growth regulators in the left-bank Forest-steppe of Ukraine / J. Akuaku, A. Melnyk, S. Zherdetska, T. Melnyk, O. Surgan, A. Makarchuk // Agronomy. – 2020. – Vol. LXIII. – № 1. – PP. 155-165.

437. Andra, L. Agrotechnics of rapeseed in connection with the quality and efficiency of biodiesel production / L. Andra, B. Ioana, B. Radu, S.N. Cornel // Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului, Vol. XXXVI, 2021. – PP. 51-64.

438. Andronikashvili, T. Towards the biological activity of the natural zeolite – clinoptilolite-containing tuff / T. Andronikashvili, T. Urushadze, L. Eprikashvili, and M. Gamisonia. – Bull. Georg. Natl. Acad. Sci 2: 65-68, 2008.

439. Arabhanvi, F. Micronutrients and productivity of oilseed crops-A review. Agricultural Reviews / F. Arabhanvi, A. M. Pujar, U.K. Hulihalli. – 2015. – № 36 (4). – PP. 345-348.

440. Avnimelech, Y. Organic residues in modern agriculture / Y. Avnimelech, Y. Chen // The Role of Organic Matter in Modern Agriculture. Developments in Plant and Soil Sciences. – Vol. 25. – Springer, Dordrecht, 1986.

441. Barakina, E.E. Changes in agrophysical properties of leached chernozem when using defecate and fertilizers for winter wheat cultivation / E.E. Barakina, N.S.

Barakin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2021. - 666(3). - P.032010.

442. Barannik, P. The history of cultivation and breeding of rapeseed (*Brassica napus* L.) from medieval Europe to Canberra / P. Barannik, A. Fabri // International Congress on Rapeseed. – 1999.

443. Bernardi, A.C.C. The use of clay minerals to improve nitrogen fertilizer efficiency / A.C.C. Bernardi, J.C. Polidoro, E.I. Piereira and C.R.D. Oliveria // 16th World congress of CIEC Technological Innovation For a Sustainable Tropical Agriculture, October 20-24. – Brazil, 2014.

444. Beyer, D. M. Basic procedures for *Agaricus* mushroom growing. – Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension, 2003. – P.16.

445. Bonjan, A. P. L. Rapeseed to China / A. P. L. Bonjan, S. Dekidt, T. Stone // Okl. – 2016. – Vol. 23. – № 6. – P. 605.

446. Bybordi, A. The growth, yield and quality of rapeseed components are fertilized with urea and zeolite / A. Bybordi, E. Ebrahimian // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2013. – № 44(19). – PP. 2896-2915.

447. Camacho-Cristobal, J.J. Boron in plants: deficiency and toxicity / J.J. Camacho-Cristobal, J. Rexach, A. Gonzalez-Fontes // Journal of Integrative Plant Biology. – 2008. – Vol. 50. – № 10. – PP. 1247-1255.

448. Calisir, P. Physical properties of rapeseed (*Brassica napus oleifera* L.) / P. Calisir, T. Marakoglu, H. Ogut, D. Ozturk // Journal of Food Engineering. – 2005. – Vol. 69. – № 1. – p. 61– 66.

449. Carre, P. Rapeseed market, worldwide and in Europe / P. Carre, A. Pouzet // OCL – Oilseeds and fats, Crops and Lipids. – 2014. – № 21(1). – P.12.

450. Cataldo E. et al. Application of zeolites in agriculture and other potential applications: Review //Agronomy. – 2021. – Vol. 11. – № 8. – P. 1547.

451. Chanchal, M.C.H. Alleviation of abiotic and biotic stresses in plants by silicon supplementation / M.C.H. Chanchal, R.T. Kapoor, D. Ganjewala // Sci. Agricult. – 2016. – V. 13. – № 2. – P. 59-73.

452. Chang, S.T. Edible mushrooms and their cultivation / S.T. Chang, P.G. Miles. – FL.: CRC Press Boca Raton, 1989. – P.476.

453. Chen B. Moderate Salinity Stress Increases the Seedling Biomass in Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) / B. Chen, X. M. Bian Tu, T. Yu, L. Jiang, Y. Lu, X. Chen // *Plants*. – 2023. – T. 12. – №. 8. – C. 1650.

454. Chen W. Chlorine nutrition of higher plants: progress and prospects / W. Chen, Z. He, S. Mishra, X. E. Yang // *Journal of Plant Nutrition*. – 2010. – Vol. 33. – № 7. – PP. 943-952.

455. Chen, T. Adoption of solid organic waste composting products: A critical review / T. Chen, S. Zhang, Z. Yuan // *Journal of Cleaner Production*. – 2020. – Vol. 272. – PP. 122712.

456. Chepeleva, K. V. Production and processing of oilseed crops – a strategic agroindustrial complex development vector of the Krasnoyarsk territory / K. V. Chepeleva, Zh.N. Shmeleva // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2019. – № 315.

457. Daun, J. K. Erucic acid levels in Western Canadian canola and rapeseed / J. K. Daun // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 1986. – Vol.63. – Issue 3. – PP. 321-324.

458. Daun, J. K. Glucosinolate levels in western Canadian rapeseed and canola / J. K. Daun // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 1986. – Vol. 63. – Issue 5. – PP. 639-643.

459. De Campos Bernardi, A. C. Brazilian sedimentary zeolite use in agriculture Microporous and Mesoporous Materials / A.C. de Campos Bernardi, P.P.A. Oliviera, M.B. de Melo Monte, F. Souza-Barros. – 2013. – PP. 16-21.

460. Diacono, M. Long-Term Effects of Organic Amendments on Soil Fertility / M. Diacono, F. Montemurro // *Sustainable Agriculture*. – Volume 2. – Springer, Dordrecht, 2011. – PP.761-786.

461. Duren, I.V. Where to produce rapeseed biodiesel and why? Mapping European rapeseed energy efficiency / I. V. Duren, A. Voinov, O. Arodudu, M.T. Firrisa // *Renewable energy*. – 2015. – PP. 49-59.

462. Dzhakula, V. S. Zeolites: potential soil changes to improve the efficiency of nutrient and water use and agricultural productivity / V.S. Dzhakula, S. P. Vani // Scientific reviews and chemical communications. – 2018. – Vol. 8. – № 1. – PP. 1-15.

463. Eliseev, I. Optimization of plant nutrition using non-traditional organic fertilizers and zeolite-containing tripoli / I. Eliseev, L. Shashkarov, O. Vasiliev, L. Eliseeva, E. Mitrofanov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference, AgroScience 2019. – Bristol: Institute of Physics Publishing, 2020.

464. Eliseev, I.P. The role of zeolites in increasing the efficiency of fertilizers in the cultivation of agricultural crops and the sustainable development of the environment / I. P. Eliseev, L.V. Eliseeva, O.A. Vasiliev, V.L. Dimitriev, A.G. Lozhkin, N.A. Fadeeva // Conference series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 981. – № 2.

465. Engstrom A. The role of rapeseed oils in global food production and their nutritional value //Collection of scientific papers. Rapeseed conference. Malmö. – 1978. – PP. 10-24.

466. Eprikashvili L. et al. Intensification of the bio-productivity of agricultural crops by introducing natural zeolites and brown coals into the soil / L. Eprikashvili et al // Annals of Agricultural science. – 2016. – Vol. 14. – №. 2. – PP. 67-71.

467. Eroglu, N. Application of natural zeolites in agriculture and food production / N. Eroglu, M. Emekci, K. G. Atanasiu // Journal of Food Science and Agriculture. – 2017. – Vol. 97. – № 11. – PP. 3487-3499.

468. Estiaty, L. M. Effect of Zeolite on Nutrients Efficiency of Compost in the Soil / L. M. Estiaty, S. Suwardi, I. Yuliana, D. Fatimah, D. Suherman // Jurnal Zeolit Indonesia. – 2005. – Vol. 4. – № 2. – PP. 62-69.

469. Farag, R. S. Chemical Evaluation of Rapeseed / R. S. Farag, S. A. S. Hal-labo, F. M. Hewedi, A. E.Basyony // European Journal of Lipid Science and Technology. – 1986. – 88. – V.10. – PP. 391-397.

470. Farhangi-Abris, S. etc. Growth-promoting bacteria and natural regulators reduce salt toxicity and improve rapeseed plant productivity / S. Farhangi-Abris, A. Tavasoli, K. Ghassemi-Golezani etc // *Protoplasma*. – 2020. – PP. 1035-1047.

471. Fidanza, M.A. Analysis of Fresh Mushroom Compost / M.A. Fidanza, D.L. Sanford, D.M. Beyer, D. J. Aurentz // *HortTechnology*. – 2010. – Vol. 20. – № 2. – PP. 449-453.

472. Filipova, M. et al. An analysis of growth factors of rapeseed at modern resource-saving technology / M. Filipova et al. // *AIP Conference Proceedings*. – AIP Publishing LLC, 2017. – T. 1895. – №. 1. – P. 030001.

473. Fridrihsone, A. Environmental Life Cycle Assessment of Rapeseed and Rapeseed Oil Produced in Northern Europe: A Latvian Case Study / A. Fridrihsone, F. Romagnoli, U. Cabulis // *Sustainability*. – 2020. – № 12(14). – P. 5699.

474. Friedt, W. Recent developments and perspectives of industrial rapeseed breeding / W. Friedt, W. Lühs / *European Journal of Lipid Science and Technology*. – 1998. – Vol. 100. – Issue 6. – PP. 219-226.

475. Fuentes, B. M.de la Luz Mora Phosphorus in organic waste-soil system / B. Fuentes, N. Bolan, R. Naidu. // *J.Soil Sc. Plant*. – 2006. – №.6 (2). – PP. 64-83.

476. Gaj, R. Effect of diversified phosphorus and potassium fertilization on plant nutrition at the stage of initial main shoot development and the yield and oil content in the seeds of winter rapeseed. / R. Gaj // *Agric*. – 2011. – № 10. – PP. 57-68.

477. Gangadhar, K.V. Response of phosphorous and growth regulators on oil seed crops: A review / K.V. Gangadhar, Dr. BS Brar. / *International Journal of Chemical Studies*. – 2020. – № 8(6). – PP. 2010-2016.

478. Gendi, A. Studies of the influence of nitrogen fertilizers and growth regulators on seed yield and some quality criteria of oilseed rape (*Brassica napus* L.) / A. Gendi, R. Marquart / *Lipid Fett*. – 1989. – Vol. 91. – № 9. – PP. 353-357.

479. Ghosh, R.K. The influence of growth regulators on the productivity of some basic oilseeds / R. K. Ghosh, B. K. Mandal, B. N. Chatterjee // *Journal of Agronomy and Crop Production*. – 1991. – Vol. 167. – № 4. – PP. 221-228.

480. Gordeyeva, E. Adaptive technology of oilseed flax cultivation in the dry steppe zone of Northern Kazakhstan / E. Gordeyeva, N. Shestakova // Herald of science of S. Seifullin Kazakh Agro Technical University. – 2018. – № 4 (99). – PP. 15-27.
481. Gulidova, V.A. Optimization of the soil agrophysical properties for spring rape on leached black soil / Gulidova V.A., Kravchenko V.A., Zakharov V.L. // Amazonia Investiga. – 2020. – Vol. 9. – № 29. – PP. 63-68.
482. Gumus, I. The effect of the use of spent mushroom compost on the physico-chemical properties of degraded soil / I. Gumus, C. Seker // Solid ground. – 2017. – № 8(6). – PP. 1153-1160.
483. Gupta, S.K. History, origin and evolution / S. K. Gupta, A. Pratap // Achievements in botanical research. – 2007. – Vol. 45. – PP. 1-20.
484. Hackett, R. Spent mushroom compost as a nitrogen source for spring barley. Nutrient Cycling in Agroecosystems / R. Hackett. – Teagasc, Crops Research, Oak Park, Carlow, 2015. – PP. 253-263
485. Hu, Q. Wang Rapeseed research and production in China / Hu Q., Hua W., Yin Y., Zhang X., Liu L., Shi J., Zhao Y., Qin L., Chen C., Wang H. // The Crop Journal. – 2017. – V.5. – № 2. – PP. 127-135.
486. Hu, Y. Improving Lignin Metabolism, Lodging Resistance, and Yield of Rapeseed (*Brassica napus* L.) by Applying Straw-Fermented Fertilizer / Y. Hu, H. H. Javed, Y. L. Du, Q. W. Liao, W. Ye, J. Zhou, Xiao Peng, M. Arslan, A. Raza, Y. C. Wu // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. – 2023. – C. 1-17.
487. Iriarte, A. Life cycle assessment of sunflower and rapeseed as energy crops under Chilean conditions / A. Iriarte, J. Rieradevall, X. Gabarrell // J. Clean. Prod. – 2010. – 18. – PP. 336-345.
488. Jamie, M. G. In the direction of improving the vegetative and qualitative characteristics of sunflower, fertilizers are applied to the soil (zeolite and manure) under water-deficient stress / M. G. Jamie, A. Baghbani-Armani, A. Saadatkhan // Communications in Soil Science and Plant Analysis. – 2020. – № 50(18). – PP. 2227-2237.
489. Jankowski, K. J. Yield and quality of winter oilseed rape in response to different systems of foliar fertilization / K.J. Jankowski, P.S. Hulanicki, S. Krzebietke,

Żarczyński P., Hulanicki P., Sokólski // *Journal of Elementology*. – 2016. – № 21(4). – C. 1017-1027.

490. Jankowski, K. J. Winter oilseed rape: Agronomic management in different tillage systems and energy balance / K. J. Jankowski, M. Sokólski, D. Załuski // *Energy*. – 2023. – T. 277. – C. 127590.

491. Jarecki, W. The reaction of winter oilseed rape to different foliar fertilization with macro-and micronutrients / W. Jarecki // *Agriculture*. – 2021. – № 11(6). – P.515.

492. Jeong G.T. Batch (One- and Two-Stage) Production of Biodiesel Fuel From Rapeseed Oil / G.T. Jeong, D.H. Park; McMillan J. D., Adney W. S., Mielenz J. R., Klasson K. T. (eds) // *Twenty-Seventh Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals. ABAB Symposium book series*. 2006.

493. Ju, X. et al. Utilization and management of organic wastes in Chinese agriculture: Past, present and perspectives / X. Ju, F. Zhang, X. Bao et al. – *Sci. China Ser. C-Life Sci.*, 2005. № 48. – PP. 965-979.

494. Kachel, M. Effect of copper and silver nanocolloids on the quality of pressed spring rapeseed oil / M. Kachel, A. Matwijczuk, A. Sujak, G. Czernel, A. Niemczynowicz, A. Nowicka // *Agronomy*. – 2019. – № 9(10). – P. 643.

495. Kalatar A. S. A. The effect of drought stress and foliar application of growth regulators on photosynthetic pigments and rapeseed yield (*Brassica napus* L. cv. Hella 401) / A. S. A. Kalatar, A. Ebadi, J. Daneshian, S.A. Siadat, S. Jahanbakhsh // *Iranian journal of crop sciences fall*. – 2016. – P.196-217.

496. Karimzadeh Adsl, K. The use of zeolite and bacterial fertilizers modulates the physiological parameters and the production of essential oil in the dragonfly under various irrigation regimes / K. Adsl Karimzadeh, M. Khatami // *Acta Physiologia Plantarum*. – 2019. – № 41(1). – PP. 1-20.

497. Karpachev, V. Development of innovative technology of advanced macro - and microfertilizers application on spring rape using new (nano) materials / V. Karpachev, V. Savenkov, L. Chesnokova, N. Voropaeva, S. Charlamov // *Scientific Israel - Technological advantages*. – 2014. – Vol.16. – № 3. – PP.84-91.

498. Khalipsky, A.N. Biological efficiency of cultivation of new hybrids of spring rapeseed in Eastern Siberia / A.N. Khalipsky, E.N. Oleynikova, I.I. Grishina // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 848. – 2021. – №3: 012217.

499. Khalipsky, A.N. Efficiency of cultivation of new spring rapeseed hybrids in the conditions of the Krasnoyarsk Territory / A.N. Khalipsky, E.N. Oleinikova, N.I. Pyzhikova, I.I. Grishina // In the IOP Conference series: Earth and Environmental Science. – 2019 (August). – Vol. 315. – № 2: 022076.

500. Khudobin, G. The effect of late-season drought-resistant stress and foliar application of ZnSO<sub>4</sub> and CuSO<sub>4</sub> on yield and some oilseed characteristics of rapeseed varieties / G. Khudobin, Z. Tahmasebi-Sarvestani // Journal of Soil Science and Plant Nutrition; Ed. A. H. S., Modarres-Skanavi S. A. M., Hashemi S. M., and Bakhshande, E. – 2021. – № 21(3). – PP.1904-1916.

501. Kloster, N. I. Biologization technologies in agriculture of the Belgorod region / N.I. Kloster, V.B. Azarov // BIO Web of Conferences. – 2021. – № 36: 03010.

502. Kumar, A. et al. Rapeseed cultivation in India: Scenario and strategy for the future / A. Kumar // The 16th Australian Research Assembly on Brassica. – Ballarat, Victoria, 2009. – PP. 0-5.

503. Kumar, A. Production barriers and technological opportunities for sustainable production of rapeseed mustard in India / A. Kumar // Journal of oilseeds Brassica. – 2016. – Vol. 1. – № 2. – PP. 67-77.

504. Kumar, P. R. Studies of rapeseed mustard in India: Strategies of the 21st century / Kumar P. R. // 10th International Congress on Rapeseed. – Canberra, Australia, 1999.

505. Landberg, T. Silicon nanoparticle effects on arsenic and cadmium plant uptake / T. Landberg, M. Greger // 7th Inter. Conf. Silicon Agricult. Proced. Abstracts. – India: Delhi, 2017. – P. 68.

506. Leśny, J. Characteristic decrease in the value of rapeseed evatranspiration after its ripening / J. Leśny, L. Kuchar, M. Panfil, D.V. Vinogradov, E. Dragańska // Agronomy. – 2021. – Vol. 11. – № 12. – P. 2523.

507. Lichtfouse E., Hamelin M., Navarrete M., Debaeke P. (eds) Sustainable Agriculture. – Volume 2. – Springer Netherlands, 2011. – PP.623-670.
508. Mahdi, H.H. Kh hazra iran nano for two varieties of rapeseed / H.H. Mahdi, L.A. Matlab, R.S. Muhammad // Rev. Bio natura. – 2011. – №4. – PP. 841-845.
509. Mahesh, M. Zeolite farming: a sustainable agricultural perspective / M. Mahesh, J. Thomas, K.A. Kumar, B.S. Bhopal, N.V. Suresh, S.K. Vaid, S.K. Sasha // International Journal of Modern Microbiology and Applied Sciences. – 2018. – № 7(5). – PP. 2912-2924.
510. Mahmoud, A.W.M. Synergistic effects of zinc, boron, silicon and zeolite nanoparticles on the resistance of potato plants to salinization / A.W.M. Mahmoud, E.A. Abdeldaym, S.M. Abdelaziz, M.B. El-Sawy, S.A. Mottaleb // Agronomy. – 2020. № 10(1). – P.19.
511. Malca, J. Environmental life-cycle assessment of rapeseed-based bio-diesel: Alternative cultivation systems and locations / J. Malca, A. Coelho, F.Freire // Applied Energy. – 2014. – № 114. – PP. 837-844.
512. Manjaiah, K. M. Clay minerals and zeolites for environmentally sustainable agriculture. In modified clay and zeolite nanocomposite materials / K.M. Manjaiah, R. Mukhopadhyay, R. Paul, S. C. Data, P. Kumararaja, B. Sarkar. – Elsevier, 2019. – PP. 309-329.
513. Markovich, A. Enriched zeolites as substrate component in the production of paper and tomato seedling / A. Markovich, A. Takac, Z. Illin, T. Ito, F. Tognoni // Acta Horticulturae. – 1995. – № 39(6). – PP. 321-328.
514. Marschner, P. Cycling of Micronutrients in Terrestrial Ecosystems / P. Marschner; Rengel Z. (eds) // Soil Biology. – 2007. – Vol. 10. – PP. 93-121.
515. Melnyk, A. Productivity and quality of high-oleic sunflower seeds as influenced by foliar fertilizers and plant growth regulators in the LeftBank Forest-Steppe of Ukraine / A. Melnyk, J. Akuaku, V. Trotsenko, T. Melnyk, A. Makarchuk // AgroLife Scientific Journal. – 2019. – № 8(1). – PP. 167-174.

516. Mobin M. Timing of GA3 application for Indian mustard: DM distribution, growth analysis and nutrient absorption / M. Mobin, H.R. Ansari, N.A. Khan // *Journal of Agronomy*. – 2007. – Vol. 6. – №1. – PP. 53-60.

517. Motyleva, S. Structure and chemical characteristics of natural mineral deposit Terbunskaya (Lipetsk region, Russia) / S. Motyleva, M. Mertvishcheva, R. Shchuchka, V. Gulidova // *AIP Conference Proceedings*. 23, *Microscopy: Seeing at Nanoscale*. Cep. «Proceedings of the 23rd Scientific Conference of Microscopy Society Malaysia, SCMSM 2014». – 2015. – Vol. 1669. – P. 4919211.

518. Motyleva, S.M. Physical and chemical characteristics of zeolite from khotynetz deposit (Orel Region) / S.M. Motyleva, M.N. Kuznetsov, L.I. Leontieva // *Zeolites: Synthesis, Chemistry and Applications; Series: Materials Science and Technologies, Chemical Engineering Methods and Technologe*. Chapter 1. – 2012. (August). – PP. 285-294.

519. Nakhli, S.A.A. Application of zeolites for sustainable agriculture: a review on water and nutrient retention / S.A.A. Nakhli, M. Dilkash, B.E. Bakhshayesh, H. Kazumyan // *Pollution of water, air and soil*. – 2017. – № 228(12). – PP. 1-34.

520. Nagajyoti, P. C. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review / P.C. Nagajyoti, K.D. Lee, T.V.M. Sreekanth // *Environ Chem Lett*. – 2010. - Vol. 8. - P.199- 216.

521. National Agricultural Technology Extension and Service Center of China / *Report of Regional Trial Implementation of National Winter Rapeseed Varieties China Agricultural Science and Technology Press*. – Beijing, 2013.

522. National Agricultural Technology Extension and Service Center of China / *Report of Regional Trial Implementation of National Winter Rapeseed Varieties China Agricultural Science and Technology Press*. – Beijing, 2014.

523. National Agricultural Technology Extension and Service Center of China / *Report of Regional Trial Implementation of National Winter Rapeseed Varieties National Agricultural Technology Extension and Service Center of China*. – Beijing, 2015.

524. Nozari, R. The effect of the use of cattle manure and zeolite on physiological and biochemical changes in soybeans grown under stress of water scarcity / R.

Nozari, H.R.T. Moghadam, H. Zahedi // *Revista Científica UDO Agrícola*. – 2013. – Vol. 13. – № 1. – PP. 76-84.

525. Odlare, M. Land application of organic waste – Effects on the soil ecosystem / M. Odlare, V. Arthurson, M. Pell, K. Svensson, E. Nehrenheim, J. Abubaker // *Applied Energy*. – 2011. – Vol. 88. – Issue 6. – PP. 2210-2218.

526. Ohlson, J.S.R. Rapeseed oil / Ohlson J.S.R. // *Journal of the American Oil Chemists' Society*. – 1983. – № 60. – PP. 385-386.

527. Osman, N.Z. Used mushroom substrate as a biofertilizer for use in agriculture / N.Z. Osman, M.N.H. Marjani, M.A. Rosli, M.H. Nadir, L.H. Yong, O. P. In, M.R. Armida // *Valorization of agro-industrial residues*. – 2020. – Vol. I: Biological approaches. – PP. 37-57.

528. Ozbahce, A. Zeolite for enhancing yield and quality of potatoes cultivated under water-deficit conditions / A. Ozbahce, A.F. Tari, E. Gonulal, N. Simsekli // *Potato Research*. – 2018. – № 61(3). – PP. 247-259.

529. Pickering, H.W. Zeolite/rock phosphate – a novel slow release phosphorus fertilizer for potted plant production / H.W. Pickering, N.W. Menzies, M.N. Hunter // *Scientia Horticulturae*. – Vol. 94. – 2002. – PP. 333-343.

530. Polat, E. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture / E. Polat, M. Karaca, H. Demir, A.N. Onus // *Journal of fruit and ornamental plant research*. – 2004. – № 12(1). – PP.183-189.

531. Qiu, F. Biodiesel production from mixed soybean oil and rapeseed oil / F. Qiu, Y.Li, D. Yang, X. Li, P. Sun. // *Applied Energy*. – 2011. – Vol. 88. – Issue 6. – PP. 2050-2055.

532. Rai, S.K. Scenario of oilseed crops around the world / S.K. Rai, D. Charak, R. Bharat // *Archive of Plants*. – 2016. – Vol. 16. – № 1. – PP. 125-132.

533. Ramesh, K. Nanoporous zeolites in farming: Current status and issues ahead / K. Ramesh, A.K. Biswas, J. Somasundaram, A.S. Rao // *Current Science*. – 2010. – Vol. 99. – PP. 760-764.

534. Ramesh, K. Virgin farming / K. Ramesh, A.K. Biswas, A.K. Patra // *Indian Journal of Agronomy*. – 2015. – № 60(2). – PP. 185-191.

535. Ramesh, K. Zeolites and their potential uses in agriculture / K. Ramesh, D.D. Reddy // *Advances in Agronomy*. – 2011. – Vol. 113. – PP. 219-241.
536. Rate, L. Open Sorption Systems / L. Rate, F. Kuznik, K. Johannes // *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. – Elsevier, 2021.
537. Rezakova, M. Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type / M. Rezakova, S. Kuvanová, M. Dživák, J. Rymar, Z. Kovalová // *Current Opinion in Solid State and Materials Science*. – 2004. – № 8. – PP. 397-404.
538. Ruggiero, A. Tribological characterization of vegetal lubricants: Comparative experimental investigation on *Jatropha curcas* L. oil, Rapeseed Methyl Ester oil, Hydrotreated Rapeseed oil / A. Ruggiero, R. D'Amato, M. Merola, P. Valasek, M. Müller // *Tribology International*. – 2017. – Vol. 109. – PP. 529-540.
539. Sangeetha, C. Zeolite and its potential applications in agriculture: a critical review / C. Sangeetha, P. Baskar // *Agricultural reviews*. – 2016. – Vol. 37. – № 2. – PP.1-8.
540. Schmidt, S.B. Biochemical properties of manganese in plants / S.B. Schmidt, S. Husted // *Plants*. – 2019. – Vol. 8. – № 10. – P. 381.
541. Sharma, M. Production and trade of the world's main oilseeds / M. Sharma, S. K. Gupta, A. K. Mondal // *Technological Innovations in the world's major oilseeds*. – Vol. 1. – Springer, New York, 2012. – PP. 1-15.
542. Shekhawat, K. et al. Achievements in agronomic management of Indian mustard (*Brassica juncea* (L.) Czern. Cosson): overview / K. Shekhawat et al. // *International Agronomic Journal*. – 2012. – Vol. 2012. – PP. 1-14.
543. Soltys, L. et al. Composites based on zeolites as slow-release fertilizers / L. Soltys et al // *Physics and Chemistry of Solids*. – 2020. – Vol. 21(1). – PP. 89-104.
544. Soudejani, H. T. Application of zeolites in organic waste composting: A review / H.T. Soudejani, H. Kazemian, V.J. Inglezakis, A.A. Zorpas // *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. – 2019. – Vol. 22. – № 1. – PP.101396
545. Stepanova, E. Resource Saving Technologies for Rapeseed Cultivation at the Regions of the Russian Federation / E. Stepanova, A. Rozhkova // *E3S Web of Conferences*. – EDP Sciences, 2020. – Vol. 161. – P. 01075.

546. Sulg S. Spatiotemporal distancing of crops reduces pest pressure while maintaining conservation biocontrol in oilseed rape / S. Sulg, G. Kovacs, J. Willow, R. Kaasik, G. Smagghe, G. L. Lovei, E. Veromann // *Pest Management Science*. – 2023. PP.1-10.

547. Szczepanek, M. P Accumulation by Rapeseed as Affected by Biostimulant under Different NPK and S Fertilization Doses / M. Szczepanek, A. Siwik-Ziomek // *Agronomy*. – 2019. – № 9. – P.477.

548. Szczepaniak, W. The mineral profile of winter oilseed rape in critical growth stages – Potassium / *Journal of Elementology*. – 2014. – № 19. – PP. 203–215.

549. Todorov, Z. The influence of some growth regulators on the development and productivity of winter rapeseed / Z. Todorov, R. Ivanova, V. Delibaltova, T. Kolev, D. Nenkova // *Plant science*. – 2010. – Vol. 47. – № 1. – PP. 41-45.

550. Troshkina, E.A. Features of the formation of the yield of spring rapeseed herbage of different varieties in the conditions of the non-chernozem zone / E.A. Troshkina // *IOP Conference Series: Earth and Environment Science*. – IOP Publishing. – 2020. – Vol. 613. – №1. – PP. 012152.

551. Tsintskaladze, G. Nanomodified natural zeolite as a fertilizer of prolonged activity / G. Tsintskaladze, L. Eprikashvili, T. Urushadze, T. Kordzakhia, T. Sharashenidze, M. Zautashvili, M. Burjanadze // *Annals of agrarian science*. – 2016. – Vol. 14. – №3. – PP. 163-168.

552. Tsonev, T. Zinc in plants-review / T. Tsonev, F.J. Sibola Lidon // *Emirati Journal of Food and Agriculture (ELFA)*. – 2012. – Vol. 24. – № 4. – PP. 322-333.

553. Tubana, B. Understanding the dynamics of silicon in plant and soil are essential for establishing silicon fertilization guidelines / B. Tubana, T. Babu, B. White, F. Agostinho, W. Paye, L. Datnoff // *7th Inter. Conf. Silicon Agricult. Proced. Abstracts. India*. – 2017. – P. 10.

554. Uzun, I. The use of spent mushroom compost in sustainable fruit production / I. Uzun // *Journal of Research of fruit and ornamental plants*. – 2004. – Vol.12. – PP. 157-165.

555. Vafina, E.F. Application of macro- and micro-fertilizers in the technology of cultivation of spring rape in the conditions of the Middle Urals / E.F. Vafina, S.I. Kokonov, T.A. Babaytseva, A.V. Dmitriev, N.I. Mazunina, A.V. Milchakova, O.V. Esenkulova // Eurasian Journal of Biological Sciences. – 2020. – Vol.14. – №2. – PP. 123-132.

556. Vafina, E.F. The possibility of cultivation, state of production, and prospects of spring rapeseed in the Udmurt republic (Russia) / E. F. Vafina, S.I. Kokonov, T.A. Babaytseva, N.I. Mazunina, V.G. Kolesnikova, A.V. Milchakova // Plant cell biotechnology and molecular biology. – 2021. – № 22 (9-10). – PP. 46-52.

557. Vaks, M. The untapped potential of zeolites in optimizing composting of food waste / M. Vaks, M.I. Rashid, A.S. Nizami, A.S. Aburiazayza, M.A. Barakat, Z.Z. Sam, B. Khattak, M.I. Rashid // Journal of Environmental Management. – 2019. – Vol. 241. – PP. 99-112.

558. Vasenev, I. et al. The possibilities of growing rapeseed as a bioenergetic crop in conditions of chemically degraded soils in Russia / I. Vasenev et al // International Interdisciplinary Scientific Geoconference: SGEM. – 2017. – Vol. 17. – PP. 725-732.

559. Verma, B.C. Organic Fertilizers for Sustainable Soil and Environmental Management / B.C. Verma, P. Pramanik, D. Bhaduri; R. Meena (eds) // Nutrient Dynamics for Sustainable Crop Production. – Springer, Singapore, 2020.

560. Vinogradov, D.V. Developing the regional system of oil crops production management / D.V. Vinogradov, V.S. Konkina, Ya.V. Kostin, M.M. Kryuchkov, et al // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9. – №5. – P. 1276-1284.

561. Vyborova, O. Increasing soil fertility using liquid organic fertilizers and fertilizers based on sugar beet waste / O. Vyborova // Abstracts of the EGU General Assembly Conference. – 2010. – p. 878.

562. Wahnhoff, M. Mechanische Unkrautbekämpfung im Raps – eine Alternative / M. Wahnhoff // Pflanzenschutz-Praxis. – 1994. – № 3. – PP. 153-155.

563. Wang, Y. Nutrient deficiency limits population development, yield formation, and nutrient uptake of direct sown oilseed rape / Y. Wang, T. Liu, X.K. Li, T. Ren, R.H. Cong, J.W. Lu // *Agric.* – 2015. – Vol. 14. – №3. – PP. 670-680.

564. Wenda-Piesik, A. Evaluation of hybrid and population cultivars on standard and high-input technology in winter oilseed rape / A. Wenda-Piesik, S. Hoppe // *Soil & Plant Science.* – 2018. – Vol. 68. – №8. – PP. 678-689.

565. Willige, A. Gen-Raps: Ab 1999 auf deutschen Ackern / A. Willige // *Sonderdruck aus tor agrar.* – 1997. – № 12. – P. 12.

566. Windels, C. E. Longterm effects of a single application of spent lime on sugarbeet, *Aphanomyces* root rot, rotation crops, and antagonistic microorganisms / C. E. Windels, A. L. Sims, J. R. Brantner and others // *Sugarbeet Res. Ext. Rept.* – 2008. – 38. – pp. 251-262.

567. Wuest, P.J. Penn State Handbook for Commercial Mushroom Growers / P.J. Wuest; G.D. Bengston (ed.) // *A Compendium of Scientific and Technical Information Useful to Mushroom Farmers.* – Pennsylvania State University, College of Agriculture, 1982. – P.139.

568. Xu, Y. et al. Effects of zeolite and chicken manure on the growth of soybean and rapeseed / Y. Xu // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – IOP Publishing, 2020. – Vol. 514. – №. 5. – P. 052047.

569. Yolcu, H. The use of cattle manure, zeolite and leonardite increases the yield of hay and the quality of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in semi-arid conditions / H. Yolcu, H. Scar, M.K. Gallup, A. Lithourgidis, A. Gunes // *Australian Journal of Crop Science.* – 2011. – Vol. 5. – № 8. – PP. 926-931.

570. Zahedi, H. The effect of zeolites and foliar selenium fertilizing on the growth, yield and yield components of three varieties of rapeseed in conditions of arid stress / H. Zahedi, G. Noormohammadi, A.S. Rad, D. Habibi, M.M.A. Boojar // *World applied sciences journal.* – 2009. – Vol. 7. – № 2. – PP. 255-262.

571. Zahir, I.E. The role of iron-lysine on morphophysiological signs and the fight against chromium toxicity in rapeseed plants (*Brassica napus* L.) irrigated by various levels of tannery wastewater / I.E. Zahir, S. Ali, M.H. Salim, M. Imran, G.S. Alnu-

sairi, B.M. Alharbi, M.H. Soliman // *Physiology and Biochemistry of Plants*. – 2020. – №155. – PP. 70-84.

572. Zala, C. R. Research on the effectiveness of some fungicides and insecticides in combating of some diseases and pests of rape in Cristian commune-Braşov county / C.R. Zala, O. Cotuna, M. Paraschivu, R. Istrate, M. S. Manole // *Rom. Agric. Res. First Online*. – 2023. – T. 40.

573. Zapevalov, M.V. Rapeseed Oil is the Base for Biodiesel Fuel / M.V. Zapevalov, N.S. Sergeev, G.V. Redreev // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. – № 688. – PP. 012013.

574. Zhang, Q. Diesel engine durability when fueled with methyl ester of winter rapeseed oil / Q. Zhang, M. Feldman, C.L. Peterson // *American Society of Agricultural Engineers*. – 1988. – № 88. – P.26.

575. Zubair, M. Siddique Green Sustainable Process for Chemical and Environmental Engineering and Science / M.Zubair, F. Maqbool, I. Mehmood, S.Muzammil, M.Waseem, M. Imran, H. Ullah Nadeem, F.Azeem, M.Hussnain. – Siddique. Elsevier, 2021. – PP. 41-55.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

Приложение А – Количество осадков за период исследований по данным метеорологической станции г. Елец (2014-2023 гг.), мм

| Годы | Декада    | Январь       | Февраль      | Март         | Апрель       | Май          | Июнь        | Июль        | Август       | Сентябрь    | Октябрь      | Ноябрь      | Декабрь      |
|------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 2014 | 1         | 21           | 5,9          | 4,1          | 14,1         | 19,3         | 19,7        | 0,6         | 11,0         | 4,3         | 0,0          | 0,5         | 0,4          |
|      | 2         | 18,1         | 13,1         | 10           | 7,9          | 8,0          | 32,6        | 2,1         | 3,6          | 0,0         | 20,5         | 0,9         | 14,3         |
|      | 3         | 9,3          | 0,0          | 0,1          | 2,3          | 4,0          | 39,3        | 3,0         | 11,4         | 2,5         | 2,8          | 0,2         | 22,1         |
|      | за месяц  | 48,4         | 19           | 14,2         | 24,3         | 31,3         | 91,6        | 5,7         | 26,0         | 6,7         | 23,3         | 1,6         | 36,8         |
|      | % к норме | <b>134,4</b> | <b>54,3</b>  | <b>36,4</b>  | <b>50,0</b>  | <b>101,3</b> | <b>88,0</b> | <b>7,2</b>  | <b>56,9</b>  | <b>13,8</b> | <b>75,4</b>  | <b>1,5</b>  | <b>46,5</b>  |
| 2015 | 1         | 6,4          | 36,0         | 0,2          | 38,0         | 18,7         | 3,6         | 5,6         | 5,7          | 27,6        | 5,5          | 5,0         | 19,6         |
|      | 2         | 13,5         | 0,8          | 0,0          | 13,7         | 7,5          | 15,0        | 50,9        | 1,2          | 0,3         | 0,0          | 41,5        | 15,9         |
|      | 3         | 7,3          | 8,0          | 5,7          | 5,6          | 1,9          | 38,9        | 13,7        | 0,0          | 7,7         | 11,5         | 33,1        | 7,3          |
|      | за месяц  | 27,2         | 44,8         | 5,9          | 57,3         | 28,1         | 57,5        | 70,2        | 6,9          | 35,6        | 17           | 79,6        | 42,8         |
|      | % к норме | <b>75,6</b>  | <b>128,0</b> | <b>15,1</b>  | <b>117,9</b> | <b>90,9</b>  | <b>55,2</b> | <b>88,8</b> | <b>15,1</b>  | <b>73,3</b> | <b>55,0</b>  | <b>76,4</b> | <b>54,1</b>  |
| 2016 | 1         | 25,9         | 5,6          | 22,5         | 31,0         | 1,9          | 15,7        | 7,4         | 6,8          | 0,0         | 11,1         | 57,2        | 20,3         |
|      | 2         | 61,5         | 20,4         | 13,4         | 12,0         | 52,9         | 49,0        | 23,0        | 65,1         | 5,7         | 2,9          | 13,6        | 7,1          |
|      | 3         | 13,7         | 28,1         | 23,3         | 31,5         | 28,3         | 6,7         | 34,1        | 69,0         | 14,8        | 21,3         | 16,7        | 7,6          |
|      | за месяц  | 101,1        | 54,1         | 59,2         | 74,5         | 83,1         | 71,4        | 64,5        | 140,9        | 20,5        | 35,3         | 87,5        | 35,0         |
|      | % к норме | <b>280,8</b> | <b>154,6</b> | <b>151,8</b> | <b>153,3</b> | <b>268,9</b> | <b>68,5</b> | <b>81,5</b> | <b>308,3</b> | <b>42,2</b> | <b>114,2</b> | <b>83,9</b> | <b>44,3</b>  |
| 2017 | 1         | 19,2         | 7,9          | 4,0          | 6,0          | 6,2          | 14,0        | 40,0        | 15,8         | 19,1        | 32,1         | 7,8         | 36,1         |
|      | 2         | 16,6         | 6,2          | 12,1         | 25,5         | 15,0         | 7,0         | 13,9        | 2,7          | 0,1         | 9,7          | 31,4        | 44,1         |
|      | 3         | 9,1          | 15,3         | 7,9          | 0,9          | 8,6          | 37,9        | 13,8        | 44,5         | 0,1         | 20,8         | 31,9        | 8,7          |
|      | за месяц  | 44,9         | 29,4         | 24,0         | 32,4         | 29,8         | 58,9        | 67,7        | 63,0         | 19,3        | 62,6         | 71,1        | 88,9         |
|      | % к норме | <b>124,7</b> | <b>84,0</b>  | <b>61,5</b>  | <b>66,7</b>  | <b>96,4</b>  | <b>56,5</b> | <b>85,6</b> | <b>137,9</b> | <b>39,7</b> | <b>202,6</b> | <b>68,2</b> | <b>112,4</b> |
| 2018 | 1         | 5,9          | 17,6         | 20,9         | 10,1         | 0,0          | 0,1         | 13,6        | 1,0          | 0,0         | 5,5          | 1,9         | 34,8         |
|      | 2         | 12,6         | 10,5         | 15,3         | 15,3         | 55           | 1,7         | 22,6        | 0,3          | 19,8        | 0,0          | 0,1         | 14,2         |
|      | 3         | 22,9         | 2,8          | 15,7         | 14,7         | 24,3         | 8,4         | 8,8         | 1,2          | 10,6        | 23,2         | 1,6         | 20,9         |
|      | за месяц  | 41,4         | 30,9         | 51,9         | 40,1         | 79,3         | 10,2        | 45,0        | 2,5          | 30,4        | 28,7         | 3,6         | 69,9         |
|      | % к норме | <b>115,0</b> | <b>88,3</b>  | <b>133,1</b> | <b>82,5</b>  | <b>256,6</b> | <b>9,9</b>  | <b>56,9</b> | <b>5,5</b>   | <b>62,6</b> | <b>92,9</b>  | <b>3,5</b>  | <b>88,4</b>  |

## Продолжение приложения А

| Годы                | Декада    | Январь       | Февраль      | Март         | Апрель       | Май          | Июнь         | Июль         | Август       | Сентябрь     | Октябрь      | Ноябрь       | Декабрь      |
|---------------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2019                | 1         | 8,4          | 42,2         | 15           | 1,9          | 10,6         | 20,8         | 17,3         | 7,7          | 0,0          | 90,4         | 20,9         | 10,2         |
|                     | 2         | 10,8         | 7,8          | 10           | 13,5         | 16,9         | 21,2         | 18,0         | 15,5         | 11,2         | 0,8          | 0,5          | 8,4          |
|                     | 3         | 15,2         | 8,8          | 10,3         | 0,0          | 46,6         | 20,7         | 19,5         | 0,0          | 15,5         | 1,1          | 11,6         | 9,4          |
|                     | за месяц  | 34,4         | 30,8         | 35,3         | 15,4         | 74,1         | 62,7         | 54,8         | 23,2         | 26,7         | 92,3         | 33,0         | 28,0         |
|                     | % к норме | <b>95,6</b>  | <b>88,0</b>  | <b>90,5</b>  | <b>31,7</b>  | <b>239,8</b> | <b>60,2</b>  | <b>69,3</b>  | <b>50,8</b>  | <b>54,9</b>  | <b>298,7</b> | <b>31,7</b>  | <b>35,4</b>  |
| 2020                | 1         | 3,0          | 13,7         | 8,2          | 1,2          | 34,3         | 58,6         | 12,5         | 3,0          | 1,4          | 0,0          | 29,3         | 1,1          |
|                     | 2         | 18,2         | 14,0         | 2,1          | 14           | 19,0         | 2,1          | 15,1         | 19,9         | 5,5          | 19,4         | 1,1          | 14           |
|                     | 3         | 10,5         | 15,9         | 0,0          | 15,9         | 32,9         | 18,1         | 10,6         | 0,9          | 1,0          | 18,7         | 10,1         | 8,7          |
|                     | за месяц  | 31,7         | 43,6         | 10,3         | 31,1         | 86,2         | 78,8         | 38,2         | 23,8         | 7,9          | 38,1         | 40,5         | 23,8         |
|                     | % к норме | <b>88,1</b>  | <b>124,6</b> | <b>26,4</b>  | <b>63,9</b>  | <b>278,9</b> | <b>75,6</b>  | <b>48,3</b>  | <b>52,1</b>  | <b>16,3</b>  | <b>123,3</b> | <b>38,9</b>  | <b>30,1</b>  |
| 2021                | 1         | 14,1         | 26,4         | 5,8          | 25,8         | 13,6         | 30,0         | 30,1         | 5,2          | 20,2         | 0,0          | 16,0         | 31,9         |
|                     | 2         | 16,5         | 27,6         | 4,2          | 17,5         | 18,8         | 30,1         | 1,3          | 2,8          | 64,1         | 3,1          | 7,9          | 7,2          |
|                     | 3         | 65,5         | 58,9         | 10,9         | 57,1         | 50,2         | 60,6         | 75,8         | 31,9         | 95,3         | 7,3          | 43,1         | 45,7         |
|                     | за месяц  | 96,1         | 112,9        | 20,9         | 100,4        | 82,6         | 120,7        | 107,2        | 39,9         | 179,6        | 10,4         | 67,0         | 84,8         |
|                     | % к норме | <b>266,9</b> | <b>322,6</b> | <b>53,6</b>  | <b>206,6</b> | <b>267,3</b> | <b>115,8</b> | <b>135,5</b> | <b>87,3</b>  | <b>390,4</b> | <b>22,6</b>  | <b>163,4</b> | <b>223,2</b> |
| 2022                | 1         | 36,3         | 7,7          | 33,7         | 35,4         | 3,0          | 60,0         | 9,5          | 5,9          | 6,0          | 45,0         | 2,0          | 20,4         |
|                     | 2         | 16,5         | 9,2          | 0,7          | 14,4         | 14,6         | 11,9         | 64,7         | 11,5         | 59,6         | 7,1          | 8,9          | 64,9         |
|                     | 3         | 71,3         | 33,3         | 44,6         | 26,0         | 30,9         | 0,0          | 60,3         | 4,0          | 59,2         | 34,0         | 31,8         | 24,2         |
|                     | за месяц  | 124,1        | 50,2         | 79           | 75,8         | 48,5         | 71,9         | 134,5        | 21,4         | 124,8        | 86,1         | 42,7         | 36,5         |
|                     | % к норме | <b>344,7</b> | <b>143,4</b> | <b>202,6</b> | <b>156</b>   | <b>157</b>   | <b>69,0</b>  | <b>170,0</b> | <b>46,8</b>  | <b>271,3</b> | <b>187,2</b> | <b>104,2</b> | <b>96,1</b>  |
| 2023                | 1         | 8,5          | 5,2          | 9,8          | 0,5          | 2,0          | 1,1          | 66,3         | 7,8          | 15,2         | 18,7         | 22,7         | 20,6         |
|                     | 2         | 2,3          | 16,2         | 17,1         | 3,5          | 0,0          | 0,1          | 6,9          | 22,6         | 0            | 46,9         | 31,9         | 51,6         |
|                     | 3         | 0            | 6,6          | 18,1         | 40,9         | 29,4         | 39,2         | 58,8         | 29,8         | 0            | 41,4         | 44,7         | 6,7          |
|                     | за месяц  | 10,8         | 28           | 45           | 44,9         | 31,4         | 40,4         | 132,0        | 60,2         | 15,2         | 107,0        | 99,3         | 78,9         |
|                     | % к норме | <b>30,0</b>  | <b>80,0</b>  | <b>115,4</b> | <b>92,4</b>  | <b>101,6</b> | <b>38,8</b>  | <b>166,9</b> | <b>131,7</b> | <b>33,0</b>  | <b>232,6</b> | <b>242,2</b> | <b>207,6</b> |
| Средне-много-летние | за месяц  | 36           | 35           | 39           | 48,6         | 30,9         | 104,2        | 79,1         | 45,7         | 46           | 46           | 41           | 38           |

Приложение Б – Температурный режим воздуха за период исследований по данным метеорологической станции  
г. Елец (2014-2023 гг.), °С

| Годы | Декада    | Январь      | Февраль     | Март         | Апрель       | Май          | Июнь         | Июль         | Август       | Сентябрь     | Октябрь      | Ноябрь        | Декабрь      |
|------|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| 2014 | 1         | -0,49       | -9,73       | -0,86        | 2,7          | 11,4         | 22,0         | 20,5         | 23,3         | 16,81        | 5,83         | 2,07          | -5,32        |
|      | 2         | -6,87       | 0,85        | 2,1          | 8,8          | 19,8         | 14,6         | 22,5         | 22,9         | 12,28        | 9,53         | 1,41          | 0,4          |
|      | 3         | -19,15      | -2,8        | 5,05         | 12,3         | 22,1         | 14,9         | 21,8         | 17,0         | 11,36        | 0,3          | -7,85         | -6,23        |
|      | за месяц  | -8,8        | -3,8        | 2,1          | 7,9          | 17,8         | 17,2         | 21,6         | 21,1         | 13,5         | 5,22         | -1,5          | -3,7         |
|      | % к норме | <b>85,4</b> | <b>40,0</b> | <b>-47,7</b> | <b>96,3</b>  | <b>127,1</b> | <b>104,2</b> | <b>103,9</b> | <b>112,2</b> | <b>108,0</b> | <b>94,9</b>  | <b>100,0</b>  | <b>52,1</b>  |
| 2015 | 1         | -7,42       | -3,78       | 0,2          | 3,0          | 13,4         | 19,0         | 21,1         | 21,1         | 15,8         | 6,87         | 3,22          | 0,7          |
|      | 2         | -1,07       | -6,82       | 2,6          | 7,3          | 13,0         | 19,6         | 16,5         | 18,3         | 15,49        | 4,4          | 1,29          | -1,05        |
|      | 3         | -6,1        | 0,125       | 5,7          | 11,3         | 22,3         | 20,7         | 21,6         | 17,6         | 18,09        | 2,21         | -0,1          | -0,15        |
|      | за месяц  | -4,9        | -3,5        | 2,8          | 7,2          | 16,2         | 19,7         | 19,7         | 19,0         | 16,5         | 4,5          | 1,5           | -0,2         |
|      | % к норме | <b>47,6</b> | <b>36,8</b> | <b>-63,6</b> | <b>87,8</b>  | <b>115,7</b> | <b>119,4</b> | <b>94,7</b>  | <b>101,1</b> | <b>132,0</b> | <b>81,8</b>  | <b>-100,0</b> | <b>2,8</b>   |
| 2016 | 1         | -12,3       | -0,6        | 2,8          | 7,5          | 13,5         | 13,8         | 19,6         | 22,2         | 15,8         | 13,1         | 1,9           | -6,4         |
|      | 2         | -6,7        | -0,8        | -0,1         | 11,3         | 13,6         | 19,2         | 24,1         | 19,0         | 12,0         | 2,5          | -2,9          | -9,4         |
|      | 3         | -9,6        | -0,5        | 0,9          | 9,6          | 16,7         | 22,6         | 21,1         | 20,2         | 8,4          | 0,1          | -5,3          | -3,1         |
|      | за месяц  | -9,5        | -0,6        | 1,2          | 9,5          | 14,6         | 18,5         | 21,6         | 20,5         | 12,1         | 5,1          | -2,1          | -6,3         |
|      | % к норме | <b>92,2</b> | <b>6,3</b>  | <b>-27,3</b> | <b>115,9</b> | <b>104,3</b> | <b>112,1</b> | <b>103,9</b> | <b>109,0</b> | <b>96,8</b>  | <b>92,7</b>  | <b>140,0</b>  | <b>88,7</b>  |
| 2017 | 1         | -6,9        | -13,6       | 2,3          | 6,7          | 13,9         | 14,1         | 16,8         | 21,8         | 14,5         | 8,2          | 1,2           | -0,2         |
|      | 2         | -4,9        | -4,8        | 3,3          | 5,6          | 9,7          | 16,1         | 19,0         | 22,5         | 17,4         | 7,7          | 2,1           | 3,6          |
|      | 3         | -9,2        | 0,4         | 3,7          | 10,2         | 15,8         | 18,6         | 21,4         | 17,5         | 9,8          | 2,0          | -3,8          | 0,1          |
|      | за месяц  | -7,1        | -6,0        | 3,1          | 7,5          | 13,1         | 16,3         | 19,1         | 20,6         | 13,9         | 5,8          | -0,2          | 1,1          |
|      | % к норме | <b>68,9</b> | <b>63,2</b> | <b>-70,5</b> | <b>91,5</b>  | <b>93,6</b>  | <b>98,8</b>  | <b>91,8</b>  | <b>109,6</b> | <b>111,2</b> | <b>105,5</b> | <b>13,3</b>   | <b>-15,5</b> |
| 2018 | 1         | -0,2        | -5,5        | -8,6         | 5,5          | 20,2         | 14,0         | 19,3         | 21,0         | 20,6         | 8,4          | 3,1           | -5,1         |
|      | 2         | -7,9        | -6,1        | -7,9         | 8,1          | 15,6         | 18,9         | 21,9         | 21,3         | 18,1         | 11,3         | -4,0          | -5,7         |
|      | 3         | -7,3        | -15,8       | -3,6         | 10,7         | 15,9         | 21,6         | 22,4         | 19,7         | 11,3         | 4,7          | -5,7          | -6,4         |
|      | за месяц  | -5,2        | -8,7        | -6,6         | 8,1          | 17,2         | 18,2         | 21,2         | 20,8         | 16,7         | 8,0          | -2,2          | -5,8         |
|      | % к норме | <b>50,5</b> | <b>91,6</b> | <b>150,0</b> | <b>98,8</b>  | <b>122,9</b> | <b>110,3</b> | <b>101,9</b> | <b>110,6</b> | <b>133,6</b> | <b>145,5</b> | <b>146,7</b>  | <b>81,7</b>  |

## Продолжение приложения Б

| Годы                        | Декада    | Январь      | Февраль      | Март          | Апрель       | Май          | Июнь         | Июль         | Август       | Сентябрь     | Октябрь      | Ноябрь        | Декабрь     |
|-----------------------------|-----------|-------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------------|
| 2019                        | 1         | -7,2        | -2,6         | -1,3          | 5,9          | 14,9         | 20,8         | 17,3         | 15,8         | 19           | 8,5          | 5,3           | -0,6        |
|                             | 2         | -5,8        | -1,9         | 0,5           | 7,6          | 16,6         | 21,2         | 18,0         | 20,8         | 13,7         | 11,8         | 3,0           | 1,3         |
|                             | 3         | -9,9        | -3,5         | 2,4           | 13,0         | 18,3         | 20,7         | 19,5         | 18,1         | 6,9          | 8,5          | -4,3          | -1,2        |
|                             | за месяц  | -7,7        | -2,6         | 0,6           | 8,8          | 16,6         | 20,9         | 18,3         | 18,2         | 13,2         | 9,6          | 1,3           | -0,2        |
|                             | % к норме | <b>74,8</b> | <b>27,4</b>  | <b>-13,6</b>  | <b>107,3</b> | <b>118,6</b> | <b>126,7</b> | <b>87,9</b>  | <b>96,8</b>  | <b>105,6</b> | <b>174,6</b> | <b>-86,7</b>  | <b>2,8</b>  |
| 2020                        | 1         | -1,6        | -3,9         | 5,9           | 5,1          | 13,0         | 18,4         | 23,5         | 19,2         | 19,1         | 14,0         | 6,4           | -7,9        |
|                             | 2         | -0,6        | -0,3         | 4,6           | 4,9          | 11,3         | 22,1         | 18,6         | 17,1         | 13,7         | 10,3         | -2,8          | -4,2        |
|                             | 3         | 0,0         | 0,9          | 3,9           | 8,5          | 12,4         | 19,8         | 19,9         | 18,8         | 14,3         | 7,1          | 0,3           | -4,6        |
|                             | за месяц  | -0,7        | -1,2         | 4,8           | 6,2          | 12,2         | 20,1         | 20,7         | 18,4         | 15,7         | 10,4         | 1,3           | -5,6        |
|                             | % к норме | <b>6,8</b>  | <b>12,6</b>  | <b>-109,1</b> | <b>75,6</b>  | <b>87,1</b>  | <b>121,8</b> | <b>99,5</b>  | <b>97,9</b>  | <b>125,6</b> | <b>189,1</b> | <b>-86,7</b>  | <b>78,9</b> |
| 2021                        | 1         | -1,2        | -8,6         | -3,2          | 5,2          | 12,0         | 15,8         | 22,2         | 23,8         | 12,5         | 4,6          | 6,3           | -0,7        |
|                             | 2         | -12,1       | -13,0        | -3,5          | 10,4         | 16,9         | 20,2         | 25,4         | 23,1         | 12,8         | 6,3          | 0,4           | -1,9        |
|                             | 3         | -4,9        | -9,6         | -1,8          | 7,6          | 15,2         | 20,5         | 22,9         | 22,2         | 11,3         | 5,6          | 2,7           | -4,9        |
|                             | за месяц  | -6,1        | -10,4        | -2,8          | 7,7          | 14,7         | 18,8         | 23,5         | 23,0         | 12,2         | 5,5          | 3,1           | -2,5        |
|                             | % к норме | <b>59,2</b> | <b>109,5</b> | <b>63,6</b>   | <b>93,9</b>  | <b>105,0</b> | <b>113,9</b> | <b>112,9</b> | <b>122,3</b> | <b>97,6</b>  | <b>100,0</b> | <b>-206,7</b> | <b>35,2</b> |
| 2022                        | 1         | -4,8        | -3,4         | -3,3          | 5,5          | 9,6          | 17,9         | 21,9         | 21,7         | 10,3         | 11,4         | 1,8           | -7,6        |
|                             | 2         | -6,6        | -1,7         | -6,8          | 9,4          | 11,6         | 19,4         | 18,9         | 22,2         | 11,6         | 7,4          | 0,8           | -1,3        |
|                             | 3         | -5,8        | -1,9         | -2,7          | 9,5          | 12,2         | 20,8         | 20           | 22,5         | 10,1         | 5,5          | -1,7          | 0,2         |
|                             | за месяц  | -5,7        | -2,3         | -4,3          | 8,1          | 11,1         | 19,4         | 20,2         | 22,1         | 10,7         | 8,1          | 0,3           | -2,9        |
|                             | % к норме | <b>55,3</b> | <b>24,2</b>  | <b>97,7</b>   | <b>98,8</b>  | <b>79,3</b>  | <b>117,6</b> | <b>97,1</b>  | <b>117,6</b> | <b>85,6</b>  | <b>147,3</b> | <b>-20</b>    | <b>40,9</b> |
| 2023                        | 1         | -6,9        | -4,0         | -0,7          | 8,3          | 9,0          | 16,4         | 21,3         | 22,9         | 15,5         | 8,8          | 8,7           | -6,4        |
|                             | 2         | -4,4        | -4,9         | 1,5           | 9,2          | 15,2         | 17,8         | 17,9         | 22,2         | 13,4         | 7,3          | 1,1           | -4,3        |
|                             | 3         | -5,4        | -5,2         | 7,3           | 11,3         | 18,4         | 17,2         | 19,6         | 19,1         | 15,2         | 4,8          | -3,0          | 0,7         |
|                             | за месяц  | -5,6        | -4,7         | 2,7           | 9,6          | 14,2         | 17,1         | 19,6         | 21,4         | 14,7         | 7,0          | 2,3           | -3,3        |
|                             | % к норме | <b>54,4</b> | <b>49,5</b>  | <b>-61,4</b>  | <b>117,1</b> | <b>101,4</b> | <b>103,6</b> | <b>94,2</b>  | <b>113,8</b> | <b>117,6</b> | <b>127,3</b> | <b>-153,3</b> | <b>46,5</b> |
| Средне-<br>много-<br>летние | 1         | -9,3        | -9,8         | -4,8          | 4,1          | 12,9         | 15,4         | 19,4         | 20,0         | 13,2         | 5,7          | -1,3          | -6,7        |
|                             | 2         | -11,1       | -9,2         | -4,3          | 9,6          | 12,6         | 16,3         | 20,9         | 18,9         | 12,8         | 5,9          | -1,6          | -7,0        |
|                             | 3         | -10,5       | -9,5         | -4,1          | 11,0         | 16,4         | 17,7         | 22,1         | 17,4         | 11,5         | 4,9          | -1,6          | -7,6        |
|                             | за месяц  | -10,3       | -9,5         | -4,4          | 8,2          | 14,0         | 16,5         | 20,8         | 18,8         | 12,5         | 5,5          | -1,5          | -7,1        |

Приложение В – Урожайность ярового рапса и дисперсионный анализ в зависимости от комплексного применения дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов

Приложение В1 – Урожайность ярового рапса, т/га, 2018г.

| Фактор А (доза)  | Фактор В (срок) | Фактор С (препарат) | Повторность |      |      |      | V     | —<br>X |
|--|-----------------|---------------------|-------------|------|------|------|-------|--------|
|  |                 |                     | 1           | 2    | 3    | 4    |       |        |
| Вариант А1-<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>+ 5 т/га<br>дефекат<br>(10 см,<br>2,5 т/га)    | весна           | Без обработки       | 1,32        | 1,46 | 1,52 | 1,37 | 5,67  | 1,42   |
|  |                 | БСка-3              | 1,65        | 1,73 | 1,57 | 1,76 | 6,71  | 1,68   |
|  |                 | Экстрасол           | 1,49        | 1,34 | 1,70 | 1,63 | 6,16  | 1,54   |
|  | осень           | Без обработки       | 1,65        | 1,68 | 1,42 | 1,55 | 6,30  | 1,58   |
|  |                 | БСка-3              | 1,70        | 1,93 | 1,66 | 1,86 | 7,15  | 1,79   |
|  |                 | Экстрасол           | 1,54        | 1,77 | 1,81 | 1,47 | 6,59  | 1,65   |
| Вариант А2-<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>+ 10 т/га<br>дефекат<br>(20 см,<br>2,5 т/га)   | весна           | Без обработки       | 1,85        | 1,62 | 1,55 | 1,78 | 6,80  | 1,70   |
|  |                 | БСка-3              | 1,87        | 2,16 | 2,21 | 1,97 | 8,21  | 2,05   |
|  |                 | Экстрасол           | 1,75        | 2,01 | 1,96 | 1,73 | 7,45  | 1,86   |
|  | осень           | Без обработки       | 1,88        | 1,62 | 1,72 | 2,04 | 7,26  | 1,82   |
|  |                 | БСка-3              | 2,25        | 2,07 | 2,22 | 1,93 | 8,47  | 2,12   |
|  |                 | Экстрасол           | 2,00        | 1,92 | 2,11 | 1,85 | 7,88  | 1,97   |
| Вариант А3-<br>N <sub>150</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>+ 5 т/га<br>дефекат<br>(10 см,<br>3,5 т/га)  | весна           | Без обработки       | 2,16        | 2,28 | 2,12 | 2,34 | 8,9   | 2,23   |
|  |                 | БСка-3              | 2,69        | 2,60 | 2,72 | 2,58 | 10,59 | 2,65   |
|  |                 | Экстрасол           | 2,31        | 2,45 | 2,50 | 2,37 | 9,63  | 2,41   |
|  | осень           | Без обработки       | 2,47        | 2,19 | 2,26 | 2,43 | 9,35  | 2,34   |
|  |                 | БСка-3              | 2,74        | 2,9  | 2,82 | 2,65 | 11,11 | 2,78   |
|  |                 | Экстрасол           | 2,58        | 2,48 | 2,6  | 2,81 | 10,47 | 2,62   |
| Вариант А4-<br>N <sub>150</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>+ 10 т/га<br>дефекат<br>(20 см,<br>3,5 т/га) | весна           | Без обработки       | 2,46        | 2,53 | 2,57 | 2,37 | 9,93  | 2,48   |
|  |                 | БСка-3              | 3,04        | 2,91 | 2,73 | 3,12 | 11,8  | 2,95   |
|  |                 | Экстрасол           | 2,78        | 2,84 | 2,65 | 2,68 | 10,95 | 2,74   |
|  | осень           | Без обработки       | 2,49        | 2,69 | 2,78 | 2,56 | 10,52 | 2,63   |
|  |                 | БСка-3              | 3,17        | 2,95 | 2,87 | 3,10 | 12,09 | 3,02   |
|  |                 | Экстрасол           | 2,87        | 2,82 | 2,73 | 3,05 | 11,47 | 2,87   |

## Дисперсионный анализ урожайности, 2018 г.

| Дисперсия          | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |      |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
|                    |                 |                 |                 | факт.           | 05   |
| Общая              | 24,36           | 95              | -               | -               | -    |
| Повторений         | 0,002           | 3               | 0,001           | 0,04            | 2,79 |
| Фактора А          | 20,62           | 3               | 6,87            | 394,25          | 2,79 |
| Фактора В          | 0,36            | 1               | 0,36            | 20,65           | 4,03 |
| Фактора С          | 2,03            | 2               | 1,02            | 58,21           | 3,18 |
| Взаимодействия АВ  | 0,01            | 3               | 0,003           | 0,17            | 2,79 |
| Взаимодействия АС  | 0,11            | 6               | 0,018           | 1,05            | 2,29 |
| Взаимодействия ВС  | 0,01            | 2               | 0,005           | 0,29            | 3,18 |
| Взаимодействия АВС | 0,01            | 6               | 0,002           | 0,13            | 2,29 |
| Остаток (ошибки)   | 1,20            | 69              | 0,017           | -               | -    |

Ошибки опыта:

$$S_x = 0,07 \text{ т/га}$$

$$S_{x\%} = 3,2 \%$$

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,188 т/га; по ф.А (доза) 0,077 т/га; НСР<sub>05</sub> по ф.В (срок) 0,054 т/га; НСР<sub>05</sub> по ф.С (препарат) 0,066 т/га

## Приложение В2 – Урожайность ярового рапса, т/га, 2019 г.

| Фактор А (доза)  | Фактор В (срок) | Фактор С (препарат) | Повторность |      |      |      | V     | —<br>X |
|--|-----------------|---------------------|-------------|------|------|------|-------|--------|
|  |                 |                     | 1           | 2    | 3    | 4    |       |        |
| Вариант А1-<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>+ 5 т/га<br>дефекат<br>(10 см,<br>2,5 т/га)    | весна           | Без обработки       | 1,82        | 1,60 | 1,76 | 1,65 | 6,83  | 1,71   |
|  |                 | БСка-3              | 1,94        | 2,11 | 2,08 | 1,99 | 8,12  | 2,03   |
|  |                 | Экстрасол           | 1,85        | 1,96 | 1,83 | 1,75 | 7,39  | 1,85   |
|  | осень           | Без обработки       | 2,05        | 1,80 | 1,97 | 1,76 | 7,58  | 1,90   |
|  |                 | БСка-3              | 2,22        | 2,15 | 2,10 | 2,04 | 8,51  | 2,13   |
|  |                 | Экстрасол           | 1,83        | 2,11 | 2,17 | 1,96 | 8,07  | 2,02   |
| Вариант А2-<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>+ 10 т/га<br>дефекат<br>(20 см,<br>2,5 т/га)   | весна           | Без обработки       | 2,1         | 2,05 | 1,98 | 2,16 | 8,29  | 2,07   |
|  |                 | БСка-3              | 2,35        | 2,38 | 2,45 | 2,27 | 9,45  | 2,36   |
|  |                 | Экстрасол           | 2,31        | 2,27 | 2,20 | 2,18 | 8,96  | 2,24   |
|  | осень           | Без обработки       | 2,19        | 2,09 | 2,06 | 2,25 | 8,59  | 2,15   |
|  |                 | БСка-3              | 2,41        | 2,43 | 2,24 | 2,52 | 9,60  | 2,40   |
|  |                 | Экстрасол           | 2,28        | 2,37 | 2,08 | 2,5  | 9,23  | 2,31   |
| Вариант А3-<br>N <sub>150</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>+ 5 т/га<br>дефекат<br>(10 см, 3,5 т/га)     | весна           | Без обработки       | 2,66        | 2,51 | 2,59 | 2,43 | 10,19 | 2,55   |
|  |                 | БСка-3              | 3,01        | 2,84 | 2,99 | 3,05 | 11,89 | 2,97   |
|  |                 | Экстрасол           | 2,68        | 2,57 | 2,87 | 2,82 | 10,94 | 2,74   |
|  | осень           | Без обработки       | 2,74        | 2,8  | 2,63 | 2,54 | 10,71 | 2,68   |
|  |                 | БСка-3              | 3,12        | 2,92 | 3,18 | 2,98 | 12,2  | 3,05   |
|  |                 | Экстрасол           | 3,1         | 2,86 | 2,94 | 2,83 | 11,73 | 2,93   |
| Вариант А4-<br>N <sub>150</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>+ 10 т/га<br>дефекат<br>(20 см,<br>3,5 т/га) | весна           | Без обработки       | 2,56        | 2,9  | 2,62 | 2,99 | 11,07 | 2,77   |
|  |                 | БСка-3              | 3,47        | 3,2  | 3,38 | 3,13 | 13,18 | 3,30   |
|  |                 | Экстрасол           | 3,00        | 2,95 | 3,12 | 3,18 | 12,25 | 3,06   |
|  | осень           | Без обработки       | 3,04        | 3,15 | 2,86 | 2,64 | 11,69 | 2,92   |
|  |                 | БСка-3              | 3,55        | 3,16 | 3,37 | 3,44 | 13,52 | 3,38   |
|  |                 | Экстрасол           | 3,32        | 3,07 | 3,21 | 3,37 | 12,97 | 3,24   |

## Приложение В2 – Дисперсионный анализ урожайности, 2019 г.

| Дисперсия          | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |      |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
|                    |                 |                 |                 | факт.           | 05   |
| Общая              | 24,20           | 95              | -               | -               | -    |
| Повторений         | 0,04            | 3               | 0,01            | 0,91            | 2,79 |
| Фактора А          | 20,37           | 3               | 6,79            | 412,68          | 2,79 |
| Фактора В          | 0,36            | 1               | 0,36            | 21,88           | 4,03 |
| Фактора С          | 2,09            | 2               | 1,05            | 63,52           | 3,18 |
| Взаимодействия АВ  | 0,03            | 3               | 0,01            | 0,63            | 2,79 |
| Взаимодействия АС  | 0,15            | 6               | 0,03            | 1,52            | 2,29 |
| Взаимодействия ВС  | 0,03            | 2               | 0,02            | 0,91            | 3,18 |
| Взаимодействия АВС | 0,01            | 6               | 0,001           | 0,07            | 2,29 |
| Остаток (ошибки)   | 1,14            | 69              | 0,017           | -               | -    |

Ошибки опыта:

$$S_x = 0,06 \text{ т/га}$$

$$S_{x\%} = 2,37 \%$$

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,182 т/га; по ф.А (доза) 0,074 т/га; по ф.В (срок) 0,053 т/га; по ф.С (препарат) 0,064 т/га

## Приложение В3 – Урожайность ярового рапса в полевом опыте, т/га, 2020 г.

| Фактор А (доза)  | Фактор В (срок) | Фактор С (препарат) | Повторность |      |      |      | V     | —<br>X |
|--|-----------------|---------------------|-------------|------|------|------|-------|--------|
|  |                 |                     | 1           | 2    | 3    | 4    |       |        |
| Вариант А1-<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>+ 5 т/га<br>дефекат<br>(10 см,<br>2,5 т/га)    | весна           | Без обработки       | 2,23        | 2,24 | 2,18 | 2,11 | 8,76  | 2,19   |
|  |                 | БСка-3              | 2,55        | 2,62 | 2,73 | 2,51 | 10,41 | 2,60   |
|  |                 | Экстрасол           | 2,25        | 2,46 | 2,27 | 2,54 | 9,52  | 2,38   |
|  | осень           | Без обработки       | 2,70        | 2,42 | 2,63 | 2,45 | 10,2  | 2,55   |
|  |                 | БСка-3              | 2,65        | 2,76 | 2,84 | 2,81 | 11,06 | 2,77   |
|  |                 | Экстрасол           | 2,72        | 2,59 | 2,77 | 2,51 | 10,59 | 2,65   |
| Вариант А2-<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>+ 10 т/га<br>дефекат<br>(20 см,<br>2,5 т/га)   | весна           | Без обработки       | 2,50        | 2,56 | 2,46 | 2,63 | 10,15 | 2,54   |
|  |                 | БСка-3              | 2,89        | 2,83 | 3,04 | 2,91 | 11,67 | 2,92   |
|  |                 | Экстрасол           | 2,75        | 2,99 | 2,86 | 2,84 | 11,44 | 2,86   |
|  | осень           | Без обработки       | 2,78        | 2,57 | 2,54 | 2,80 | 10,69 | 2,67   |
|  |                 | БСка-3              | 3,11        | 3,00 | 3,07 | 2,92 | 12,10 | 3,03   |
|  |                 | Экстрасол           | 3,05        | 2,86 | 2,73 | 2,91 | 11,55 | 2,89   |
| Вариант А3-<br>N <sub>150</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>+ 5 т/га<br>дефекат<br>(10 см,<br>3,5 т/га)  | весна           | Без обработки       | 3,07        | 3,16 | 3,32 | 3,25 | 12,80 | 3,20   |
|  |                 | БСка-3              | 3,84        | 3,67 | 3,60 | 3,76 | 14,87 | 3,72   |
|  |                 | Экстрасол           | 3,53        | 3,26 | 3,38 | 3,19 | 13,36 | 3,34   |
|  | осень           | Без обработки       | 3,30        | 3,51 | 3,28 | 3,45 | 13,54 | 3,39   |
|  |                 | БСка-3              | 3,66        | 3,62 | 3,84 | 3,71 | 14,83 | 3,71   |
|  |                 | Экстрасол           | 3,72        | 3,67 | 3,53 | 3,68 | 14,6  | 3,65   |
| Вариант А4-<br>N <sub>150</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>+ 10 т/га<br>дефекат<br>(20 см,<br>3,5 т/га) | весна           | Без обработки       | 3,39        | 3,41 | 3,64 | 3,57 | 14,01 | 3,50   |
|  |                 | БСка-3              | 4,07        | 3,77 | 3,88 | 4,01 | 15,73 | 3,93   |
|  |                 | Экстрасол           | 3,85        | 3,70 | 3,74 | 3,66 | 14,95 | 3,74   |
|  | осень           | Без обработки       | 3,59        | 3,72 | 3,67 | 3,70 | 14,68 | 3,67   |
|  |                 | БСка-3              | 3,98        | 4,08 | 4,11 | 4,05 | 16,22 | 4,06   |
|  |                 | Экстрасол           | 3,87        | 3,96 | 4,08 | 4,02 | 15,93 | 3,98   |

## Приложение В3 – Дисперсионный анализ урожайности, 2020 г.

| Дисперсия          | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |      |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
|                    |                 |                 |                 | факт.           | 05   |
| Общая              | 29,75           | 95              | -               | -               | -    |
| Повторений         | 0,01            | 3               | 0,003           | 0,41            | 2,79 |
| Фактора А          | 25,6            | 3               | 8,53            | 748,79          | 2,79 |
| Фактора В          | 0,72            | 1               | 0,72            | 63,18           | 4,03 |
| Фактора С          | 2,30            | 2               | 1,15            | 100,91          | 3,18 |
| Взаимодействия АВ  | 0,09            | 3               | 0,03            | 2,66            | 2,79 |
| Взаимодействия АС  | 0,07            | 6               | 0,01            | 1,02            | 2,29 |
| Взаимодействия ВС  | 0,07            | 2               | 0,04            | 3,07            | 3,18 |
| Взаимодействия АВС | 0,10            | 6               | 0,02            | 1,44            | 2,29 |
| Остаток (ошибки)   | 0,79            | 69              | 0,011           | -               | -    |

Ошибки опыта:

$$S_x = 0,05 \text{ т/га}$$

$$S_{x\%} = 1,6 \%$$

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,152 т/га; по ф.А (доза) 0,062 т/га; по ф.В (срок) 0,044 т/га; по ф.С (препарат) 0,054 т/га

## Приложение В4 – Урожайность ярового рапса в полевом опыте, т/га, 2021г.

| Фактор А<br>(доза)   | Фактор В<br>(срок) | Фактор С<br>(препарат) | Повторность |      |      |      | V     | —<br>X |
|--|--------------------|------------------------|-------------|------|------|------|-------|--------|
|  |                    |                        | 1           | 2    | 3    | 4    |       |        |
| Вариант А1-<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>+ 5 т/га<br>дефекат<br>(10 см,<br>2,5 т/га)    | весна              | Без обработки          | 1,88        | 2,03 | 1,87 | 1,97 | 7,75  | 1,94   |
|  |                    | БСка-3                 | 2,35        | 2,17 | 2,30 | 2,19 | 9,01  | 2,25   |
|  |                    | Экстрасол              | 2,12        | 2,04 | 2,01 | 2,2  | 8,37  | 2,09   |
|  | осень              | Без обработки          | 2,12        | 2,16 | 2,21 | 2,03 | 8,52  | 2,13   |
|  |                    | БСка-3                 | 2,4         | 2,35 | 2,39 | 2,29 | 9,43  | 2,36   |
|  |                    | Экстрасол              | 2,17        | 2,2  | 2,14 | 2,27 | 8,78  | 2,20   |
| Вариант А2-<br>N <sub>90</sub> P <sub>40</sub> K <sub>50</sub><br>+ 10 т/га<br>дефекат<br>(20 см,<br>2,5 т/га)   | весна              | Без обработки          | 2,35        | 2,27 | 2,32 | 2,29 | 9,23  | 2,31   |
|  |                    | БСка-3                 | 2,46        | 2,58 | 2,56 | 2,6  | 10,2  | 2,55   |
|  |                    | Экстрасол              | 2,39        | 2,41 | 2,44 | 2,47 | 9,71  | 2,43   |
|  | осень              | Без обработки          | 2,42        | 2,38 | 2,25 | 2,28 | 9,33  | 2,33   |
|  |                    | БСка-3                 | 2,55        | 2,59 | 2,7  | 2,63 | 10,47 | 2,62   |
|  |                    | Экстрасол              | 2,53        | 2,65 | 2,47 | 2,51 | 10,16 | 2,54   |
| Вариант А3-<br>N <sub>150</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>+ 5 т/га<br>дефекат<br>(10 см,<br>3,5 т/га)  | весна              | Без обработки          | 2,77        | 2,71 | 2,85 | 2,72 | 11,05 | 2,76   |
|  |                    | БСка-3                 | 3,27        | 3,08 | 3,21 | 3,19 | 12,75 | 3,19   |
|  |                    | Экстрасол              | 3,00        | 3,06 | 2,93 | 2,80 | 11,79 | 2,95   |
|  | осень              | Без обработки          | 2,96        | 2,83 | 3,04 | 2,78 | 11,61 | 2,90   |
|  |                    | БСка-3                 | 3,22        | 3,35 | 3,25 | 3,30 | 13,12 | 3,28   |
|  |                    | Экстрасол              | 3,27        | 3,21 | 3,02 | 3,16 | 12,66 | 3,17   |
| Вариант А4-<br>N <sub>150</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub><br>+ 10 т/га<br>дефекат<br>(20 см,<br>3,5 т/га) | весна              | Без обработки          | 2,89        | 2,93 | 3,14 | 3,11 | 12,07 | 3,02   |
|  |                    | БСка-3                 | 3,49        | 3,47 | 3,55 | 3,62 | 14,13 | 3,53   |
|  |                    | Экстрасол              | 3,36        | 3,30 | 3,23 | 3,26 | 13,15 | 3,29   |
|  | осень              | Без обработки          | 3,08        | 3,11 | 3,17 | 3,04 | 12,4  | 3,10   |
|  |                    | БСка-3                 | 3,75        | 3,72 | 3,48 | 3,64 | 14,59 | 3,65   |
|  |                    | Экстрасол              | 3,43        | 3,52 | 3,49 | 3,50 | 13,94 | 3,49   |

## Приложение В4 – Дисперсионный анализ урожайности, 2021 г.

| Дисперсия          | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |      |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
|                    |                 |                 |                 | факт.           | 05   |
| Общая              | 24,09           | 95              | -               | -               | -    |
| Повторений         | 0,003           | 3               | 0,001           | 0,17            | 2,79 |
| Фактора А          | 20,84           | 3               | 6,95            | 1078,5          | 2,79 |
| Фактора В          | 0,35            | 1               | 0,35            | 54,34           | 4,03 |
| Фактора С          | 2,16            | 2               | 1,08            | 167,67          | 3,18 |
| Взаимодействия АВ  | 0,02            | 3               | 0,01            | 1,19            | 2,79 |
| Взаимодействия АС  | 0,21            | 6               | 0,04            | 5,43            | 2,29 |
| Взаимодействия ВС  | 0,02            | 2               | 0,01            | 1,55            | 3,18 |
| Взаимодействия АВС | 0,03            | 6               | 0,01            | 0,81            | 2,29 |
| Остаток (ошибки)   | 0,44            | 69              | 0,006           | -               | -    |

Ошибки опыта:

$$S_x = 0,04 \text{ т/га}$$

$$S_{x\%} = 1,5 \%$$

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,114 т/га; по ф.А (доза) 0,047 т/га; по ф.В (срок)

0,033 т/га; по ф.С (препарат) 0,040 т/га

Приложение Г - Урожайность ярового рапса в зависимости от вариантов комплексного действия компоста, дозы азота и агрохимиката

Приложение Г1 – Урожайность ярового рапса, т/га, 2017 г.

| Фактор А<br>(вид компоста)   | Фактор В<br>(доза азота) | Фактор С (обра-<br>ботка семян) | Повторность |      |      |      | V     | $\bar{X}$ |
|--|--------------------------|---------------------------------|-------------|------|------|------|-------|-----------|
|  |                          |                                 | 1           | 2    | 3    | 4    |       |           |
| Вариант А1 –<br>30 т/га свежего<br>компоста                        | В1 - без N               | С1-Без обработки                | 1,53        | 1,49 | 1,36 | 1,45 | 5,83  | 1,46      |
|  |                          | С2-Полишанс                     | 1,87        | 1,91 | 2,02 | 2,10 | 7,90  | 1,98      |
|  |                          | С3-Полидон Био                  | 2,05        | 2,26 | 2,22 | 2,15 | 8,68  | 2,17      |
|  | В2 - N <sub>15</sub>     | С1-Без обработки                | 2,04        | 1,73 | 1,95 | 1,80 | 7,52  | 1,88      |
|  |                          | С2-Полишанс                     | 2,25        | 2,32 | 2,13 | 2,37 | 9,07  | 2,27      |
|  |                          | С3-Полидон Био                  | 2,48        | 2,50 | 2,66 | 2,31 | 9,95  | 2,49      |
|  | В3 - N <sub>70</sub>     | С1-Без обработки                | 2,42        | 2,30 | 2,47 | 2,54 | 9,73  | 2,43      |
|  |                          | С2-Полишанс                     | 2,70        | 2,75 | 2,83 | 2,68 | 10,96 | 2,74      |
|  |                          | С3-Полидон Био                  | 2,81        | 2,88 | 2,72 | 3,02 | 11,43 | 2,86      |
|  | В4 - N <sub>125</sub>    | С1-Без обработки                | 2,59        | 2,74 | 2,85 | 2,63 | 10,81 | 2,70      |
|  |                          | С2-Полишанс                     | 3,30        | 3,15 | 3,24 | 3,18 | 12,87 | 3,22      |
|  |                          | С3-Полидон Био                  | 3,43        | 3,55 | 3,50 | 3,41 | 13,89 | 3,47      |
| Вариант А2 –<br>30 т/га выдер-<br>жанного<br>(1 год) компо-<br>ста | В1 - без N               | С1-Без обработки                | 1,38        | 1,20 | 1,41 | 1,26 | 5,25  | 1,31      |
|  |                          | С2-Полишанс                     | 1,53        | 1,77 | 1,65 | 1,72 | 6,67  | 1,67      |
|  |                          | С3-Полидон Био                  | 1,84        | 1,79 | 1,70 | 1,66 | 6,99  | 1,75      |
|  | В2 - N <sub>15</sub>     | С1-Без обработки                | 1,45        | 1,59 | 1,64 | 1,69 | 6,37  | 1,59      |
|  |                          | С2-Полишанс                     | 2,08        | 1,97 | 1,78 | 1,85 | 7,68  | 1,92      |
|  |                          | С3-Полидон Био                  | 2,16        | 2,25 | 2,00 | 1,89 | 8,30  | 2,08      |
|  | В3 - N <sub>70</sub>     | С1-Без обработки                | 2,03        | 1,81 | 1,83 | 1,79 | 7,46  | 1,87      |
|  |                          | С2-Полишанс                     | 2,50        | 2,67 | 2,46 | 2,52 | 10,15 | 2,54      |
|  |                          | С3-Полидон Био                  | 2,86        | 2,72 | 2,79 | 2,54 | 10,91 | 2,73      |
|  | В4 - N <sub>125</sub>    | С1-Без обработки                | 2,52        | 2,37 | 2,41 | 2,30 | 9,60  | 2,40      |
|  |                          | С2-Полишанс                     | 2,95        | 3,02 | 2,76 | 2,84 | 11,57 | 2,89      |
|  |                          | С3-Полидон Био                  | 2,98        | 3,13 | 3,01 | 3,07 | 12,19 | 3,05      |

## Дисперсионный анализ урожайности, 2017 г.

| Дисперсия          | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |      |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
|                    |                 |                 |                 | факт.           | 05   |
| Общая              | 31,498          | 95              | -               | -               | -    |
| Повторений         | 0,031           | 3               | 0,01            | 0,83            | 2,79 |
| Фактора А          | 20,322          | 1               | 20,32           | 1693,33         | 4,03 |
| Фактора В          | 3,323           | 3               | 1,107           | 92,25           | 2,79 |
| Фактора С          | 6,513           | 2               | 3,255           | 271,25          | 3,18 |
| Взаимодействия АВ  | 0,095           | 3               | 0,032           | 2,67            | 2,79 |
| Взаимодействия АС  | 0,218           | 2               | 0,109           | 9,08            | 3,18 |
| Взаимодействия ВС  | 0,011           | 6               | 0,002           | 0,29            | 2,29 |
| Взаимодействия АВС | 0,188           | 6               | 0,031           | 2,58            | 2,29 |
| Остаток (ошибки)   | 0,798           | 69              | 0,012           | -               | -    |

Ошибки опыта:

$$S_x = 0,054 \text{ т/га}$$

$$S_{x\%} = 2,33 \%$$

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,153 т/га; ф.А (доза) 0,044 т/га; по ф.В (срок) 0,062 т/га; НСР<sub>05</sub> по ф.С (препарат) 0,054 т/га

Приложение Г2 – Урожайность ярового рапса в полевом опыте, т/га, 2018 г.

| Фактор А<br>(вид компоста)                               | Фактор В<br>(доза азота) | Фактор С (обработка семян) | Повторность |      |      |      | V     | —<br>X |
|--|--------------------------|----------------------------|-------------|------|------|------|-------|--------|
|  |                          |                            | 1           | 2    | 3    | 4    |       |        |
| Вариант А1 –<br>30 т/га свежего<br>компоста              | В1 - без N               | С1-Без обработки           | 1,13        | 1,33 | 1,20 | 1,37 | 5,03  | 1,26   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 1,78        | 1,58 | 1,91 | 1,65 | 6,92  | 1,73   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 1,93        | 2,00 | 1,94 | 1,82 | 7,69  | 1,92   |
|  | В2 - N <sub>15</sub>     | С1-Без обработки           | 1,69        | 1,76 | 1,55 | 1,64 | 6,64  | 1,66   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,33        | 1,89 | 2,13 | 1,91 | 8,26  | 2,07   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,27        | 2,32 | 2,40 | 1,94 | 8,93  | 2,23   |
|  | В3 - N <sub>70</sub>     | С1-Без обработки           | 2,43        | 1,85 | 2,16 | 2,31 | 8,75  | 2,19   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,30        | 2,65 | 2,62 | 2,44 | 10,01 | 2,50   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,54        | 2,68 | 2,59 | 2,76 | 10,57 | 2,64   |
|  | В4 - N <sub>125</sub>    | С1-Без обработки           | 2,40        | 2,57 | 2,36 | 2,65 | 9,98  | 2,50   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 3,19        | 2,91 | 3,04 | 2,95 | 12,09 | 3,02   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 3,46        | 3,04 | 3,18 | 3,33 | 13,01 | 3,25   |
| Вариант А2 –<br>30 т/га выдержанного<br>(1 год) компоста | В1 - без N               | С1-Без обработки           | 0,96        | 1,07 | 0,99 | 1,13 | 4,15  | 1,04   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 1,48        | 1,52 | 1,31 | 1,34 | 5,65  | 1,41   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 1,61        | 1,59 | 1,41 | 1,46 | 6,07  | 1,52   |
|  | В2 - N <sub>15</sub>     | С1-Без обработки           | 1,22        | 1,28 | 1,50 | 1,42 | 5,42  | 1,36   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 1,64        | 1,83 | 1,79 | 1,55 | 6,81  | 1,70   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 1,77        | 1,91 | 1,86 | 1,79 | 7,33  | 1,83   |
|  | В3 - N <sub>70</sub>     | С1-Без обработки           | 1,62        | 1,75 | 1,72 | 1,59 | 6,68  | 1,67   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,41        | 2,48 | 2,36 | 2,25 | 9,50  | 2,38   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,60        | 2,53 | 2,45 | 2,38 | 9,96  | 2,49   |
|  | В4 - N <sub>125</sub>    | С1-Без обработки           | 2,05        | 1,97 | 2,30 | 2,24 | 8,56  | 2,14   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,72        | 2,69 | 2,61 | 2,57 | 10,59 | 2,65   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,68        | 2,78 | 3,06 | 2,93 | 11,45 | 2,86   |

## Дисперсионный анализ урожайности, 2018 г.

| Дисперсия          | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |      |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
|                    |                 |                 |                 | факт.           | 05   |
| Общая              | 32,946          | 95              | -               | -               | -    |
| Повторений         | 0,024           | 3               | 0,008           | 0,42            | 2,79 |
| Фактора А          | 21,167          | 1               | 21,17           | 1114,05         | 4,03 |
| Фактора В          | 3,409           | 3               | 1,136           | 59,79           | 2,79 |
| Фактора С          | 6,590           | 2               | 3,295           | 173,42          | 3,18 |
| Взаимодействия АВ  | 0,096           | 3               | 0,032           | 1,68            | 2,79 |
| Взаимодействия АС  | 0,210           | 2               | 0,105           | 5,53            | 3,18 |
| Взаимодействия ВС  | 0,009           | 6               | 0,0015          | 0,08            | 2,29 |
| Взаимодействия АВС | 0,137           | 6               | 0,023           | 1,21            | 2,29 |
| Остаток (ошибки)   | 1,305           | 69              | 0,019           | -               | -    |

Ошибки опыта:

$$S_x = 0,069 \text{ т/га}$$

$$S_{x\%} = 3,30 \%$$

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,195 т/га; по ф.А (доза) 0,058 т/га; по ф.В (срок) 0,080 т/га; по ф.С (препарат) 0,069 т/га

Приложение Г3 – Урожайность ярового рапса в полевом опыте, т/га, 2019 г.

| Фактор А<br>(вид компоста)                               | Фактор В<br>(доза азота) | Фактор С (обработка семян) | Повторность |      |      |      | V     | —<br>X |
|--|--------------------------|----------------------------|-------------|------|------|------|-------|--------|
|  |                          |                            | 1           | 2    | 3    | 4    |       |        |
| Вариант А1 –<br>30 т/га свежего<br>компоста              | В1 - без N               | С1-Без обработки           | 1,54        | 1,43 | 1,62 | 1,48 | 6,07  | 1,52   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 1,97        | 2,16 | 2,05 | 2,21 | 8,39  | 2,10   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,13        | 2,44 | 2,10 | 2,27 | 8,94  | 2,24   |
|  | В2 - N <sub>15</sub>     | С1-Без обработки           | 2,06        | 2,01 | 1,87 | 1,78 | 7,72  | 1,93   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,70        | 2,45 | 2,65 | 2,51 | 10,31 | 2,58   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,66        | 2,74 | 2,72 | 2,48 | 10,60 | 2,65   |
|  | В3 - N <sub>70</sub>     | С1-Без обработки           | 2,53        | 2,62 | 2,29 | 2,44 | 9,88  | 2,47   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,85        | 2,95 | 3,16 | 3,07 | 12,03 | 3,01   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 3,30        | 3,14 | 2,98 | 3,23 | 12,65 | 3,16   |
|  | В4 - N <sub>125</sub>    | С1-Без обработки           | 2,92        | 2,75 | 3,11 | 2,80 | 11,58 | 2,90   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 3,43        | 3,54 | 3,57 | 3,31 | 13,85 | 3,46   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 3,58        | 3,62 | 3,46 | 3,70 | 14,36 | 3,59   |
| Вариант А2 –<br>30 т/га выдержанного<br>(1 год) компоста | В1 - без N               | С1-Без обработки           | 1,11        | 1,32 | 1,25 | 1,17 | 4,85  | 1,21   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 1,88        | 1,67 | 1,63 | 1,79 | 6,97  | 1,74   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 1,92        | 1,73 | 1,68 | 1,86 | 7,19  | 1,80   |
|  | В2 - N <sub>15</sub>     | С1-Без обработки           | 1,59        | 1,74 | 1,95 | 2,00 | 7,28  | 1,82   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 1,93        | 1,99 | 2,22 | 2,06 | 8,20  | 2,05   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,24        | 2,03 | 2,28 | 2,11 | 8,66  | 2,17   |
|  | В3 - N <sub>70</sub>     | С1-Без обработки           | 2,20        | 2,41 | 2,36 | 2,27 | 9,24  | 2,31   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 3,02        | 2,65 | 2,85 | 2,93 | 11,45 | 2,86   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 3,18        | 2,67 | 2,89 | 2,97 | 11,71 | 2,93   |
|  | В4 - N <sub>125</sub>    | С1-Без обработки           | 2,62        | 2,73 | 2,8  | 2,78 | 10,93 | 2,73   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,96        | 3,08 | 3,13 | 3,19 | 12,36 | 3,09   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 3,26        | 3,12 | 3,29 | 3,15 | 12,82 | 3,21   |

## Дисперсионный анализ урожайности, 2019 г.

| Дисперсия          | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |      |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
|                    |                 |                 |                 | факт.           | 05   |
| Общая              | 38,222          | 95              | -               | -               | -    |
| Повторений         | 0,018           | 3               | 0,006           | 0,35            | 2,79 |
| Фактора А          | 26,034          | 1               | 26,03           | 1531,18         | 4,03 |
| Фактора В          | 3,880           | 3               | 1,293           | 76,06           | 2,79 |
| Фактора С          | 6,701           | 2               | 3,351           | 197,12          | 3,18 |
| Взаимодействия АВ  | 0,069           | 3               | 0,023           | 1,35            | 2,79 |
| Взаимодействия АС  | 0,208           | 2               | 0,104           | 6,12            | 3,18 |
| Взаимодействия ВС  | 0,050           | 6               | 0,008           | 0,47            | 2,29 |
| Взаимодействия АВС | 0,098           | 6               | 0,016           | 0,94            | 2,29 |
| Остаток (ошибки)   | 1,162           | 69              | 0,017           | -               | -    |

Ошибки опыта:

$$S_x = 0,065 \text{ т/га}$$

$$S_{x\%} = 2,62 \%$$

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,184 т/га<sup>3</sup>; по ф.А (доза) 0,053 т/га; по ф.В (срок) 0,075 т/га; по ф.С (препарат) 0,065 т/га

Приложение Г4 – Урожайность ярового рапса в полевом опыте, т/га, 2020 г.

| Фактор А<br>(вид компоста)                                    | Фактор В<br>(доза азота) | Фактор С (обра-<br>ботка семян) | Повторность |      |      |      | V     | —<br>X |
|---|--------------------------|---------------------------------|-------------|------|------|------|-------|--------|
|   |                          |                                 | 1           | 2    | 3    | 4    |       |        |
| Вариант А1 –<br>30 т/га свежего<br>компоста                   | В1 - без N               | С1-Без обработки                | 2,16        | 2,00 | 1,94 | 2,05 | 8,15  | 2,04   |
|   |                          | С2-Полишанс                     | 2,48        | 2,54 | 2,63 | 2,59 | 10,24 | 2,56   |
|   |                          | С3-Полидон Био                  | 2,70        | 2,85 | 2,77 | 2,68 | 11,00 | 2,75   |
|   | В2 - N <sub>15</sub>     | С1-Без обработки                | 2,28        | 2,45 | 2,53 | 2,36 | 9,62  | 2,41   |
|   |                          | С2-Полишанс                     | 3,01        | 2,89 | 2,87 | 2,92 | 11,69 | 2,92   |
|   |                          | С3-Полидон Био                  | 3,11        | 3,21 | 3,06 | 3,15 | 12,53 | 3,13   |
|   | В3 - N <sub>70</sub>     | С1-Без обработки                | 2,97        | 3,04 | 3,20 | 3,07 | 12,28 | 3,07   |
|   |                          | С2-Полишанс                     | 3,55        | 3,45 | 3,36 | 3,49 | 13,85 | 3,46   |
|   |                          | С3-Полидон Био                  | 3,63        | 3,71 | 3,44 | 3,53 | 14,31 | 3,58   |
|   | В4 - N <sub>125</sub>    | С1-Без обработки                | 3,47        | 3,32 | 3,40 | 3,58 | 13,77 | 3,44   |
|   |                          | С2-Полишанс                     | 3,85        | 3,91 | 3,96 | 4,06 | 15,78 | 3,95   |
|   |                          | С3-Полидон Био                  | 4,30        | 4,03 | 4,14 | 4,25 | 16,72 | 4,18   |
| Вариант А2 –<br>30 т/га выдер-<br>жанного<br>(1 год) компоста | В1 - без N               | С1-Без обработки                | 1,72        | 1,47 | 1,68 | 1,56 | 6,43  | 1,61   |
|   |                          | С2-Полишанс                     | 2,11        | 2,35 | 2,14 | 2,29 | 8,89  | 2,22   |
|   |                          | С3-Полидон Био                  | 2,59        | 2,43 | 2,50 | 2,32 | 9,84  | 2,46   |
|   | В2 - N <sub>15</sub>     | С1-Без обработки                | 2,06        | 2,24 | 2,12 | 2,18 | 8,60  | 2,15   |
|   |                          | С2-Полишанс                     | 2,65        | 2,53 | 2,73 | 2,39 | 10,30 | 2,58   |
|   |                          | С3-Полидон Био                  | 2,77        | 2,66 | 2,54 | 2,81 | 10,78 | 2,70   |
|   | В3 - N <sub>70</sub>     | С1-Без обработки                | 2,43        | 2,55 | 2,62 | 2,57 | 10,17 | 2,54   |
|   |                          | С2-Полишанс                     | 3,22        | 3,14 | 3,19 | 3,06 | 12,61 | 3,15   |
|   |                          | С3-Полидон Био                  | 3,38        | 3,27 | 3,21 | 3,46 | 13,32 | 3,33   |
|   | В4 - N <sub>125</sub>    | С1-Без обработки                | 3,03        | 3,29 | 3,34 | 3,15 | 12,81 | 3,20   |
|   |                          | С2-Полишанс                     | 3,41        | 3,69 | 3,52 | 3,63 | 14,25 | 3,56   |
|   |                          | С3-Полидон Био                  | 3,87        | 3,95 | 3,74 | 3,58 | 15,14 | 3,79   |

## Дисперсионный анализ урожайности, 2020 г.

| Дисперсия          | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |      |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
|                    |                 |                 |                 | факт.           | 05   |
| Общая              | 39,517          | 95              | -               | -               | -    |
| Повторений         | 0,003           | 3               | 0,001           | 0,08            | 2,79 |
| Фактора А          | 25,892          | 1               | 25,89           | 2157,5          | 4,03 |
| Фактора В          | 4,550           | 3               | 1,517           | 126,42          | 2,79 |
| Фактора С          | 7,928           | 2               | 3,964           | 330,33          | 3,18 |
| Взаимодействия АВ  | 0,093           | 3               | 0,031           | 2,58            | 2,79 |
| Взаимодействия АС  | 0,025           | 2               | 0,0125          | 1,04            | 3,18 |
| Взаимодействия ВС  | 0,031           | 6               | 0,005           | 0,42            | 2,29 |
| Взаимодействия АВС | 0,189           | 6               | 0,032           | 2,67            | 2,29 |
| Остаток (ошибки)   | 0,806           | 69              | 0,012           | -               | -    |

Ошибки опыта:

$$S_x = 0,054 \text{ т/га}$$

$$S_{x\%} = 1,83 \%$$

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,154 т/га; по ф.А (доза) 0,044 т/га; по ф.В (срок) 0,063 т/га; по ф.С (препарат) 0,054 т/га

## Приложение Г5 – Урожайность ярового рапса в полевом опыте, т/га, 2021г.

| Фактор А<br>(вид компоста)                               | Фактор В<br>(доза азота) | Фактор С (обработка семян) | Повторность |      |      |      | V     | —<br>X |
|--|--------------------------|----------------------------|-------------|------|------|------|-------|--------|
|  |                          |                            | 1           | 2    | 3    | 4    |       |        |
| Вариант А1 –<br>30 т/га свежего<br>компоста              | В1 - без N               | С1-Без обработки           | 1,92        | 1,84 | 1,55 | 1,60 | 6,91  | 1,73   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,08        | 2,45 | 2,39 | 2,16 | 9,08  | 2,27   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,31        | 2,56 | 2,43 | 2,64 | 9,94  | 2,49   |
|  | В2 - N <sub>15</sub>     | С1-Без обработки           | 2,23        | 2,02 | 2,30 | 1,98 | 8,53  | 2,13   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,61        | 2,69 | 2,56 | 2,74 | 10,60 | 2,65   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,63        | 2,95 | 3,00 | 2,77 | 11,35 | 2,84   |
|  | В3 - N <sub>70</sub>     | С1-Без обработки           | 2,90        | 2,82 | 2,64 | 2,73 | 11,09 | 2,77   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 3,17        | 3,05 | 3,28 | 2,96 | 12,46 | 3,12   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 3,27        | 3,41 | 3,16 | 3,35 | 13,19 | 3,30   |
|  | В4 - N <sub>125</sub>    | С1-Без обработки           | 3,32        | 2,99 | 3,25 | 3,14 | 12,70 | 3,18   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 3,56        | 3,80 | 3,68 | 3,57 | 14,61 | 3,65   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 3,61        | 3,86 | 3,94 | 4,03 | 15,44 | 3,86   |
| Вариант А2 –<br>30 т/га выдержанного<br>(1 год) компоста | В1 - без N               | С1-Без обработки           | 1,42        | 1,28 | 1,37 | 1,21 | 5,28  | 1,32   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 1,83        | 2,06 | 1,86 | 2,00 | 7,75  | 1,94   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,29        | 2,20 | 2,05 | 2,13 | 8,67  | 2,17   |
|  | В2 - N <sub>15</sub>     | С1-Без обработки           | 1,71        | 1,68 | 1,96 | 2,08 | 7,43  | 1,86   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,34        | 2,41 | 2,16 | 2,25 | 9,16  | 2,29   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,29        | 2,55 | 2,47 | 2,31 | 9,62  | 2,41   |
|  | В3 - N <sub>70</sub>     | С1-Без обработки           | 2,18        | 2,24 | 2,33 | 2,17 | 8,92  | 2,23   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,94        | 2,78 | 2,81 | 3,04 | 11,57 | 2,89   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,96        | 3,09 | 3,05 | 3,15 | 12,25 | 3,06   |
|  | В4 - N <sub>125</sub>    | С1-Без обработки           | 3,12        | 2,79 | 2,83 | 3,06 | 11,80 | 2,95   |
|  |                          | С2-Полишанс                | 3,23        | 3,40 | 3,37 | 3,11 | 13,11 | 3,28   |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 3,55        | 3,37 | 3,42 | 3,54 | 13,88 | 3,47   |

## Дисперсионный анализ урожайности, 2021 г.

| Дисперсия          | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |      |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
|                    |                 |                 |                 | факт.           | 05   |
| Общая              | 39,720          | 95              | -               | -               | -    |
| Повторений         | 0,015           | 3               | 0,005           | 0,27            | 2,79 |
| Фактора А          | 25,543          | 1               | 25,54           | 1381,54         | 4,03 |
| Фактора В          | 4,646           | 3               | 1,547           | 83,62           | 2,79 |
| Фактора С          | 7,832           | 2               | 3,916           | 211,68          | 3,18 |
| Взаимодействия АВ  | 0,094           | 3               | 0,031           | 1,67            | 2,79 |
| Взаимодействия АС  | 0,049           | 2               | 0,0125          | 0,68            | 3,18 |
| Взаимодействия ВС  | 0,072           | 6               | 0,005           | 0,27            | 2,29 |
| Взаимодействия АВС | 0,192           | 6               | 0,032           | 1,73            | 2,29 |
| Остаток (ошибки)   | 1,277           | 69              | 0,0185          | -               | -    |

Ошибки опыта:

$$S_x = 0,068 \text{ т/га}$$

$$S_{x\%} = 2,56 \%$$

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,193 т/га; по ф.А (доза) 0,056 т/га; по ф.В (срок) 0,079 т/га; по ф.С (препарат) 0,068 т/га

## Приложение Г6 – Урожайность ярового рапса в полевом опыте, т/га, 2022 г.

| Фактор А<br>(вид компоста)                               | Фактор В<br>(доза азота) | Фактор С (обработка семян) | Повторность |      |      |      | V     | X    |
|--|--------------------------|----------------------------|-------------|------|------|------|-------|------|
|  |                          |                            | 1           | 2    | 3    | 4    |       |      |
| Вариант А1 –<br>30 т/га свежего компоста                 | В1 - без N               | С1-Без обработки           | 2,01        | 1,67 | 1,75 | 1,86 | 7,29  | 1,82 |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,34        | 2,29 | 2,44 | 2,28 | 9,35  | 2,34 |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,51        | 2,62 | 2,58 | 2,41 | 10,12 | 2,53 |
|  | В2 - N <sub>15</sub>     | С1-Без обработки           | 2,27        | 2,08 | 2,30 | 2,13 | 8,78  | 2,20 |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,79        | 2,84 | 2,65 | 2,73 | 11,01 | 2,75 |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,88        | 3,06 | 3,11 | 2,82 | 11,87 | 2,97 |
|  | В3 - N <sub>70</sub>     | С1-Без обработки           | 3,01        | 2,72 | 2,86 | 2,77 | 11,36 | 2,84 |
|  |                          | С2-Полишанс                | 3,14        | 3,23 | 2,96 | 3,18 | 12,51 | 3,13 |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 3,39        | 3,34 | 3,29 | 3,42 | 13,44 | 3,36 |
|  | В4 - N <sub>125</sub>    | С1-Без обработки           | 3,20        | 3,17 | 3,35 | 3,40 | 13,12 | 3,28 |
|  |                          | С2-Полишанс                | 3,83        | 3,54 | 3,66 | 3,63 | 14,66 | 3,67 |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 3,84        | 3,80 | 4,06 | 3,98 | 15,68 | 3,92 |
| Вариант А2 –<br>30 т/га выдержанного<br>(1 год) компоста | В1 - без N               | С1-Без обработки           | 1,60        | 1,33 | 1,49 | 1,38 | 5,80  | 1,45 |
|  |                          | С2-Полишанс                | 1,87        | 2,19 | 2,14 | 1,95 | 8,15  | 2,04 |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,33        | 2,25 | 2,32 | 2,16 | 9,06  | 2,27 |
|  | В2 - N <sub>15</sub>     | С1-Без обработки           | 1,71        | 2,03 | 1,87 | 2,10 | 7,71  | 1,93 |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,48        | 2,24 | 2,39 | 2,32 | 9,43  | 2,36 |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 2,46        | 2,38 | 2,50 | 2,63 | 9,97  | 2,49 |
|  | В3 - N <sub>70</sub>     | С1-Без обработки           | 2,44        | 2,39 | 2,27 | 2,18 | 9,28  | 2,32 |
|  |                          | С2-Полишанс                | 2,72        | 2,88 | 2,95 | 3,06 | 11,61 | 2,90 |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 3,15        | 3,10 | 3,23 | 2,97 | 12,45 | 3,11 |
|  | В4 - N <sub>125</sub>    | С1-Без обработки           | 2,79        | 2,68 | 3,05 | 3,20 | 11,72 | 2,93 |
|  |                          | С2-Полишанс                | 3,39        | 3,43 | 3,31 | 3,27 | 13,40 | 3,35 |
|  |                          | С3-Полидон Био             | 3,64        | 3,43 | 3,52 | 3,56 | 14,15 | 3,54 |

## Дисперсионный анализ урожайности, 2022 г.

| Дисперсия          | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |      |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|
|                    |                 |                 |                 | факт.           | 05   |
| Общая              | 37,535          | 95              | -               | -               | -    |
| Повторений         | 0,044           | 3               | 0,015           | 1,00            | 2,79 |
| Фактора А          | 23,766          | 1               | 23,77           | 1584,67         | 4,03 |
| Фактора В          | 4,629           | 3               | 1,543           | 102,87          | 2,79 |
| Фактора С          | 7,715           | 2               | 3,858           | 257,17          | 3,18 |
| Взаимодействия АВ  | 0,113           | 3               | 0,038           | 2,53            | 2,79 |
| Взаимодействия АС  | 0,109           | 2               | 0,0545          | 3,63            | 3,18 |
| Взаимодействия ВС  | 0,017           | 6               | 0,003           | 0,20            | 2,29 |
| Взаимодействия АВС | 0,109           | 6               | 0,018           | 1,20            | 2,29 |
| Остаток (ошибки)   | 1,033           | 69              | 0,015           | -               | -    |

Ошибки опыта:

$$S_x = 0,061 \text{ т/га}$$

$$S_{x\%} = 2,24 \%$$

НСР<sub>05</sub> для частных различий 0,174 т/га; по ф.А (доза) 0,050 т/га; по ф.В (срок) 0,071 т/га; по ф.С (препарат) 0,061 т/га

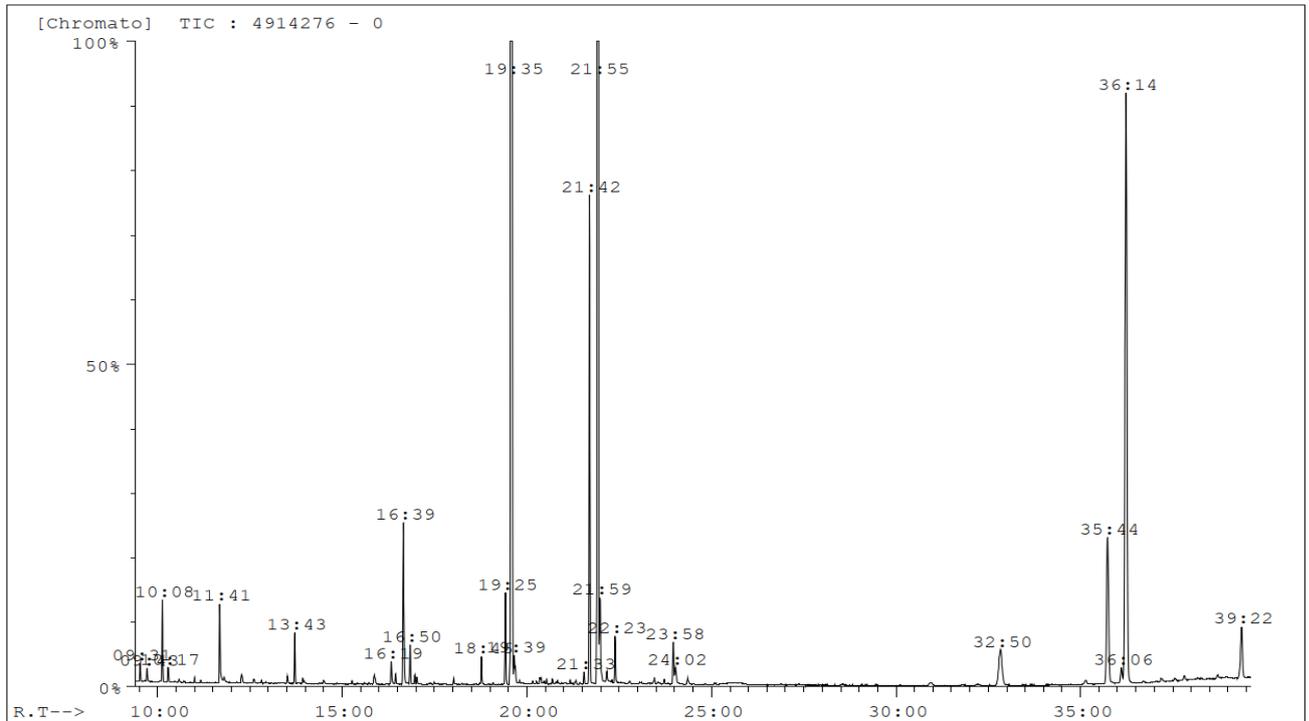
Приложение Д – Поражённость ярового рапса грибными заболеваниями по фазам развития в годы исследований,  
%

| Годы | Фактор А (вид компоста)                            | Фактор С (обработка посевов) | Фузариоз |                 |                | Альтернариоз |                 |                |
|------|--|------------------------------|----------|-----------------|----------------|--------------|-----------------|----------------|
|      |  |                              | цветение | зелёный стручок | жёлтый стручок | цветение     | зелёный стручок | жёлтый стручок |
| 2017 | Вариант А1 – 30 т/га свежего компоста              | без обработки С1             | 1,2      | 1,6             | 1,9            | 2,1          | 2,7             | 3,1            |
|      |  | Полишанс С2                  | 1,0      | 1,4             | 1,6            | 1,8          | 2,3             | 2,6            |
|      |  | Полидон Био С3               | 0,9      | 1,2             | 1,3            | 1,5          | 1,9             | 2,2            |
|      | Вариант А2 – 30 т/га выдержанного (1 год) компоста | без обработки С1             | 4,3      | 5,1             | 5,5            | 5,2          | 5,8             | 6,4            |
|      |  | Полишанс С2                  | 3,8      | 4,5             | 4,8            | 4,9          | 5,6             | 5,8            |
|      |  | Полидон Био С3               | 3,3      | 3,9             | 4,4            | 4,1          | 4,7             | 5,1            |
| 2018 | Вариант А1 – 30 т/га свежего компоста              | без обработки С1             | 0,9      | 1,3             | 1,5            | 1,6          | 2,2             | 2,4            |
|      |  | Полишанс С2                  | 0,4      | 0,7             | 1,0            | 1,0          | 1,6             | 1,9            |
|      |  | Полидон Био С3               | 0,2      | 0,5             | 0,8            | 0,8          | 1,3             | 1,6            |
|      | Вариант А2 – 30 т/га выдержанного (1 год) компоста | без обработки С1             | 2,3      | 2,8             | 3,2            | 2,7          | 3,4             | 4,0            |
|      |  | Полишанс С2                  | 1,4      | 2,1             | 2,5            | 2,1          | 2,6             | 3,1            |
|      |  | Полидон Био С3               | 1,1      | 1,7             | 2,1            | 1,8          | 2,3             | 2,5            |
| 2019 | Вариант А1 – 30 т/га свежего компоста              | без обработки С1             | 3,2      | 3,8             | 4,2            | 4,1          | 4,8             | 5,3            |
|      |  | Полишанс С2                  | 2,7      | 3,2             | 3,5            | 3,5          | 3,9             | 4,4            |
|      |  | Полидон Био С3               | 2,1      | 2,9             | 3,2            | 3,1          | 3,6             | 4,1            |
|      | Вариант А2 – 30 т/га выдержанного (1 год) компоста | без обработки С1             | 9,3      | 9,9             | 10,7           | 10,6         | 11,0            | 11,5           |
|      |  | Полишанс С2                  | 8,7      | 9,2             | 10,1           | 9,9          | 10,5            | 10,9           |
|      |  | Полидон Био С3               | 8,2      | 9,0             | 9,6            | 9,4          | 9,7             | 10,2           |

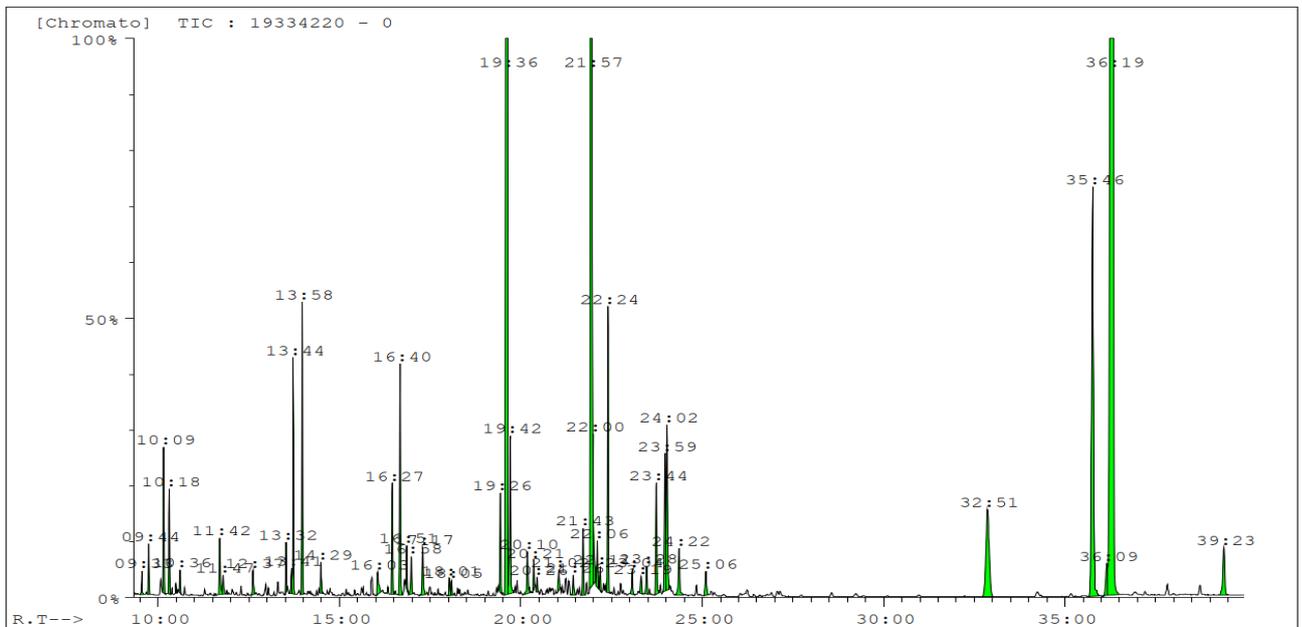
## Продолжение приложения Д

| Годы | Фактор А (вид компоста)                            | Фактор С (обработка посевов) | Фузариоз |                 |                | Альтернариоз |                 |                |
|------|--|------------------------------|----------|-----------------|----------------|--------------|-----------------|----------------|
|      |  |                              | цветение | зелёный стручок | жёлтый стручок | цветение     | зелёный стручок | жёлтый стручок |
| 2020 | Вариант А1 – 30 т/га свежего компоста              | без обработки С1             | 4,3      | 4,9             | 5,3            | 5,2          | 5,8             | 6,2            |
|      |  | Полишанс С2                  | 3,7      | 4,2             | 4,6            | 4,6          | 5,1             | 5,7            |
|      |  | Полидон Био С3               | 3,1      | 3,6             | 4,1            | 4,1          | 4,7             | 5,3            |
|      | Вариант А2 – 30 т/га выдержанного (1 год) компоста | без обработки С1             | 12,4     | 11,0            | 11,9           | 11,2         | 11,6            | 12,5           |
|      |  | Полишанс С2                  | 9,6      | 10,1            | 10,8           | 10,7         | 11,3            | 11,8           |
|      |  | Полидон Био С3               | 9,0      | 9,5             | 10,2           | 10,3         | 10,9            | 11,4           |
| 2021 | Вариант А1 – 30 т/га свежего компоста              | без обработки С1             | 6,3      | 6,9             | 7,4            | 7,7          | 8,2             | 8,7            |
|      |  | Полишанс С2                  | 5,7      | 6,1             | 6,5            | 6,5          | 7,2             | 7,6            |
|      |  | Полидон Био С3               | 5,1      | 5,6             | 6,0            | 6,3          | 6,7             | 7,2            |
|      | Вариант А2 – 30 т/га выдержанного (1 год) компоста | без обработки С1             | 16,8     | 17,5            | 18,2           | 17,9         | 18,4            | 19,0           |
|      |  | Полишанс С2                  | 16,2     | 16,7            | 17,4           | 17,2         | 17,7            | 18,3           |
|      |  | Полидон Био С3               | 15,6     | 16,1            | 16,9           | 16,4         | 17,0            | 17,8           |
| 2022 | Вариант А1 – 30 т/га свежего компоста              | без обработки С1             | 5,9      | 6,3             | 6,9            | 7,5          | 7,8             | 8,2            |
|      |  | Полишанс С2                  | 5,3      | 5,7             | 6,2            | 6,3          | 6,7             | 7,3            |
|      |  | Полидон Био С3               | 4,8      | 5,2             | 5,8            | 5,9          | 6,4             | 6,9            |
|      | Вариант А2 – 30 т/га выдержанного (1 год) компоста | без обработки С1             | 14,7     | 15,3            | 16,4           | 16,7         | 17,2            | 17,8           |
|      |  | Полишанс С2                  | 14,0     | 14,6            | 15,3           | 15,1         | 15,8            | 16,4           |
|      |  | Полидон Био С3               | 13,4     | 13,9            | 14,7           | 14,8         | 15,4            | 16,0           |

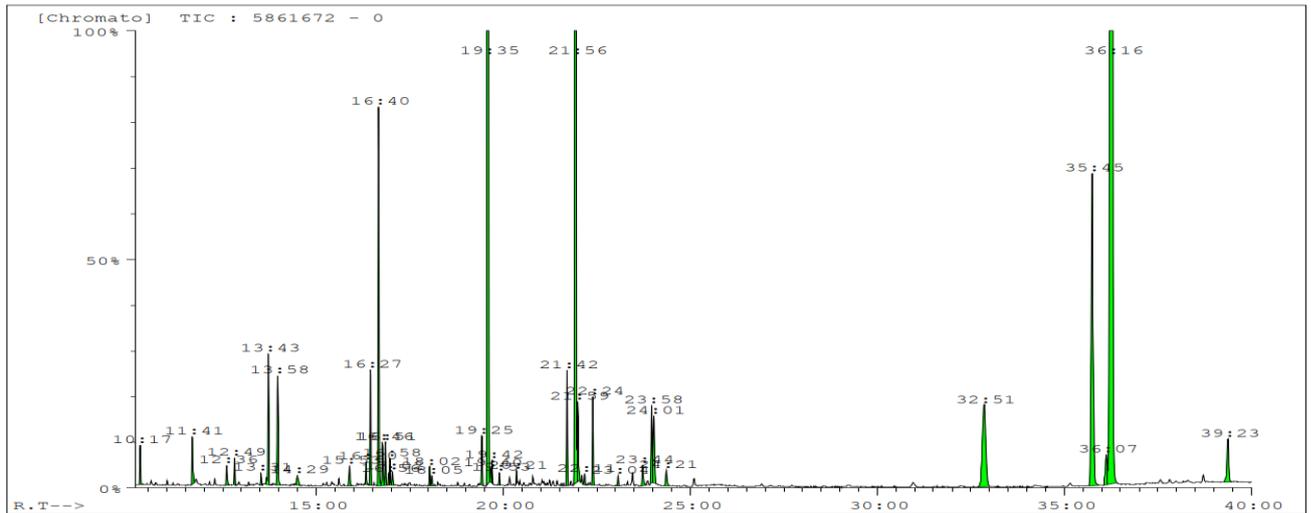
Приложение Е – Сравнительные хроматографические профили экстрактов листьев в опыте с изучением доз ферментированного компоста и природного цеолита



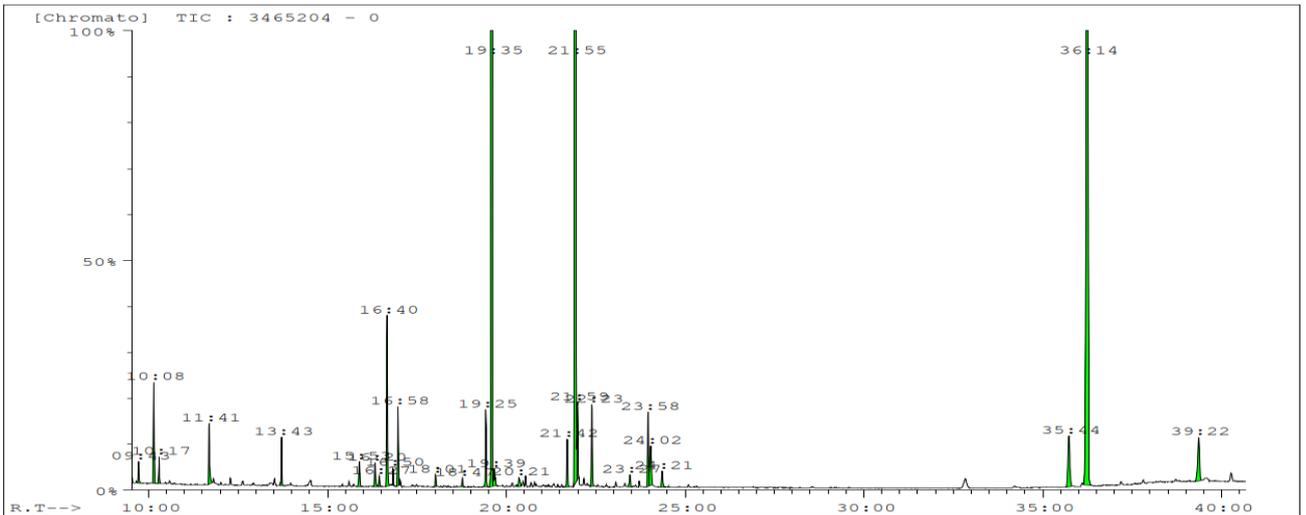
а) контроль



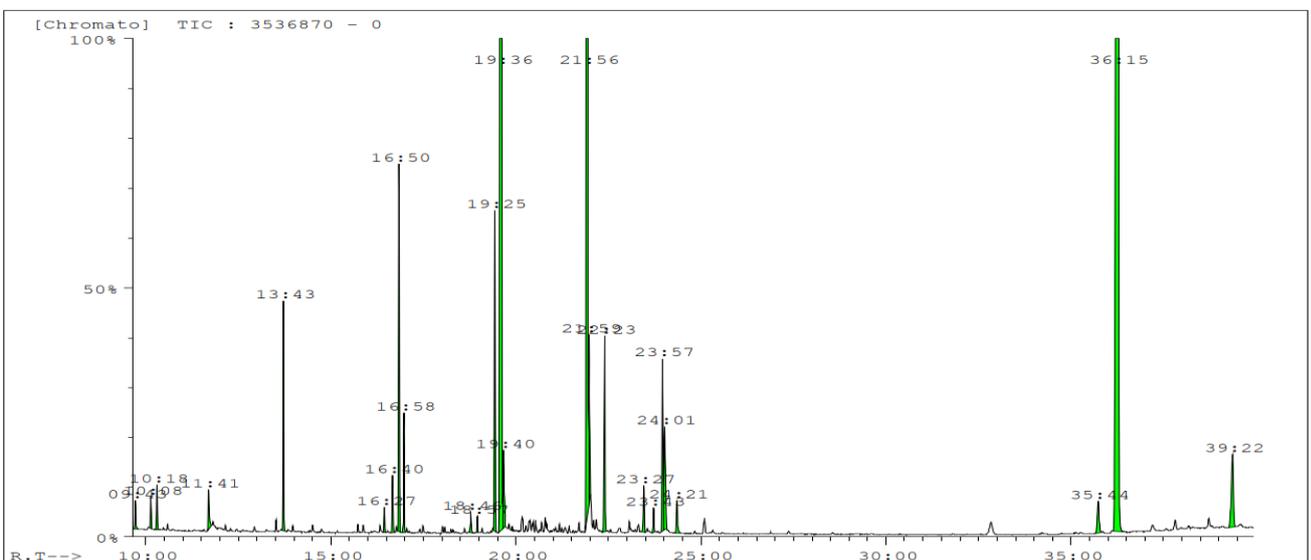
б) ферментированный компост 18,5 т/га



в) ферментированный компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га



г) ферментированный компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га



д) ферментированный компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га

Приложение Ё – Элементы структуры урожая ярового рапса в зависимости от доз органоминерального удобрения, 2019-2022 гг.

Приложение Ё 1– Густота стояния растений, шт./м<sup>2</sup>

| Вариант                             | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее за 4 года |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-------------------|
| Контроль                            | 78,3    | 98,2    | 81,3    | 79,1    | 84,2              |
| Компост 18,5 т/га                   | 81,6    | 102,2   | 84,2    | 82,6    | 87,7              |
| Компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 82,7    | 104,1   | 86,4    | 84,7    | 89,5              |
| Компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 83,4    | 105,9   | 88,1    | 86,2    | 90,9              |
| Компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 84,1    | 107,1   | 89,9    | 87,1    | 92,1              |

Приложение Ё 2– Масса 1000 семян, г

| Вариант                             | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее за 4 года |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-------------------|
| Контроль                            | 2,70    | 2,85    | 2,80    | 2,75    | 2,78              |
| Компост 18,5 т/га                   | 2,75    | 2,95    | 2,90    | 2,80    | 2,85              |
| Компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,80    | 3,00    | 2,95    | 2,85    | 2,90              |
| Компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,90    | 3,10    | 3,05    | 2,95    | 3,00              |
| Компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,95    | 3,15    | 3,10    | 3,25    | 3,11              |

Приложение Ё 3 – Количество стручков на растении, шт.

| Вариант                             | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее за 4 года |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-------------------|
| Контроль                            | 46,1    | 51,3    | 47,6    | 46,9    | 47,9              |
| Компост 18,5 т/га                   | 49,3    | 57,2    | 51,4    | 50,1    | 52                |
| Компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 52,1    | 59,1    | 54,2    | 53,1    | 54,6              |
| Компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 53,2    | 60,3    | 56,1    | 55,6    | 56,3              |
| Компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 54,6    | 61,5    | 57,9    | 56,3    | 57,6              |

Приложение Ё 4– Количество семян в стручке, шт.

| Вариант                             | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | Среднее за 4 года |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|-------------------|
| Контроль                            | 17,5    | 18,1    | 18,0    | 17,8    | 17,9              |
| Компост 18,5 т/га                   | 18,1    | 18,9    | 18,5    | 18,3    | 18,5              |
| Компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 18,6    | 19,3    | 18,7    | 18,8    | 18,9              |
| Компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 18,9    | 19,8    | 19,1    | 19,2    | 19,3              |
| Компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 19,1    | 20,1    | 19,6    | 19,3    | 19,5              |

Приложение Ж – Урожайность ярового рапса в опыте с изучением доз ферментированного компоста и природного цеолита

Приложение Ж1 – Урожайность ярового рапса, т/га, 2019г.

| Вариант                             | Повторность |      |      |      | Среднее |
|-------------------------------------|-------------|------|------|------|---------|
|                                     | I           | II   | III  | IV   |         |
| Контроль                            | 1,51        | 1,72 | 1,98 | 1,63 | 1,71    |
| Компост 18,5 т/га                   | 1,85        | 1,96 | 2,10 | 2,09 | 2,00    |
| Компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 1,89        | 2,41 | 2,14 | 2,52 | 2,24    |
| Компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,23        | 2,51 | 2,38 | 2,60 | 2,43    |
| Компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,33        | 2,41 | 2,71 | 2,91 | 2,59    |

Дисперсионный анализ, т/га 2019 г.

| Дисперсия  | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |         |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
|            |                 |                 |                 | расчётный       | таблич. |
| Общая      | 2,642           | 19              | 0,139           | -               | -       |
| Вариантов  | 1,946           | 4               | 0,487           | 20,72           | 3,24    |
| Повторений | 0,414           | 3               | 0,138           | 5,88            | 3,48    |
| Ошибки     | 0,282           | 12              | 0,023           | -               | -       |

Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР %<br>(точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| Частных различий      | 0,077 | 0,108 | 0,236 | 10,766                    |

## Приложение Ж2 – Урожайность ярового рапса в опыте, т/га, 2020 г.

| Вариант                             | Повторность |      |      |      | Среднее |
|-------------------------------------|-------------|------|------|------|---------|
|                                     | I           | II   | III  | IV   |         |
| Контроль                            | 1,99        | 2,23 | 2,35 | 2,15 | 2,18    |
| Компост 18,5 т/га                   | 2,23        | 2,73 | 2,45 | 2,87 | 2,57    |
| Компост 18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,63        | 2,98 | 2,74 | 3,13 | 2,87    |
| Компост 24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 3,11        | 2,89 | 3,42 | 3,34 | 3,19    |
| Компост 29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 3,64        | 3,19 | 3,54 | 3,23 | 3,40    |

## Дисперсионный анализ, т/га 2020 г.

| Дисперсия  | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |         |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
|            |                 |                 |                 | расчётный       | таблич. |
| Общая      | 4,572           | 19              | 0,241           | -               | -       |
| Вариантов  | 3,782           | 4               | 0,945           | 17,74           | 3,24    |
| Повторений | 0,150           | 3               | 0,050           | 0,94            | 3,48    |
| Ошибки     | 0,640           | 12              | 0,053           | -               | -       |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР %<br>(точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| Частных различий      | 0,115 | 0,163 | 0,356 | 12,523                    |

## Приложение ЖЗ – Урожайность ярового рапса в опыте, т/га, 2021 г.

| Вариант                                | Повторность |      |      |      | Среднее |
|--|-------------|------|------|------|---------|
|  | I           | II   | III  | IV   |         |
| Контроль                               | 2,03        | 2,11 | 1,74 | 1,92 | 1,95    |
| Компост 18,5 т/га                      | 2,52        | 2,13 | 2,41 | 2,22 | 2,32    |
| Компост 18,5 т/га + цеолит<br>4,5 т/га | 2,31        | 2,67 | 2,45 | 2,89 | 2,58    |
| Компост 24,0 т/га + цеолит<br>4,5 т/га | 2,61        | 3,02 | 2,75 | 3,14 | 2,88    |
| Компост 29,5 т/га + цеолит<br>4,5 т/га | 2,91        | 3,33 | 3,11 | 3,29 | 3,16    |

## Дисперсионный анализ, т/га 2021 г.

| Дисперсия  | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |         |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
|            |                 |                 |                 | расчётный       | таблич. |
| Общая      | 4,217           | 19              | 0,222           | -               | -       |
| Вариантов  | 3,564           | 4               | 0,891           | 22,67           | 3,24    |
| Повторений | 0,181           | 3               | 0,060           | 1,54            | 3,48    |
| Ошибки     | 0,472           | 12              | 0,039           | -               | -       |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР %<br>(точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| Частных различий      | 0,099 | 0,140 | 0,306 | 11,854                    |

## Приложение Ж4 – Урожайность ярового рапса в опыте, т/га, 2022 г.

| Вариант   | Повторность |      |      |      | Среднее |
|---|-------------|------|------|------|---------|
|   | I           | II   | III  | IV   |         |
| Контроль  | 1,63        | 2,10 | 1,98 | 1,57 | 1,82    |
| Ферментированный компост<br>18,5 т/га                   | 1,92        | 2,34 | 2,01 | 2,21 | 2,12    |
| Ферментированный компост<br>18,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,23        | 2,55 | 2,39 | 2,47 | 2,41    |
| Ферментированный компост<br>24,0 т/га + цеолит 4,5 т/га | 2,98        | 2,56 | 2,71 | 2,63 | 2,72    |
| Ферментированный компост<br>29,5 т/га + цеолит 4,5 т/га | 3,32        | 2,88 | 3,11 | 3,01 | 3,08    |

## Дисперсионный анализ, т/га 2022 г.

| Дисперсия  | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |         |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
|            |                 |                 |                 | расчётный       | таблич. |
| Общая      | 4,473           | 19              | 0,235           | -               | -       |
| Вариантов  | 3,901           | 4               | 0,975           | 21,62           | 3,24    |
| Повторений | 0,031           | 3               | 0,010           | 0,23            | 3,48    |
| Ошибки     | 0,541           | 12              | 0,045           | -               | -       |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР %<br>(точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| Частных различий      | 0,106 | 0,150 | 0,327 | 13,473                    |

Приложение 3 – Урожайность сортов ярового рапса в зависимости от обработки семян и обработки по вегетации агрохимикатами

Приложение 31 – Урожайность ярового рапса в опыте, т/га, 2014 г.

| Сорт<br>(фактор А) | Обработка семян<br>(фактор В)      | Обработка<br>Рэгги<br>(фактор С) | Урожайность, т/га |      |      |      |         |
|--------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------|------|------|------|---------|
|                    |                                    |                                  | I                 | II   | III  | IV   | Среднее |
| Риф                | Контроль                           | -                                | 1,46              | 1,53 | 1,85 | 1,60 | 1,61    |
|                    |                                    | +                                | 1,83              | 1,79 | 1,61 | 1,80 | 1,75    |
|                    | Микромак                           | -                                | 1,99              | 1,51 | 1,72 | 1,90 | 1,78    |
|                    |                                    | +                                | 2,01              | 1,72 | 1,59 | 2,20 | 1,88    |
|                    | Азотовит<br>+Фосфатовит            | -                                | 1,46              | 1,53 | 1,83 | 1,94 | 1,69    |
|                    |                                    | +                                | 1,52              | 2,01 | 1,87 | 1,68 | 1,77    |
|                    | Микромак + Азотовит<br>+Фосфатовит | -                                | 1,96              | 1,53 | 1,83 | 1,56 | 1,72    |
|                    |                                    | +                                | 2,01              | 1,62 | 1,83 | 1,78 | 1,81    |
| Форвард            | Контроль                           | -                                | 1,62              | 1,72 | 2,01 | 1,97 | 1,83    |
|                    |                                    | +                                | 1,73              | 2,13 | 2,01 | 1,97 | 1,96    |
|                    | Микромак                           | -                                | 1,78              | 2,11 | 1,88 | 2,19 | 1,99    |
|                    |                                    | +                                | 1,78              | 2,23 | 1,83 | 2,36 | 2,05    |
|                    | Азотовит<br>+Фосфатовит            | -                                | 1,64              | 2,01 | 1,94 | 1,85 | 1,86    |
|                    |                                    | +                                | 1,69              | 1,89 | 2,17 | 1,97 | 1,93    |
|                    | Микромак + Азотовит<br>+Фосфатовит | -                                | 1,68              | 2,13 | 1,89 | 1,90 | 1,90    |
|                    |                                    | +                                | 1,84              | 2,21 | 1,93 | 2,34 | 2,08    |

Дисперсионный анализ, т/га, 2014 г.

| Дисперсия    | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |          |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
|              |                 |                 |                 | расчётн.        | табличн. |
| Общая        | 3,029           | 63              | 0,048           | -               | -        |
| Вариантов    | 1,026           | 15              | 0,068           | 1,79            | 1,96     |
| Повторений   | 0,287           | 3               | 0,096           | 2,51            | 2,81     |
| Ошибки       | 1,716           | 45              | 0,038           | -               | -        |
| Фактора А    | 0,626           | 1               | 0,626           | 16,42           | 4,09     |
| Фактора В    | 0,183           | 3               | 0,061           | 1,6             | 2,81     |
| Факторов АВ  | 0,008           | 3               | 0,003           | 0,07            | 2,81     |
| Фактора С    | 0,184           | 1               | 0,184           | 4,82            | 4,09     |
| Факторов АС  | 0,000           | 1               | 0,000           | 0,00            | 4,09     |
| Факторов ВС  | 0,014           | 3               | 0,005           | 0,12            | 2,81     |
| Факторов АВС | 0,010           | 3               | 0,003           | 0,09            | 2,81     |

Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР % (точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|------------------------|
| Частных различий      | 0,098 | 0,138 | 0,278 | 15,031                 |
| Фактора А             | 0,035 | 0,049 | 0,098 | 5,314                  |
| Фактора В             | 0,049 | 0,069 | 0,139 | 7,516                  |
| Фактора С             | 0,035 | 0,049 | 0,098 | 5,314                  |

## Приложение 32 – Урожайность ярового рапса в опыте, т/га, 2015 г.

| Сорт<br>(фактор<br>А) | Обработка семян<br>(фактор В)        | Обработка<br>Рэggi<br>(фактор С) | Урожайность, т/га |      |      |      |         |
|-----------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------|------|------|------|---------|
|                       |                                      |                                  | I                 | II   | III  | IV   | Среднее |
| Риф                   | Контроль                             | -                                | 1,52              | 1,86 | 1,69 | 1,81 | 1,72    |
|                       |                                      | +                                | 1,69              | 2,03 | 1,91 | 1,77 | 1,85    |
|                       | Микромак                             | -                                | 1,73              | 2,01 | 1,83 | 2,15 | 1,93    |
|                       |                                      | +                                | 2,31              | 1,59 | 1,83 | 2,35 | 2,02    |
|                       | Азотовит<br>+Фосфатовит              | -                                | 1,59              | 2,16 | 1,96 | 1,85 | 1,89    |
|                       |                                      | +                                | 2,14              | 1,83 | 1,79 | 2,00 | 1,94    |
|                       | Микромак + Азото-<br>вит +Фосфатовит | -                                | 2,21              | 1,76 | 1,89 | 1,98 | 1,96    |
|                       |                                      | +                                | 2,26              | 1,69 | 1,83 | 2,22 | 2,00    |
| Форвард               | Контроль                             | -                                | 1,73              | 2,12 | 2,01 | 1,90 | 1,94    |
|                       |                                      | +                                | 1,82              | 2,23 | 1,93 | 2,14 | 2,03    |
|                       | Микромак                             | -                                | 1,89              | 2,32 | 2,14 | 2,29 | 2,16    |
|                       |                                      | +                                | 1,99              | 2,08 | 2,36 | 2,49 | 2,23    |
|                       | Азотовит<br>+Фосфатовит              | -                                | 1,82              | 1,96 | 2,21 | 2,21 | 2,05    |
|                       |                                      | +                                | 1,86              | 2,23 | 2,04 | 2,39 | 2,13    |
|                       | Микромак + Азото-<br>вит +Фосфатовит | -                                | 1,92              | 2,26 | 2,08 | 2,46 | 2,18    |
|                       |                                      | +                                | 1,99              | 2,43 | 2,16 | 2,34 | 2,23    |

## Дисперсионный анализ, т/га, 2015 г.

| Дисперсия    | Сумма<br>квадратов | Степень<br>свободы | Средний<br>квадрат | Критерий Фишера |          |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|----------|
|              |                    |                    |                    | расчѣтн.        | табличн. |
| Общая        | 3,497              | 63                 | 0,056              | -               | -        |
| Вариантов    | 1,228              | 15                 | 0,082              | 2,08            | 1,96     |
| Повторений   | 0,501              | 3                  | 0,167              | 4,25            | 2,81     |
| Ошибки       | 1,768              | 45                 | 0,039              | -               | -        |
| Фактора А    | 0,672              | 1                  | 0,672              | 17,12           | 4,09     |
| Фактора В    | 0,447              | 3                  | 0,149              | 3,80            | 2,81     |
| Факторов АВ  | 0,006              | 3                  | 0,002              | 0,05            | 2,81     |
| Фактора С    | 0,090              | 1                  | 0,090              | 2,29            | 4,09     |
| Факторов АС  | 0,000              | 1                  | 0,000              | 0,00            | 4,09     |
| Факторов ВС  | 0,009              | 3                  | 0,003              | 0,08            | 2,81     |
| Факторов АВС | 0,003              | 3                  | 0,001              | 0,02            | 2,81     |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСП   | НСП % (точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|------------------------|
| Частных различий      | 0,099 | 0,140 | 0,282 | 14,006                 |
| Фактора А             | 0,035 | 0,050 | 0,100 | 4,952                  |
| Фактора В             | 0,050 | 0,070 | 0,141 | 7,003                  |
| Фактора С             | 0,035 | 0,050 | 0,100 | 4,952                  |

## Приложение 33 – Урожайность ярового рапса в опыте, т/га, 2016 г.

| Сорт<br>(фактор<br>А) | Обработка семян<br>(фактор В)           | Обработка<br>Рэги<br>(фактор С) | Урожайность, т/га |      |      |      |         |
|-----------------------|---|---------------------------------|-------------------|------|------|------|---------|
|                       |   |                                 | I                 | II   | III  | IV   | Среднее |
| Риф                   | Контроль                                | -                               | 2,12              | 2,43 | 2,22 | 2,55 | 2,33    |
|                       |   | +                               | 2,33              | 2,66 | 2,42 | 2,79 | 2,55    |
|                       | Микромак                                | -                               | 2,23              | 2,66 | 2,31 | 2,64 | 2,46    |
|                       |   | +                               | 2,43              | 2,78 | 2,59 | 2,72 | 2,63    |
|                       | Азотовит<br>+Фосфатовит                 | -                               | 2,23              | 2,56 | 2,61 | 2,56 | 2,49    |
|                       |   | +                               | 2,41              | 2,75 | 2,58 | 2,74 | 2,62    |
|                       | Микромак + Азо-<br>товит<br>+Фосфатовит | -                               | 2,96              | 2,83 | 2,61 | 2,64 | 2,76    |
|                       |   | +                               | 2,61              | 2,96 | 2,79 | 2,92 | 2,82    |
| Форвард               | Контроль                                | -                               | 2,31              | 2,74 | 2,43 | 2,76 | 2,56    |
|                       |   | +                               | 2,59              | 2,98 | 2,81 | 2,58 | 2,74    |
|                       | Микромак                                | -                               | 2,46              | 2,59 | 2,78 | 2,89 | 2,68    |
|                       |   | +                               | 2,61              | 3,02 | 2,97 | 2,76 | 2,84    |
|                       | Азотовит<br>+Фосфатовит                 | -                               | 2,45              | 2,82 | 2,59 | 2,82 | 2,67    |
|                       |   | +                               | 2,63              | 3,01 | 2,71 | 3,01 | 2,84    |
|                       | Микромак + Азо-<br>товит<br>+Фосфатовит | -                               | 2,74              | 3,02 | 3,19 | 2,85 | 2,95    |
|                       |   | +                               | 2,81              | 3,21 | 2,98 | 3,00 | 3,00    |

## Дисперсионный анализ, т/га, 2016 г.

| Дисперсия    | Сумма квад-<br>ратов | Степень<br>свободы | Средний<br>квадрат | Критерий Фишера |          |
|--------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------|----------|
|              |                      |                    |                    | расчётн.        | табличн. |
| Общая        | 3,694                | 63                 | 0,059              | -               | -        |
| Вариантов    | 2,001                | 15                 | 0,133              | 8,11            | 1,96     |
| Повторений   | 0,952                | 3                  | 0,317              | 19,30           | 2,81     |
| Ошибки       | 0,740                | 45                 | 0,016              | -               | -        |
| Фактора А    | 0,656                | 1                  | 0,656              | 39,89           | 4,09     |
| Фактора В    | 0,969                | 3                  | 0,323              | 19,64           | 2,81     |
| Факторов АВ  | 0,002                | 3                  | 0,001              | 0,04            | 2,81     |
| Фактора С    | 0,325                | 1                  | 0,325              | 19,75           | 4,09     |
| Факторов АС  | 0,000                | 1                  | 0,000              | 0,01            | 4,09     |
| Факторов ВС  | 0,046                | 3                  | 0,015              | 0,93            | 2,81     |
| Факторов АВС | 0,003                | 3                  | 0,001              | 0,07            | 2,81     |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР % (точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|------------------------|
| Частных различий      | 0,064 | 0,091 | 0,183 | 6,809                  |
| Фактора А             | 0,023 | 0,032 | 0,065 | 2,407                  |
| Фактора В             | 0,032 | 0,045 | 0,091 | 3,404                  |
| Фактора С             | 0,023 | 0,032 | 0,065 | 2,407                  |

## Приложение 34 – Урожайность ярового рапса в опыте, т/га, 2017 г.

| Сорт<br>(фактор<br>А) | Обработка семян<br>(фактор В)         | Обработка Рэggi<br>(фактор С) | Урожайность, т/га |      |      |      |         |
|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------|------|------|------|---------|
|                       |                                       |                               | I                 | II   | III  | IV   | Среднее |
| Риф                   | Контроль                              | -                             | 2,16              | 2,54 | 2,43 | 2,27 | 2,35    |
|                       |                                       | +                             | 2,61              | 2,84 | 2,93 | 2,42 | 2,70    |
|                       | Микромак                              | -                             | 2,43              | 2,78 | 2,56 | 2,99 | 2,69    |
|                       |                                       | +                             | 2,63              | 2,79 | 2,99 | 3,03 | 2,86    |
|                       | Азотовит<br>+Фосфатовит               | -                             | 2,45              | 2,71 | 2,59 | 2,89 | 2,66    |
|                       |                                       | +                             | 2,73              | 2,99 | 2,81 | 2,95 | 2,87    |
|                       | Микромак +<br>Азотовит<br>+Фосфатовит | -                             | 2,53              | 2,69 | 2,88 | 2,74 | 2,71    |
|                       |                                       | +                             | 2,63              | 2,98 | 3,02 | 2,81 | 2,86    |
| Форвард               | Контроль                              | -                             | 2,73              | 2,66 | 2,33 | 2,64 | 2,59    |
|                       |                                       | +                             | 3,12              | 2,79 | 3,33 | 2,56 | 2,95    |
|                       | Микромак                              | -                             | 2,73              | 3,12 | 2,89 | 2,98 | 2,93    |
|                       |                                       | +                             | 2,81              | 3,23 | 3,11 | 3,09 | 3,06    |
|                       | Азотовит<br>+Фосфатовит               | -                             | 3,12              | 2,85 | 2,99 | 3,08 | 3,01    |
|                       |                                       | +                             | 2,85              | 3,22 | 3,11 | 3,02 | 3,05    |
|                       | Микромак +<br>Азотовит<br>+Фосфатовит | -                             | 2,77              | 3,23 | 3,12 | 2,72 | 2,96    |
|                       |                                       | +                             | 2,88              | 3,23 | 2,77 | 3,48 | 3,09    |

## Дисперсионный анализ, т/га, 2017 г.

| Дисперсия    | Сумма квад-<br>ратов | Степень<br>свободы | Средний<br>квадрат | Критерий Фишера |          |
|--------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------|----------|
|              |                      |                    |                    | расчётн.        | табличн. |
| Общая        | 4,618                | 63                 | 0,073              | -               | -        |
| Вариантов    | 2,479                | 15                 | 0,165              | 4,37            | 1,96     |
| Повторений   | 0,438                | 3                  | 0,146              | 3,86            | 2,81     |
| Ошибки       | 1,701                | 45                 | 0,038              | -               | -        |
| Фактора А    | 0,963                | 1                  | 0,963              | 25,47           | 4,09     |
| Фактора В    | 0,757                | 3                  | 0,252              | 6,67            | 2,81     |
| Факторов АВ  | 0,004                | 3                  | 0,001              | 0,04            | 2,81     |
| Фактора С    | 0,576                | 1                  | 0,576              | 15,23           | 4,09     |
| Факторов АС  | 0,015                | 1                  | 0,015              | 0,39            | 4,09     |
| Факторов ВС  | 0,147                | 3                  | 0,049              | 1,30            | 2,891    |
| Факторов АВС | 0,018                | 3                  | 0,006              | 0,16            | 2,81     |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР % (точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|------------------------|
| Частных различий      | 0,097 | 0,137 | 0,277 | 9,771                  |
| Фактора А             | 0,034 | 0,049 | 0,098 | 3,454                  |
| Фактора В             | 0,049 | 0,069 | 0,139 | 4,885                  |
| Фактора С             | 0,034 | 0,049 | 0,098 | 3,454                  |

## Приложение 35 – Урожайность ярового рапса в опыте, т/га, 2018 г.

| Сорт<br>(фактор А)                    | Обработка семян<br>(фактор В) | Обработка расте-<br>ний препаратом<br>Рэгги<br>(фактор С) | Урожайность, т/га |      |      |      |         |
|---------------------------------------|-------------------------------|---|-------------------|------|------|------|---------|
|                                       |                               |   | I                 | II   | III  | IV   | Среднее |
| Риф                                   | Контроль                      | -   | 1,43              | 1,82 | 1,79 | 1,60 | 1,66    |
|                                       |                               | +   | 1,98              | 1,79 | 2,23 | 1,64 | 1,91    |
|                                       | Микромак                      | -   | 1,73              | 2,09 | 1,95 | 1,67 | 1,86    |
|                                       |                               | +   | 1,73              | 2,10 | 2,21 | 1,88 | 1,98    |
|                                       | Азотовит<br>+Фосфатовит       | -   | 1,65              | 1,93 | 2,01 | 1,97 | 1,89    |
|                                       |                               | +   | 1,79              | 2,03 | 2,24 | 1,82 | 1,97    |
| Микромак +<br>Азотовит<br>+Фосфатовит | -                             | 1,76  | 2,19              | 1,89 | 1,88 | 1,93 |         |
|                                       | +                             | 1,82  | 2,35              | 2,05 | 2,18 | 2,10 |         |
| Форвард                               | Контроль                      | -   | 1,53              | 1,83 | 1,63 | 2,05 | 1,76    |
|                                       |                               | +   | 1,83              | 2,45 | 2,01 | 2,23 | 2,13    |
|                                       | Микромак                      | -   | 1,82              | 2,23 | 2,11 | 2,12 | 2,07    |
|                                       |                               | +   | 1,93              | 2,25 | 2,39 | 2,19 | 2,19    |
|                                       | Азотовит<br>+Фосфатовит       | -   | 1,92              | 2,23 | 2,12 | 2,09 | 2,09    |
|                                       |                               | +   | 1,89              | 2,23 | 2,43 | 2,21 | 2,19    |
| Микромак +<br>Азотовит<br>+Фосфатовит | -                             | 1,91  | 2,33              | 2,23 | 2,13 | 2,15 |         |
|                                       | +                             | 2,01  | 2,42              | 2,19 | 2,22 | 2,21 |         |

## Дисперсионный анализ, т/га, 2018 г.

| Дисперсия    | Сумма квад-<br>ратов | Степень<br>свободы | Средний<br>квадрат | Критерий Фишера |          |
|--------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------|----------|
|              |                      |                    |                    | расчётн.        | табличн. |
| Общая        | 3,558                | 63                 | 0,056              | -               | -        |
| Вариантов    | 1,590                | 15                 | 0,106              | 5,66            | 1,96     |
| Повторений   | 1,126                | 3                  | 0,375              | 20,05           | 2,81     |
| Ошибки       | 0,842                | 45                 | 0,019              | -               | -        |
| Фактора А    | 0,555                | 1                  | 0,555              | 29,65           | 4,09     |
| Фактора В    | 0,471                | 3                  | 0,157              | 8,39            | 2,81     |
| Факторов АВ  | 0,009                | 3                  | 0,003              | 0,16            | 2,81     |
| Фактора С    | 0,403                | 1                  | 0,403              | 21,54           | 4,09     |
| Факторов АС  | 0,000                | 1                  | 0,000              | 0,01            | 4,09     |
| Факторов ВС  | 0,124                | 3                  | 0,041              | 2,21            | 2,81     |
| Факторов АВС | 0,027                | 3                  | 0,009              | 0,47            | 2,81     |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСП   | НСП % (точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|------------------------|
| Частных различий      | 0,068 | 0,097 | 0,195 | 9,720                  |
| Фактора А             | 0,024 | 0,034 | 0,069 | 3,437                  |
| Фактора В             | 0,034 | 0,048 | 0,097 | 4,860                  |
| Фактора С             | 0,024 | 0,034 | 0,069 | 3,437                  |

## Приложение 36 – Урожайность ярового рапса в опыте, т/га, 2019 г.

| Сорт<br>(фактор А) | Обработка се-<br>мян<br>(фактор В)    | Обработка<br>Рэгни<br>(фактор С) | Урожайность, т/га |      |      |      |         |
|--------------------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------|------|------|------|---------|
|                    |                                       |                                  | I                 | II   | III  | IV   | Среднее |
| Риф                | Контроль                              | -                                | 1,73              | 2,06 | 1,89 | 2,16 | 1,96    |
|                    |                                       | +                                | 2,23              | 2,54 | 2,45 | 2,26 | 2,37    |
|                    | Микромак                              | -                                | 2,19              | 2,36 | 2,49 | 2,12 | 2,29    |
|                    |                                       | +                                | 2,03              | 2,36 | 2,41 | 2,31 | 2,28    |
|                    | Азотовит<br>+Фосфатовит               | -                                | 2,16              | 2,43 | 2,36 | 2,09 | 2,26    |
|                    |                                       | +                                | 2,23              | 2,19 | 2,49 | 2,29 | 2,30    |
|                    | Микромак +<br>Азотовит<br>+Фосфатовит | -                                | 2,03              | 2,36 | 2,19 | 2,26 | 2,21    |
|                    |                                       | +                                | 2,36              | 2,56 | 2,29 | 2,43 | 2,41    |
| Форвард            | Контроль                              | -                                | 1,99              | 2,23 | 2,33 | 1,97 | 2,13    |
|                    |                                       | +                                | 2,35              | 2,74 | 2,69 | 2,58 | 2,59    |
|                    | Микромак                              | -                                | 2,33              | 2,61 | 2,49 | 2,61 | 2,51    |
|                    |                                       | +                                | 2,45              | 2,66 | 2,78 | 2,43 | 2,58    |
|                    | Азотовит<br>+Фосфатовит               | -                                | 2,39              | 2,56 | 2,21 | 2,64 | 2,45    |
|                    |                                       | +                                | 2,33              | 2,65 | 2,71 | 2,35 | 2,51    |
|                    | Микромак +<br>Азотовит<br>+Фосфатовит | -                                | 2,21              | 2,65 | 2,51 | 2,35 | 2,43    |
|                    |                                       | +                                | 2,41              | 2,74 | 2,66 | 2,39 | 2,55    |

## Дисперсионный анализ, т/га, 2019 г.

| Дисперсия    | Сумма квад-<br>ратов | Степень<br>свободы | Средний<br>квадрат | Критерий Фишера |          |
|--------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------|----------|
|              |                      |                    |                    | расчётн.        | табличн. |
| Общая        | 3,162                | 63                 | 0,050              | -               | -        |
| Вариантов    | 1,834                | 15                 | 0,122              | 8,51            | 1,96     |
| Повторений   | 0,682                | 3                  | 0,227              | 15,83           | 2,81     |
| Ошибки       | 0,646                | 45                 | 0,014              | -               | -        |
| Фактора А    | 0,699                | 1                  | 0,699              | 48,70           | 4,09     |
| Фактора В    | 0,230                | 3                  | 0,077              | 5,35            | 2,81     |
| Факторов АВ  | 0,015                | 3                  | 0,005              | 0,36            | 2,81     |
| Фактора С    | 0,454                | 1                  | 0,454              | 31,61           | 4,09     |
| Факторов АС  | 0,001                | 1                  | 0,001              | 0,09            | 4,09     |
| Факторов ВС  | 0,419                | 3                  | 0,140              | 9,72            | 2,81     |
| Факторов АВС | 0,015                | 3                  | 0,005              | 0,34            | 2,81     |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР % (точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|------------------------|
| Частных различий      | 0,060 | 0,085 | 0,171 | 7,222                  |
| Фактора А             | 0,021 | 0,030 | 0,060 | 2,553                  |
| Фактора В             | 0,030 | 0,042 | 0,085 | 3,611                  |
| Фактора С             | 0,021 | 0,030 | 0,060 | 2,553                  |

Приложение И – Урожайность ярового рапса в зависимости от сроков посева и обработок, т/га

Приложение И1 – Урожайность ярового рапса, т/га (2016 г.)

| Срок         | Обработка                              | Повторность |      |      |      | Среднее |
|--------------|--|-------------|------|------|------|---------|
|              |  | I           | II   | III  | IV   |         |
| 22-24 апреля | Без обработки                          | 1,97        | 1,86 | 2,23 | 2,22 | 2,07    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 1,88        | 2,13 | 2,32 | 2,31 | 2,16    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,62        | 2,25 | 2,45 | 2,44 | 2,44    |
|              | Нутримикс                              | 2,01        | 2,62 | 2,45 | 2,32 | 2,35    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,35        | 2,81 | 2,56 | 2,72 | 2,61    |
| 2-4 мая      | Без обработки                          | 1,96        | 2,35 | 2,56 | 1,97 | 2,21    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,72        | 2,33 | 2,21 | 2,54 | 2,45    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,98        | 2,31 | 2,49 | 2,66 | 2,61    |
|              | Нутримикс                              | 2,26        | 2,91 | 2,45 | 2,78 | 2,60    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,53        | 3,01 | 2,78 | 3,24 | 2,89    |
| 12-14 мая    | Без обработки                          | 1,98        | 1,76 | 2,36 | 1,94 | 2,01    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 1,63        | 2,41 | 2,02 | 2,26 | 2,08    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 1,98        | 2,64 | 2,20 | 2,70 | 2,38    |
|              | Нутримикс                              | 1,89        | 2,45 | 2,03 | 2,79 | 2,29    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,31        | 2,98 | 2,59 | 2,72 | 2,65    |

Дисперсионный анализ, т/га, 2016 г.

| Дисперсия   | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |          |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
|             |                 |                 |                 | расчётн.        | табличн. |
| Общая       | 7,078           | 59              | 0,120           | -               | -        |
| Вариантов   | 3,617           | 14              | 0,258           | 4,06            | 1,99     |
| Повторений  | 0,785           | 3               | 0,262           | 4,11            | 2,83     |
| Ошибки      | 2,676           | 42              | 0,064           | -               | -        |
| Фактора А   | 0,839           | 2               | 0,420           | 6,59            | 3,26     |
| Фактора В   | 2,716           | 4               | 0,679           | 10,66           | 2,58     |
| Факторов АВ | 0,062           | 8               | 0,008           | 0,12            | 2,18     |

Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР % (точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|------------------------|
| Частных различий      | 0,126 | 0,178 | 0,360 | 15,090                 |
| Фактора А             | 0,056 | 0,080 | 0,161 | 6,749                  |
| Фактора В             | 0,073 | 0,103 | 0,208 | 8,712                  |
| Факторов АВ           | 0,073 | 0,103 | 0,208 | 8,712                  |

## Приложение И2 – Урожайность ярового рапса, т/га (2017 г.)

| Срок         | Обработка                              | Повторность |      |      |      | Среднее |
|--------------|--|-------------|------|------|------|---------|
|              |  | I           | II   | III  | IV   |         |
| 22-24 апреля | Без обработки                          | 1,97        | 1,89 | 2,45 | 2,53 | 2,21    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 1,92        | 2,56 | 2,03 | 2,37 | 2,22    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,26        | 2,81 | 2,45 | 2,48 | 2,50    |
|              | Нутримикс                              | 2,31        | 2,89 | 2,95 | 2,21 | 2,59    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,46        | 2,66 | 3,02 | 3,22 | 2,84    |
| 2-4 мая      | Без обработки                          | 2,03        | 2,63 | 2,11 | 2,63 | 2,35    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,31        | 2,85 | 2,45 | 2,43 | 2,51    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,45        | 3,01 | 2,66 | 2,80 | 2,73    |
|              | Нутримикс                              | 2,33        | 2,96 | 2,77 | 2,66 | 2,68    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,66        | 3,33 | 2,98 | 3,07 | 3,01    |
| 12-14 мая    | Без обработки                          | 1,78        | 2,33 | 1,98 | 2,15 | 2,06    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 1,81        | 1,99 | 2,35 | 2,45 | 2,15    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,34        | 2,81 | 2,41 | 2,60 | 2,54    |
|              | Нутримикс                              | 2,31        | 2,82 | 2,41 | 2,54 | 2,52    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,51        | 3,05 | 2,61 | 2,99 | 2,79    |

## Дисперсионный анализ, т/га, 2017 г.

| Дисперсия   | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |          |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
|             |                 |                 |                 | расчётн.        | табличн. |
| Общая       | 7,775           | 59              | 0,132           | -               | -        |
| Вариантов   | 4,215           | 14              | 0,301           | 7,61            | 1,99     |
| Повторений  | 1,898           | 3               | 0,633           | 15,95           | 2,83     |
| Ошибки      | 1,662           | 42              | 0,040           | -               | -        |
| Фактора А   | 0,647           | 2               | 0,323           | 8,17            | 3,26     |
| Фактора В   | 3,477           | 4               | 0,869           | 21,96           | 2,58     |
| Факторов АВ | 0,092           | 8               | 0,011           | 0,29            | 2,18     |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР %<br>(точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| Частных различий      | 0,099 | 0,141 | 0,284 | 11,295                    |
| Фактора А             | 0,044 | 0,063 | 0,127 | 5,051                     |
| Фактора В             | 0,057 | 0,081 | 0,164 | 6,521                     |
| Факторов АВ           | 0,057 | 0,081 | 0,164 | 6,521                     |

## Приложение И3 – Урожайность ярового рапса, т/га (2018 г.)

| Срок         | Обработка                              | Повторность |      |      |      | Среднее |
|--------------|--|-------------|------|------|------|---------|
|              |  | I           | II   | III  | IV   |         |
| 22-24 апреля | Без обработки                          | 2,22        | 1,62 | 2,31 | 1,65 | 1,95    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 1,65        | 2,39 | 1,91 | 2,33 | 2,07    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,01        | 2,63 | 2,45 | 2,39 | 2,37    |
|              | Нутримикс                              | 2,21        | 2,03 | 2,66 | 2,54 | 2,36    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,88        | 2,91 | 2,32 | 2,65 | 2,69    |
| 2-4 мая      | Без обработки                          | 1,82        | 2,41 | 2,02 | 2,15 | 2,10    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,03        | 2,56 | 1,86 | 2,43 | 2,22    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,13        | 2,85 | 2,22 | 2,92 | 2,53    |
|              | Нутримикс                              | 2,16        | 2,78 | 2,22 | 2,68 | 2,46    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,56        | 3,11 | 2,89 | 2,60 | 2,79    |
| 12-14 мая    | Без обработки                          | 1,53        | 2,33 | 1,84 | 1,94 | 1,91    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 1,62        | 2,41 | 2,21 | 1,80 | 2,01    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,01        | 2,69 | 2,45 | 2,25 | 2,35    |
|              | Нутримикс                              | 1,89        | 2,61 | 2,22 | 2,44 | 2,29    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,45        | 2,91 | 2,66 | 2,38 | 2,60    |

## Дисперсионный анализ, т/га, 2018 г.

| Дисперсия   | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |          |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
|             |                 |                 |                 | расчётн.        | табличн. |
| Общая       | 8,516           | 59              | 0,144           | -               | -        |
| Вариантов   | 4,109           | 14              | 0,293           | 4,54            | 1,99     |
| Повторений  | 1,694           | 3               | 0,565           | 8,74            | 2,83     |
| Ошибки      | 2,714           | 42              | 0,065           | -               | -        |
| Фактора А   | 0,373           | 2               | 0,186           | 2,88            | 3,26     |
| Фактора В   | 3,726           | 4               | 0,932           | 14,42           | 2,58     |
| Факторов АВ | 0,010           | 8               | 0,001           | 0,02            | 2,18     |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР %<br>(точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| Частных различий      | 0,127 | 0,180 | 0,363 | 15,680                    |
| Фактора А             | 0,057 | 0,080 | 0,162 | 7,012                     |
| Фактора В             | 0,073 | 0,104 | 0,209 | 9,053                     |
| Факторов АВ           | 0,073 | 0,104 | 0,209 | 9,053                     |

## Приложение И4 – Урожайность ярового рапса, т/га (2019 г.)

| Срок         | Обработка                              | Повторность |      |      |      | Среднее |
|--------------|--|-------------|------|------|------|---------|
|              |  | I           | II   | III  | IV   |         |
| 22-24 апреля | Без обработки                          | 1,89        | 2,61 | 2,20 | 2,14 | 2,21    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,56        | 1,98 | 2,61 | 2,25 | 2,35    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,55        | 3,01 | 2,72 | 2,72 | 2,75    |
|              | Нутримикс                              | 2,23        | 2,96 | 2,78 | 2,67 | 2,66    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,48        | 2,61 | 3,21 | 3,26 | 2,89    |
| 2-4 мая      | Без обработки                          | 2,02        | 2,74 | 2,22 | 2,62 | 2,40    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,33        | 2,89 | 2,46 | 2,56 | 2,56    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,45        | 2,66 | 3,22 | 3,11 | 2,86    |
|              | Нутримикс                              | 2,41        | 2,89 | 3,12 | 2,74 | 2,79    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,88        | 3,45 | 3,11 | 2,96 | 3,10    |
| 12-14 мая    | Без обработки                          | 1,81        | 2,41 | 2,03 | 2,23 | 2,12    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 1,82        | 2,56 | 1,98 | 2,72 | 2,27    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,96        | 3,22 | 2,49 | 2,17 | 2,71    |
|              | Нутримикс                              | 2,14        | 2,33 | 2,82 | 2,87 | 2,54    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 3,33        | 3,01 | 2,61 | 2,69 | 2,91    |

## Дисперсионный анализ, т/га, 2019 г.

| Дисперсия   | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |          |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
|             |                 |                 |                 | расчётн.        | табличн. |
| Общая       | 9,613           | 59              | 0,163           | -               | -        |
| Вариантов   | 4,681           | 14              | 0,334           | 3,64            | 1,99     |
| Повторений  | 1,071           | 3               | 0,357           | 3,89            | 2,83     |
| Ошибки      | 3,861           | 42              | 0,092           | -               | -        |
| Фактора А   | 0,577           | 2               | 0,289           | 3,14            | 3,26     |
| Фактора В   | 4,057           | 4               | 1,014           | 11,03           | 2,58     |
| Факторов АВ | 0,047           | 8               | 0,006           | 0,06            | 2,18     |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР %<br>(точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| Частных различий      | 0,152 | 0,214 | 0,433 | 16,589                    |
| Фактора А             | 0,068 | 0,096 | 0,193 | 7,419                     |
| Фактора В             | 0,088 | 0,124 | 0,250 | 9,577                     |
| Факторов АВ           | 0,088 | 0,124 | 0,250 | 9,577                     |

## Приложение И5 – Урожайность ярового рапса, т/га (2020 г.)

| Срок         | Обработка                              | Повторность |      |      |      | Среднее |
|--------------|--|-------------|------|------|------|---------|
|              |  | I           | II   | III  | IV   |         |
| 22-24 апреля | Без обработки                          | 2,44        | 2,91 | 2,74 | 2,47 | 2,64    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,46        | 2,81 | 2,76 | 3,05 | 2,77    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 3,45        | 2,88 | 3,21 | 3,10 | 3,16    |
|              | Нутримикс                              | 2,97        | 2,69 | 3,36 | 3,30 | 3,08    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 3,68        | 2,91 | 3,01 | 3,88 | 3,37    |
| 2-4 мая      | Без обработки                          | 2,61        | 3,12 | 2,88 | 2,79 | 2,85    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,69        | 3,32 | 2,89 | 3,18 | 3,02    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 3,00        | 3,65 | 3,41 | 3,18 | 3,31    |
|              | Нутримикс                              | 3,41        | 2,81 | 3,12 | 3,34 | 3,17    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 3,11        | 3,75 | 3,26 | 3,64 | 3,44    |
| 12-14 мая    | Без обработки                          | 2,34        | 2,81 | 2,48 | 2,65 | 2,57    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,47        | 3,21 | 3,02 | 2,46 | 2,79    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,81        | 2,98 | 3,56 | 3,33 | 3,17    |
|              | Нутримикс                              | 2,79        | 3,41 | 3,43 | 2,45 | 3,02    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 3,02        | 3,39 | 3,67 | 3,12 | 3,30    |

## Дисперсионный анализ, т/га, 2020 г.

| Дисперсия   | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |          |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
|             |                 |                 |                 | расчётн.        | табличн. |
| Общая       | 8,507           | 59              | 0,144           | -               | -        |
| Вариантов   | 4,049           | 14              | 0,289           | 3,10            | 1,99     |
| Повторений  | 0,544           | 3               | 0,181           | 1,95            | 2,83     |
| Ошибки      | 3,914           | 42              | 0,093           | -               | -        |
| Фактора А   | 0,401           | 2               | 0,201           | 2,15            | 3,26     |
| Фактора В   | 3,583           | 4               | 0,896           | 9,61            | 2,58     |
| Факторов АВ | 0,064           | 8               | 0,008           | 0,09            | 2,18     |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР %<br>(точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| Частных различий      | 0,153 | 0,216 | 0,436 | 14,311                    |
| Фактора А             | 0,068 | 0,097 | 0,195 | 6,400                     |
| Фактора В             | 0,088 | 0,125 | 0,152 | 8,262                     |
| Факторов АВ           | 0,088 | 0,125 | 0,152 | 8,262                     |

## Приложение Иб – Урожайность ярового рапса, т/га (2021 г.)

| Срок         | Обработка                              | Повторность |      |      |      | Среднее |
|--------------|--|-------------|------|------|------|---------|
|              |  | I           | II   | III  | IV   |         |
| 22-24 апреля | Без обработки                          | 2,47        | 2,49 | 2,33 | 3,07 | 2,59    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,35        | 3,12 | 2,56 | 2,81 | 2,71    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,74        | 3,46 | 3,02 | 2,74 | 2,99    |
|              | Нутримикс                              | 2,52        | 3,32 | 2,98 | 2,74 | 2,89    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 3,42        | 3,22 | 2,89 | 3,03 | 3,14    |
| 2-4 мая      | Без обработки                          | 2,54        | 2,69 | 2,89 | 3,16 | 2,82    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,56        | 3,12 | 3,33 | 2,63 | 2,91    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 3,01        | 3,56 | 2,91 | 3,64 | 3,28    |
|              | Нутримикс                              | 2,91        | 3,42 | 2,78 | 3,29 | 3,10    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 3,01        | 3,46 | 3,59 | 3,50 | 3,39    |
| 12-14 мая    | Без обработки                          | 2,45        | 2,16 | 2,91 | 2,80 | 2,58    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,33        | 2,79 | 2,91 | 2,69 | 2,68    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,56        | 3,01 | 3,22 | 2,77 | 2,89    |
|              | Нутримикс                              | 2,45        | 3,12 | 2,69 | 2,86 | 2,78    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,77        | 2,97 | 3,33 | 3,05 | 3,03    |

## Дисперсионный анализ, т/га, 2021 г.

| Дисперсия   | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |          |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
|             |                 |                 |                 | расчётн.        | табличн. |
| Общая       | 7,454           | 59              | 0,126           | -               | -        |
| Вариантов   | 3,224           | 14              | 0,230           | 3,30            | 1,99     |
| Повторений  | 1,298           | 3               | 0,433           | 6,20            | 2,83     |
| Ошибки      | 2,932           | 42              | 0,070           | -               | -        |
| Фактора А   | 1,038           | 2               | 0,519           | 7,44            | 3,26     |
| Фактора В   | 2,139           | 4               | 0,535           | 7,66            | 2,58     |
| Факторов АВ | 0,046           | 8               | 0,006           | 0,08            | 2,18     |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР %<br>(точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| Частных различий      | 0,132 | 0,187 | 0,377 | 12,918                    |
| Фактора А             | 0,059 | 0,084 | 0,169 | 5,777                     |
| Фактора В             | 0,076 | 0,108 | 0,218 | 7,458                     |
| Факторов АВ           | 0,076 | 0,108 | 0,218 | 4,458                     |

## Приложение И7 – Урожайность ярового рапса, т/га (2022 г.)

| Срок         | Обработка                              | Повторность |      |      |      | Среднее |
|--------------|--|-------------|------|------|------|---------|
|              |  | I           | II   | III  | IV   |         |
| 22-24 апреля | Без обработки                          | 2,33        | 2,96 | 3,01 | 2,46 | 2,69    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,56        | 2,69 | 2,98 | 3,01 | 2,81    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 3,41        | 2,78 | 2,98 | 3,23 | 3,10    |
|              | Нутримикс                              | 2,77        | 3,12 | 3,34 | 2,77 | 3,00    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,89        | 3,45 | 3,02 | 3,44 | 3,20    |
| 2 - 4 мая    | Без обработки                          | 2,66        | 3,21 | 2,88 | 2,89 | 2,91    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,78        | 2,89 | 3,36 | 3,37 | 3,10    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 3,46        | 3,22 | 3,13 | 3,31 | 3,28    |
|              | Нутримикс                              | 2,78        | 2,96 | 3,61 | 3,29 | 3,16    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 3,63        | 3,13 | 2,91 | 3,73 | 3,35    |
| 12 - 14 мая  | Без обработки                          | 2,33        | 2,61 | 2,89 | 2,41 | 2,56    |
|              | Яра Вита Брасситрел                    | 2,99        | 2,81 | 3,12 | 1,96 | 2,72    |
|              | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 3,32        | 2,65 | 2,78 | 3,33 | 3,02    |
|              | Нутримикс                              | 2,63        | 3,32 | 3,02 | 3,07 | 3,01    |
|              | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,78        | 3,52 | 3,32 | 2,82 | 3,11    |

## Дисперсионный анализ, т/га, 2022 г.

| Дисперсия   | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |          |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
|             |                 |                 |                 | расчётн.        | табличн. |
| Общая       | 7,467           | 59              | 0,127           | -               | -        |
| Вариантов   | 2,845           | 14              | 0,203           | 1,98            | 1,99     |
| Повторений  | 0,317           | 3               | 0,106           | 1,03            | 2,83     |
| Ошибки      | 4,305           | 42              | 0,103           | -               | -        |
| Фактора А   | 0,813           | 2               | 0,407           | 3,97            | 3,26     |
| Фактора В   | 1,956           | 4               | 0,489           | 4,77            | 2,58     |
| Факторов АВ | 0,077           | 8               | 0,010           | 0,09            | 2,18     |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР %<br>(точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| Частных различий      | 0,160 | 0,226 | 0,457 | 15,222                    |
| Фактора А             | 0,072 | 0,101 | 0,204 | 6,807                     |
| Фактора В             | 0,092 | 0,131 | 0,264 | 8,788                     |
| Факторов АВ           | 0,092 | 0,131 | 0,264 | 8,788                     |

## Приложение И8– Урожайность ярового рапса, т/га (2023 г.)

| Срок          | Обработка                              | Повторность |      |      |      | Среднее |
|---------------|--|-------------|------|------|------|---------|
|               |  | I           | II   | III  | IV   |         |
| 22 -24 апреля | Без обработки                          | 1,53        | 1,69 | 2,23 | 2,11 | 1,89    |
|               | Яра Вита Брасситрел                    | 1,78        | 2,13 | 2,03 | 1,94 | 1,97    |
|               | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,22        | 2,55 | 1,88 | 2,35 | 2,25    |
|               | Нутримикс                              | 2,58        | 2,34 | 2,03 | 1,65 | 2,15    |
|               | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,13        | 2,69 | 2,51 | 2,23 | 2,39    |
| 2 - 4 мая     | Без обработки                          | 1,84        | 1,71 | 2,13 | 2,36 | 2,01    |
|               | Яра Вита Брасситрел                    | 2,26        | 2,41 | 2,59 | 1,74 | 2,25    |
|               | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 2,31        | 2,74 | 2,13 | 2,42 | 2,40    |
|               | Нутримикс                              | 2,03        | 2,22 | 2,75 | 2,56 | 2,39    |
|               | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,46        | 2,81 | 2,56 | 2,61 | 2,61    |
| 12 -14 мая    | Без обработки                          | 1,87        | 2,03 | 2,23 | 1,11 | 1,81    |
|               | Яра Вита Брасситрел                    | 1,78        | 1,63 | 2,32 | 1,87 | 1,90    |
|               | Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак | 1,91        | 1,85 | 2,54 | 2,46 | 2,19    |
|               | Нутримикс                              | 1,72        | 1,95 | 2,36 | 2,25 | 2,07    |
|               | Нутримикс + Яра Вита Бортрак           | 2,01        | 2,63 | 2,51 | 2,37 | 2,38    |

## Дисперсионный анализ, т/га, 2023 г.

| Дисперсия   | Сумма квадратов | Степень свободы | Средний квадрат | Критерий Фишера |          |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
|             |                 |                 |                 | расчётн.        | табличн. |
| Общая       | 7,426           | 59              | 0,126           | -               | -        |
| Вариантов   | 3,027           | 14              | 0,216           | 2,45            | 1,99     |
| Повторений  | 0,698           | 3               | 0,233           | 2,64            | 2,83     |
| Ошибки      | 3,701           | 42              | 0,088           | -               | -        |
| Фактора А   | 0,754           | 2               | 0,377           | 4,28            | 3,26     |
| Фактора В   | 2,221           | 4               | 0,555           | 6,30            | 2,58     |
| Факторов АВ | 0,052           | 8               | 0,007           | 0,07            | 2,18     |

## Оценка существенности

| Оценка существенности | SX    | SD    | НСР   | НСР %<br>(точность опыта) |
|-----------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| Частных различий      | 0,148 | 0,210 | 0,424 | 19,455                    |
| Фактора А             | 0,066 | 0,094 | 0,189 | 8,700                     |
| Фактора В             | 0,086 | 0,121 | 0,245 | 11,232                    |
| Факторов АВ           | 0,086 | 0,121 | 0,245 | 11,232                    |

Приложение Й – Масличность семян ярового рапса в зависимости от сроков посева и обработок

| Срок           | Вариант   | 2016 г | 2017 г | 2018 г | 2019 г | 2020 г | 2021 г | 2022 г | 2023 г | Среднее |
|----------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 22 - 24 апреля | Контроль  | 40,0   | 42,3   | 44,2   | 41,4   | 41,1   | 40,3   | 40,2   | 40,1   | 41,2    |
|                | Яра Вита<br>Брасситрел                          | 42,1   | 44,9   | 47,0   | 44,8   | 44,3   | 43,2   | 43,9   | 42,6   | 44,1    |
|                | Яра Вита<br>Брасситрел<br>+ Яра Вита<br>Бортрак | 42,1   | 44,6   | 46,5   | 44,1   | 43,9   | 42,9   | 42,6   | 42,9   | 43,7    |
|                | Нутримикс                                       | 41     | 44,3   | 46,1   | 43,5   | 43,2   | 42,9   | 42,2   | 41,6   | 43,1    |
|                | Нутримикс<br>+ Яра Вита<br>Бортрак              | 40,8   | 43,6   | 45,7   | 42,7   | 42,6   | 41,8   | 41,5   | 41,3   | 42,5    |
| 2 - 4 мая      | Контроль  | 39,4   | 42,3   | 44     | 41,6   | 41,1   | 40,2   | 40     | 39,4   | 41,0    |
|                | Яра Вита<br>Брасситрел                          | 40,2   | 44,7   | 47,9   | 44,1   | 43,3   | 43,6   | 42,6   | 44,8   | 43,9    |
|                | Яра Вита<br>Брасситрел<br>+ Яра Вита<br>Бортрак | 41,2   | 44,8   | 46,6   | 43,4   | 43,3   | 43,1   | 42,7   | 45,3   | 43,8    |
|                | Нутримикс                                       | 41,1   | 43,1   | 45,4   | 43,3   | 42,9   | 42,7   | 42,3   | 43,2   | 43,0    |
|                | Нутримикс<br>+ Яра Вита<br>Бортрак              | 41     | 42,8   | 45,8   | 42,9   | 42,6   | 41,9   | 41,5   | 43,1   | 42,7    |
| 12 - 14 мая    | Контроль  | 39,2   | 39,2   | 40,1   | 39,8   | 39,1   | 38,8   | 38,2   | 38,4   | 39,1    |
|                | Яра Вита<br>Брасситрел                          | 41,6   | 44,5   | 47,2   | 43,7   | 43,3   | 42,9   | 42,5   | 41,5   | 43,4    |
|                | Яра Вита<br>Брасситрел<br>+ Яра Вита<br>Бортрак | 41,3   | 44,2   | 46,6   | 43,3   | 43     | 42,9   | 42,3   | 41,2   | 43,1    |
|                | Нутримикс                                       | 41,4   | 43,6   | 45,2   | 42,8   | 42,4   | 41,8   | 41,4   | 41,4   | 42,5    |
|                | Нутримикс<br>+ Яра Вита<br>Бортрак              | 40,2   | 42,9   | 44,8   | 42,1   | 41,8   | 41,7   | 40,8   | 40,1   | 41,8    |

## Приложение К – Технологическая карта производства семян ярового рапса в исследованиях

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Культура Яровой рапс – сорт «Риф»  
 Площадь 1 га  
 Предшественник Озимая пшеница

|                        |                   |                 |
|------------------------|-------------------|-----------------|
| Производство продукции | Урожайность, т/га | Валовый сбор, т |
| основной               | 3,0               | 3,0             |

Норма высева 0,06 ц/га

| № пп | Наименование работ                               | Объём работы |         | Состав агрегата       | Количество человек |         | Норма выработки за 7 часов | Кол-во нормо-смен | Затраты труда |         |
|------|--|--------------|---------|-----------------------|--------------------|---------|----------------------------|-------------------|---------------|---------|
|      |  | т, га        | усл. га |                       | Механизаторы       | рабочие |                            |                   | Механизаторы  | рабочие |
|      | 1  | 2            | 3       | 4                     | 5                  | 6       | 7                          | 8                 | 9             | 10      |
| 1    | Дискование                                       | 1            | 0,3     | John Deere, БДМ-6х4ПМ | 1                  |         | 80                         | 0,01              | 0,0125        |         |
| 2    | Транспортировка и внесение минеральных удобрений | 1            | 0,8     | МТЗ-1221, РУМ-8       | 1                  |         | 70                         | 0,01              | 0,0143        |         |
| 3    | Вспашка  | 1            | 1,3     | К-744р2, ПТК-9-35     | 1                  |         | 14,7                       | 0,07              | 0,0680        |         |
| 4    | Раннее весеннее боронование                      | 1            | 0,3     | Claas Axion, СГА-21   | 1                  |         | 100                        | 0,01              | 0,0100        |         |
| 5    | Транспортировка и внесение минеральных удобрений | 1            | 0,8     | МТЗ-1221, РУМ-8       | 1                  |         | 70                         | 0,01              | 0,0143        |         |
| 6    | Культивация                                      | 1            | 0,4     | Claas Axion, КТП-9,4  | 1                  |         | 60                         | 0,02              | 0,0167        |         |
| 7    | Погрузка семенного материала                     | 0,006        |         | ЗПС-100               |                    | 1       | 50                         | 0,0001            |               | 0,00012 |
| 8    | Доставка семян                                   | 0,006        |         | КамАЗ, прицеп         | 1                  |         | 50                         | 0,0001            | 0,00012       |         |
| 9    | Посев  | 1            | 0,4     | МТЗ-1221, СПУ-6       | 1                  |         | 25                         | 0,04              | 0,0400        |         |
| 10   | Прикатывание посевов рапса                       | 1            | 0,4     | МТЗ-1221, ЗККШ-6А     | 1                  |         | 25                         | 0,04              | 0,0400        |         |
| 11   | Транспортирование воды                           | 0,3          |         | КамАЗ, бочка          | 1                  |         | 30                         | 0,01              | 0,0100        |         |
| 12   | Применение системы защиты                        | 1            |         | МТЗ-1221, ОП-2000     | 1                  |         | 200                        | 0,01              | 0,0050        |         |
| 13   | Подвоз воды                                      | 0,3          |         | КамАЗ, бочка          | 1                  |         | 30                         | 0,01              | 0,0100        |         |
| 14   | Опрыскивание против сорняков                     | 1            |         | МТЗ-1221, ОП-2000     | 1                  |         | 200                        | 0,01              | 0,0050        |         |
| 15   | Уборка прямым комбайнированием                   | 1            | 1,5     | RSM-161               | 1                  |         | 10                         | 0,10              | 0,100         |         |
| 16   | Транспортировка зерна                            | 3,0          |         | КамАЗ, прицеп         | 1                  |         | 50                         | 0,06              | 0,0600        |         |
| 17   | Всего  |              | 6,2     |                       |                    |         |                            |                   |               |         |

## Продолжение приложения К

| №<br>пп | Тарифная ставка   |   | Тарифный фонд            |              | Дополнитель-<br>ная оплата | Доплата за клас-<br>сность | Отпуск | Итого<br>зарплата | Всего<br>зарплата | Горючее     |                         | Автотранспорт            |                         | Электроэнергия            |                         | Всего<br>затрат,<br>руб |
|---------|-------------------|---|--------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|--------|-------------------|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
|         | Механизато-<br>ры | Обслу-<br>жива-<br>ющий<br>персоо-<br>нал | Трактористы,<br>водители | Рабо-<br>чие |                            |                            |        |                   |                   | Всего<br>кг | Стои-<br>мость,<br>руб. | Коли-<br>чество,<br>т/км | Стои-<br>мость,<br>руб. | Коли-<br>чество,<br>кВт*ч | Стои-<br>мость,<br>руб. |                         |
|         | 11                | 12  | 13                       | 14           | 15                         | 16                         | 17     | 18                | 19                | 21          | 22                      | 23                       | 24                      | 25                        | 26                      | 27                      |
| 1       | 1088,0            |   | 13,60                    |              |                            | 1,36                       | 1,59   | 16,55             | 21,52             | 7,3         | 430,70                  |                          |                         |                           |                         | 452,22                  |
| 2       | 1088,0            |   | 15,54                    |              |                            | 1,55                       | 1,82   | 18,91             | 24,58             | 6,5         | 383,50                  |                          |                         |                           |                         | 408,08                  |
| 3       | 1384,0            |   | 94,15                    |              | 47,07                      | 14,12                      | 16,48  | 171,82            | 223,37            | 13,0        | 767,0                   |                          |                         |                           |                         | 990,37                  |
| 4       | 1088,0            |   | 10,88                    |              |                            | 1,09                       | 1,27   | 13,24             | 17,21             | 2,6         | 153,40                  |                          |                         |                           |                         | 170,61                  |
| 5       | 1088,0            |   | 15,54                    |              |                            | 1,55                       | 1,82   | 18,91             | 24,58             | 6,5         | 383,50                  |                          |                         |                           |                         | 408,08                  |
| 6       | 1088,0            |   | 18,13                    |              |                            | 1,81                       | 2,12   | 2206              | 28,68             | 3,9         | 230,10                  |                          |                         |                           |                         | 258,78                  |
| 7       |                   | 680,0                                     |                          | 0,08         |                            | 0,01                       | 0,01   | 0,10              | 0,13              |             |                         |                          |                         | 0,05                      | 0,25                    | 0,38                    |
| 8       | 935,0             |   | 0,11                     |              |                            | 0,01                       | 0,01   | 0,13              | 0,17              | 1,25        | 63,75                   | 0,03                     | 0,45                    |                           |                         | 64,37                   |
| 9       | 1384,0            |   | 55,36                    |              | 27,68                      | 8,30                       | 9,69   | 101,03            | 131,34            | 4,0         | 236,0                   |                          |                         |                           |                         | 367,34                  |
| 10      | 1088,0            |   | 43,52                    |              |                            | 4,35                       | 5,09   | 52,46             | 68,85             | 3,5         | 206,5                   |                          |                         |                           |                         | 275,35                  |
| 11      | 935,0             |   | 9,35                     |              |                            | 0,94                       | 1,09   | 11,38             | 14,79             | 1,25        | 63,75                   | 1,5                      | 22,5                    |                           |                         | 101,04                  |
| 12      | 1088,0            |   | 5,44                     |              |                            | 0,54                       | 0,64   | 6,62              | 8,61              | 4,0         | 236,0                   |                          |                         |                           |                         | 244,61                  |
| 13      | 935,0             |   | 9,35                     |              |                            | 0,94                       | 1,09   | 11,38             | 14,79             | 1,55        | 63,75                   |                          |                         |                           |                         | 101,04                  |
| 14      | 1088,0            |   | 5,44                     |              |                            | 0,54                       | 0,64   | 6,62              | 8,61              | 4,0         | 236,0                   |                          |                         |                           |                         | 244,61                  |
| 15      | 1384,0            |   | 138,40                   |              | 69,20                      | 20,76                      | 24,22  | 252,58            | 328,35            | 9,0         | 531,0                   |                          |                         |                           |                         | 859,35                  |
| 16      | 935,0             |   | 56,10                    |              |                            | 5,61                       | 6,56   | 68,27             | 88,75             | 1,25        | 63,75                   | 15                       | 225,0                   |                           |                         | 377,50                  |
| 17      | Всего             |   |                          |              |                            |                            |        | 772,99            | 1004,33           |             | 4048,7                  |                          | 270,45                  |                           | 0,25                    | 5323,73                 |

18. Доплата за продукцию 1255,41 руб.  
 19. Доплата за стаж 627,71 руб.  
 20. Всего доплат 1883,12 руб.  
 21. Отпуска на доплаты 88,99 руб.  
 22. Начисления на доплаты 785,02 руб.  
 23. Всего доплат с начислениями 2757,13 руб.  
 24. Семена 6 кг/га 2400 руб.  
 25. Минеральные удобрения N 75 P 35 K 35

| Удобрения                   | Цена за 1 т | Количество, т/га | Стоимость, руб. |
|-----------------------------|-------------|------------------|-----------------|
| Азотные (аммиачная селитра) | 19 000 руб. | 0,22             | 4180,0          |
| Фосфорные (суперфосфат)     | 16 000 руб. | 0,14             | 2240,0          |
| Калийные (калийная соль)    | 20 500 руб. | 0,06             | 1230,0          |
| Всего                       |             |                  | 7650,0          |

## 26. Пестициды

| Препарат                 | Цена за 1 л (кг), руб. | Количество, л/га | Стоимость, руб. |
|--------------------------|------------------------|------------------|-----------------|
| Гербицид Лонтрел 300     | 3 500                  | 0,4              | 1 400,0         |
| Инсектицид Децис эксперт | 3 800                  | 0,075            | 285,0           |
| Фунгицид Амистар экстра  | 4 800                  | 0,8              | 3 840,0         |
| Всего                    |                        |                  | 5 525,0         |

## 27. Амортизация и текущий ремонт

| Показатель     | На 1 условный га, руб | Всего, руб |
|----------------|-----------------------|------------|
| Амортизация    | 310                   | 1 922,0    |
| Текущий ремонт | 260                   | 1 612,0    |
| Всего          |                       | 3 534,0    |

28. Всего прямых затрат 27 189,86 руб.

Приложение Л – Технологическая карта производства семян ярового рапса в исследованиях с применением дефеката, доз минеральных удобрений и биологических препаратов

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Культура Яровой рапс – сорт «Риф»  
 Площадь 1 га  
 Предшественник Озимая пшеница

|                        |                   |                 |
|------------------------|-------------------|-----------------|
| Производство продукции | Урожайность, т/га | Валовый сбор, т |
| основной               | 3,0               | 3,0             |

Норма высева 0,06 ц/га

| №<br>пп | Наименование работ                               | Объём работы |            | Состав агрегата            | Количество человек |         | Норма<br>выработки<br>за 7 часов | Кол-во<br>нормо-<br>смен | Затраты труда |         |
|---------|--|--------------|------------|----------------------------|--------------------|---------|----------------------------------|--------------------------|---------------|---------|
|         |  | т, га        | усл.<br>га |                            | Механизаторы       | рабочие |                                  |                          | Механизаторы  | рабочие |
|         | 1  | 2            | 3          | 4                          | 5                  | 6       | 7                                | 8                        | 9             | 10      |
| 1       | Дискование                                       | 1            | 0,3        | John Deere, БДМ-6х4ПМ      | 1                  |         | 80                               | 0,01                     | 0,0125        |         |
| 2       | Транспортировка и внесение дефеката              |              | 0,8        | John Deere, Howe DST 20-SW | 1                  |         | 30                               | 0,03                     | 0,0333        |         |
| 3       | Транспортировка и внесение минеральных удобрений | 1            | 0,8        | МТЗ-1221, РУМ-8            | 1                  |         | 70                               | 0,01                     | 0,0143        |         |
| 4       | Вспашка  | 1            | 1,3        | К-744p2, ПТК-9-35          | 1                  |         | 14,7                             | 0,07                     | 0,0680        |         |
| 5       | Раннее весеннее боронование                      | 1            | 0,3        | Claas Axion, СГА-21        | 1                  |         | 100                              | 0,01                     | 0,0100        |         |
| 6       | Транспортировка и внесение минеральных удобрений | 1            | 0,8        | МТЗ-1221, РУМ-8            | 1                  |         | 70                               | 0,01                     | 0,0143        |         |
| 7       | Культивация                                      | 1            | 0,4        | Claas Axion, КТП-9,4       | 1                  |         | 60                               | 0,02                     | 0,0167        |         |
| 8       | Доставка семян                                   | 0,006        |            | ЗПС-100                    |                    | 1       | 50                               | 0,0001                   |               | 0,00012 |
| 9       | Погрузка семенного материала                     | 0,006        |            | КамАЗ, прицеп              | 1                  |         | 50                               | 0,0001                   | 0,00012       |         |
| 10      | Посев  | 1            | 0,4        | МТЗ-1221, СПУ-6            | 1                  |         | 25                               | 0,04                     | 0,0400        |         |
| 11      | Прикатывание посевов рапса                       | 1            | 0,4        | МТЗ-1221, ЗККШ-6А          | 1                  |         | 25                               | 0,04                     | 0,0400        |         |
| 12      | Транспортирование воды                           | 0,3          |            | КамАЗ, бочка               | 1                  |         | 30                               | 0,01                     | 0,0100        |         |
| 13      | Применение системы защиты                        | 1            |            | МТЗ-1221, ОП-2000          | 1                  |         | 200                              | 0,01                     | 0,0050        |         |
| 14      | Подвоз воды                                      | 0,3          |            | КамАЗ, бочка               | 1                  |         | 30                               | 0,01                     | 0,0100        |         |
| 15      | Опрыскивание против сорняков                     | 1            |            | МТЗ-1221, ОП-2000          | 1                  |         | 200                              | 0,01                     | 0,0050        |         |
| 16      | Уборка прямым комбайнированием                   | 1            | 1,5        | RSM-161                    | 1                  |         | 10                               | 0,10                     | 0,100         |         |
| 17      | Транспортировка зерна                            | 3,0          |            | КамАЗ, прицеп              | 1                  |         | 50                               | 0,06                     | 0,0600        |         |
| 18      | Всего  |              | 7,0        |                            |                    |         |                                  |                          |               |         |

## Продолжение приложения Л

| №<br>пп | Тарифная ставка   |   | Тарифный фонд            |              | Дополнительная<br>оплата | Доплата за клас-<br>сность | Отпуск | Итого<br>зарплата | Всего<br>зарплата | Горючее     |                         | Автотранспорт            |                         | Электроэнергия            |                         | Всего<br>затрат,<br>руб |
|---------|-------------------|---|--------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------|--------|-------------------|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
|         | Механизато-<br>ры | Обслу-<br>жива-<br>ющий<br>персоо-<br>нал | Трактористы,<br>водители | Рабо-<br>чие |                          |                            |        |                   |                   | Всего<br>кг | Стои-<br>мость,<br>руб. | Коли-<br>чество,<br>т/км | Стои-<br>мость,<br>руб. | Коли-<br>чество,<br>кВт*ч | Стои-<br>мость,<br>руб. |                         |
|         | 11                | 12  | 13                       | 14           | 15                       | 16                         | 17     | 18                | 19                | 21          | 22                      | 23                       | 24                      | 25                        | 26                      | 27                      |
| 1       | 1088,0            |   | 13,60                    |              |                          | 1,36                       | 1,59   | 16,55             | 21,52             | 7,3         | 430,70                  |                          |                         |                           |                         | 452,22                  |
| 2       | 1088,0            |   | 36,27                    |              |                          | 3,63                       | 5,05   | 44,95             | 58,54             | 8,9         | 525,10                  |                          |                         |                           |                         | 583,64                  |
| 3       | 1088,0            |   | 15,54                    |              |                          | 1,55                       | 1,82   | 18,91             | 24,58             | 6,5         | 383,50                  |                          |                         |                           |                         | 408,08                  |
| 4       | 1384,0            |   | 94,15                    |              | 47,07                    | 14,12                      | 16,48  | 171,82            | 223,37            | 13,0        | 767,0                   |                          |                         |                           |                         | 990,37                  |
| 5       | 1088,0            |   | 10,88                    |              |                          | 1,09                       | 1,27   | 13,24             | 17,21             | 2,6         | 153,40                  |                          |                         |                           |                         | 170,61                  |
| 6       | 1088,0            |   | 15,54                    |              |                          | 1,55                       | 1,82   | 18,91             | 24,58             | 6,5         | 383,50                  |                          |                         |                           |                         | 408,08                  |
| 7       | 1088,0            |   | 18,13                    |              |                          | 1,81                       | 2,12   | 2206              | 28,68             | 3,9         | 230,10                  |                          |                         |                           |                         | 258,78                  |
| 8       |                   | 680,0                                     |                          | 0,08         |                          | 0,01                       | 0,01   | 0,10              | 0,13              |             |                         |                          |                         | 0,05                      | 0,25                    | 0,38                    |
| 9       | 935,0             |   | 0,11                     |              |                          | 0,01                       | 0,01   | 0,13              | 0,17              | 1,25        | 63,75                   | 0,03                     | 0,45                    |                           |                         | 64,37                   |
| 10      | 1384,0            |   | 55,36                    |              | 27,68                    | 8,30                       | 9,69   | 101,03            | 131,34            | 4,0         | 236,0                   |                          |                         |                           |                         | 367,34                  |
| 11      | 1088,0            |   | 43,52                    |              |                          | 4,35                       | 5,09   | 52,46             | 68,85             | 3,5         | 206,5                   |                          |                         |                           |                         | 275,35                  |
| 12      | 935,0             |   | 9,35                     |              |                          | 0,94                       | 1,09   | 11,38             | 14,79             | 1,25        | 63,75                   | 1,5                      | 22,5                    |                           |                         | 101,04                  |
| 13      | 1088,0            |   | 5,44                     |              |                          | 0,54                       | 0,64   | 6,62              | 8,61              | 4,0         | 236,0                   |                          |                         |                           |                         | 244,61                  |
| 14      | 935,0             |   | 9,35                     |              |                          | 0,94                       | 1,09   | 11,38             | 14,79             | 1,55        | 63,75                   | 1,5                      | 22,5                    |                           |                         | 101,04                  |
| 15      | 1088,0            |   | 5,44                     |              |                          | 0,54                       | 0,64   | 6,62              | 8,61              | 4,0         | 236,0                   |                          |                         |                           |                         | 244,61                  |
| 16      | 1384,0            |   | 138,40                   |              | 69,20                    | 20,76                      | 24,22  | 252,58            | 328,35            | 9,0         | 531,0                   |                          |                         |                           |                         | 859,35                  |
| 17      | 935,0             |   | 56,10                    |              |                          | 5,61                       | 6,56   | 68,27             | 88,75             | 1,25        | 63,75                   | 15                       | 225,0                   |                           |                         | 377,50                  |
| 18      | Всего             |   |                          |              |                          |                            |        | 817,94            | 1062,87           |             | 4573,80                 |                          | 270,45                  |                           | 0,25                    | 5907,37                 |

19. Доплата за продукцию 1169,16 руб.  
 20. Доплата за стаж 584,58 руб.  
 21. Всего доплат 1753,74 руб.  
 22. Отпуска на доплаты 173,44 руб.  
 23. Начисления на доплаты 824,26 руб.  
 24. Всего доплат с начислениями 2751,44 руб.  
 25. Семена 6 кг/га 2400 руб.  
 26. Пестициды

| Препарат                 | Цена за 1 л (кг), руб. | Количество, л/га | Стоимость, руб. |
|--------------------------|------------------------|------------------|-----------------|
| Гербицид Лонтрел 300     | 3 500                  | 0,4              | 1 400,0         |
| Инсектицид Децис эксперт | 3 800                  | 0,075            | 285,0           |
| Фунгицид Амистар экстра  | 4 800                  | 0,8              | 3 840,0         |
| Всего                    |                        |                  | 5 525,0         |

27. Амортизация и текущий ремонт

| Показатель     | На 1 условный га, руб | Всего, руб |
|----------------|-----------------------|------------|
| Амортизация    | 310                   | 2170,0     |
| Текущий ремонт | 260                   | 1820,0,0   |
| Всего          |                       | 3990,0     |

28. Всего прямых затрат 20573,81 руб.

Приложение М – Технологическая карта производства семян ярового рапса в исследованиях с применением грибного компоста, дозы азота и агрохимиката

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Культура Яровой рапс – сорт «Риф»  
 Площадь 1 га  
 Предшественник Озимая пшеница

|                        |                   |                 |
|------------------------|-------------------|-----------------|
| Производство продукции | Урожайность, т/га | Валовый сбор, т |
| основной               | 3,0               | 3,0             |

Норма высева 0,06 ц/га

| № пп | Наименование работ                               | Объём работы |         | Состав агрегата            | Количество человек |         | Норма выработки за 7 часов | Кол-во нормо-смен | Затраты труда |         |
|------|--|--------------|---------|----------------------------|--------------------|---------|----------------------------|-------------------|---------------|---------|
|      |  | т, га        | усл. га |                            | Механизаторы       | рабочие |                            |                   | Механизаторы  | рабочие |
|      | 1  | 2            | 3       | 4                          | 5                  | 6       | 7                          | 8                 | 9             | 10      |
| 1    | Дискование                                       | 1            | 0,3     | John Deere, БДМ-6х4ПМ      | 1                  |         | 80                         | 0,01              | 0,0125        |         |
| 2    | Транспортировка и внесение грунта                | 1            | 0,8     | John Deere, Howe DST 20-SW | 1                  |         | 60                         | 0,02              | 0,0166        |         |
| 3    | Вспашка  | 1            | 1,3     | К-744p2, ПТК-9-35          | 1                  |         | 14,7                       | 0,07              | 0,0680        |         |
| 4    | Раннее весеннее боронование                      | 1            | 0,3     | Claas Axion, СГА-21        | 1                  |         | 100                        | 0,01              | 0,0100        |         |
| 5    | Транспортировка и внесение минеральных удобрений | 1            | 0,8     | МТЗ-1221, РУМ-8            | 1                  |         | 70                         | 0,01              | 0,0143        |         |
| 6    | Культивация                                      | 1            | 0,4     | Claas Axion, КТП-9,4       | 1                  |         | 60                         | 0,02              | 0,0167        |         |
| 7    | Доставка семян                                   | 0,006        |         | ЗПС-100                    |                    | 1       | 50                         | 0,0001            |               | 0,00012 |
| 8    | Погрузка семенного материала                     | 0,006        |         | КамАЗ, прицеп              | 1                  |         | 50                         | 0,0001            | 0,00012       |         |
| 9    | Посев  | 1            | 0,4     | МТЗ-1221, СПУ-6            | 1                  |         | 25                         | 0,04              | 0,0400        |         |
| 10   | Прикатывание                                     | 1            | 0,4     | МТЗ-1221, ЗККШ-6А          | 1                  |         | 25                         | 0,04              | 0,0400        |         |
| 11   | Подвоз воды                                      | 0,3          |         | КамАЗ, бочка               | 1                  |         | 30                         | 0,01              | 0,0100        |         |
| 12   | Применение системы защиты посевов рапса          | 1            |         | МТЗ-1221, ОП-2000          | 1                  |         | 200                        | 0,01              | 0,0050        |         |
| 13   | Транспортирование воды                           | 0,3          |         | КамАЗ, бочка               | 1                  |         | 30                         | 0,01              | 0,0100        |         |
| 14   | Опрыскивание против сорняков                     | 1            |         | МТЗ-1221, ОП-2000          | 1                  |         | 200                        | 0,01              | 0,0050        |         |
| 15   | Уборка прямым комбайнированием                   | 1            | 1,5     | RSM-161                    | 1                  |         | 10                         | 0,10              | 0,100         |         |
| 16   | Транспортировка зерна                            | 3,0          |         | КамАЗ, прицеп              | 1                  |         | 50                         | 0,06              | 0,0600        |         |
| 17   | Всего  |              | 6,2     |                            |                    |         |                            |                   |               |         |

## Продолжение приложения М

| №<br>пп | Тарифная ставка |                        | Тарифный фонд         |         | Дополнительная<br>оплата | Доплата за классность | Отпуск | Итого<br>зарплата | Всего<br>зарплата | Горючее     |                    | Автотранспорт       |                    | Электроэнергия       |                    | Всего<br>загр.,<br>руб |
|---------|-----------------|------------------------|-----------------------|---------|--------------------------|-----------------------|--------|-------------------|-------------------|-------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------------|
|         | Механизаторы    | Обслуживающий персонал | Трактористы, водители | Рабочие |                          |                       |        |                   |                   | Всего<br>кг | Стоимость,<br>руб. | Количество,<br>т/км | Стоимость,<br>руб. | Количество,<br>кВт*ч | Стоимость,<br>руб. |                        |
|         | 11              | 12                     | 13                    | 14      | 15                       | 16                    | 17     | 18                | 19                | 21          | 22                 | 23                  | 24                 | 25                   | 26                 | 27                     |
| 1       | 1088,0          |                        | 13,60                 |         |                          | 1,36                  | 1,59   | 16,55             | 21,52             | 7,3         | 430,70             |                     |                    |                      |                    | 452,22                 |
| 2       | 1088,0          |                        | 18,06                 |         |                          | 1,81                  | 5,05   | 21,98             | 28,57             | 7,6         | 448,40             |                     |                    |                      |                    | 476,97                 |
| 3       | 1384,0          |                        | 94,15                 |         | 47,07                    | 14,12                 | 16,48  | 171,82            | 223,37            | 13,0        | 767,0              |                     |                    |                      |                    | 990,37                 |
| 4       | 1088,0          |                        | 10,88                 |         |                          | 1,09                  | 1,27   | 13,24             | 17,21             | 2,6         | 153,40             |                     |                    |                      |                    | 170,61                 |
| 5       | 1088,0          |                        | 15,54                 |         |                          | 1,55                  | 1,82   | 18,91             | 24,58             | 6,5         | 383,50             |                     |                    |                      |                    | 408,08                 |
| 6       | 1088,0          |                        | 18,13                 |         |                          | 1,81                  | 2,12   | 22,06             | 28,68             | 3,9         | 230,10             |                     |                    |                      |                    | 258,78                 |
| 7       |                 | 680,0                  |                       | 0,08    |                          | 0,01                  | 0,01   | 0,10              | 0,13              |             |                    |                     |                    | 0,05                 | 0,25               | 0,38                   |
| 8       | 935,0           |                        | 0,11                  |         |                          | 0,01                  | 0,01   | 0,13              | 0,17              | 1,25        | 63,75              | 0,03                | 0,45               |                      |                    | 64,37                  |
| 9       | 1384,0          |                        | 55,36                 |         | 27,68                    | 8,30                  | 9,69   | 101,03            | 131,34            | 4,0         | 236,0              |                     |                    |                      |                    | 367,34                 |
| 10      | 1088,0          |                        | 43,52                 |         |                          | 4,35                  | 5,09   | 52,46             | 68,85             | 3,5         | 206,5              |                     |                    |                      |                    | 275,35                 |
| 11      | 935,0           |                        | 9,35                  |         |                          | 0,94                  | 1,09   | 11,38             | 14,79             | 1,25        | 63,75              | 1,5                 | 22,5               |                      |                    | 101,04                 |
| 12      | 1088,0          |                        | 5,44                  |         |                          | 0,54                  | 0,64   | 6,62              | 8,61              | 4,0         | 236,0              |                     |                    |                      |                    | 244,61                 |
| 13      | 935,0           |                        | 9,35                  |         |                          | 0,94                  | 1,09   | 11,38             | 14,79             | 1,25        | 63,75              | 1,5                 | 22,5               |                      |                    | 101,04                 |
| 14      | 1088,0          |                        | 5,44                  |         |                          | 0,54                  | 0,64   | 6,62              | 8,61              | 4,0         | 236,0              |                     |                    |                      |                    | 244,61                 |
| 15      | 1384,0          |                        | 138,40                |         | 69,20                    | 20,76                 | 24,22  | 252,58            | 328,35            | 9,0         | 531,0              |                     |                    |                      |                    | 859,35                 |
| 16      | 935,0           |                        | 56,10                 |         |                          | 5,61                  | 6,56   | 68,27             | 88,75             | 1,25        | 63,75              | 15                  | 225,0              |                      |                    | 377,50                 |
| 17      | Всего           |                        |                       |         |                          |                       |        | 775,13            | 1008,32           |             | 4113,60            |                     | 270,45             |                      | 0,25               | 5392,62                |

18. Доплата за продукцию 1109,15 руб.  
 19. Доплата за стаж 554,58 руб.  
 20. Всего доплат 1663,73 руб.  
 21. Отпуска на доплаты 164,54 руб.  
 22. Начисления на доплаты 781,95 руб.  
 23. Всего доплат с начислениями 2610,22 руб.  
 24. Семена 6 кг/га 2400 руб.  
 25. Стоимость грибного грунта: 10800 руб. (при цене 360 руб./т и норме 30 т/га)

## 26. Пестициды

| Препарат                 | Цена за 1 л (кг), руб. | Количество, л/га | Стоимость, руб. |
|--------------------------|------------------------|------------------|-----------------|
| Гербицид Лонтрел 300     | 3 500                  | 0,4              | 1 400,0         |
| Инсектицид Децис эксперт | 3 800                  | 0,075            | 285,0           |
| Фунгицид Амистар экстра  | 4 800                  | 0,8              | 3 840,0         |
| Всего                    |                        |                  | 5 525,0         |

## 27. Амортизация и текущий ремонт

| Показатель     | На 1 условный га, руб | Всего, руб |
|----------------|-----------------------|------------|
| Амортизация    | 310                   | 1922,0     |
| Текущий ремонт | 260                   | 1612,0,0   |
| Всего          |                       | 3534,0     |

28. Всего прямых затрат 30261,84 руб.

## Приложение Н – Проведение полевых и лабораторных исследований



Приложение О – Уборка ярового рапса и обмолот на МТПУ-500 (молотилке - терке пучковой универсальной)



Приложение П – Результаты анализов органических отходов птицефабрики и грибной фермы по данным испытательной лаборатории БелИЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ» и лаборатории ЕГУ

Приложение П1 – Санитарно-бактериологические показатели органических отходов птицефабрики

| № п/п | Показатель                           | Единица    | Результат испытаний |
|-------|--------------------------------------|------------|---------------------|
| 1     | Индекс БГКП                          | КОЕ/г      | 0-чистая            |
| 2     | Индекс энтерококков                  | КОЕ/г      | 0-чистая            |
| 3     | Индекс патогенных микроорганизмов    | КОЕ/г      | 0-чистая            |
| 4     | Яйца и личинки гельминтов            | Экз./г     | Отсутствуют         |
| 5     | Цисты кишечных патогенных простейших | Экз./100 г | Отсутствуют         |

Приложение П2 – Санитарно-бактериологические показатели органических отходов грибной фермы (свежий и выдержанный в течение 1 года компост)

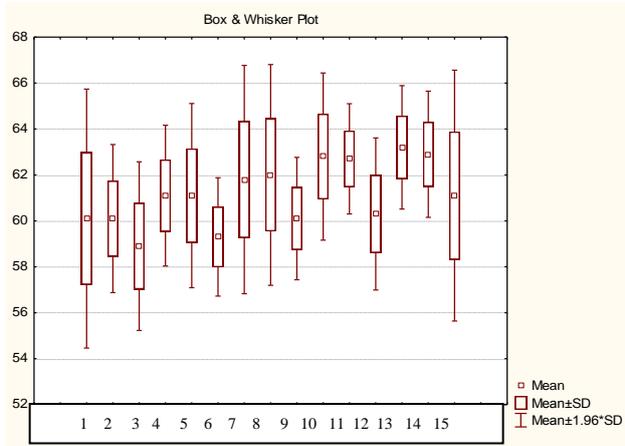
| № п/п | Показатель                           | Единица    | Результат испытаний |
|-------|--------------------------------------|------------|---------------------|
| 1     | Индекс БГКП                          | КОЕ/г      | 0-чистая            |
| 2     | Индекс энтерококков                  | КОЕ/г      | 0-чистая            |
| 3     | Индекс патогенных микроорганизмов    | КОЕ/г      | 0-чистая            |
| 4     | Яйца и личинки гельминтов            | Экз./г     | Отсутствуют         |
| 5     | Цисты кишечных патогенных простейших | Экз./100 г | Отсутствуют         |

Приложение Р – Сельскохозяйственная техника используемая в проведении полевых исследований с яровым рапсом

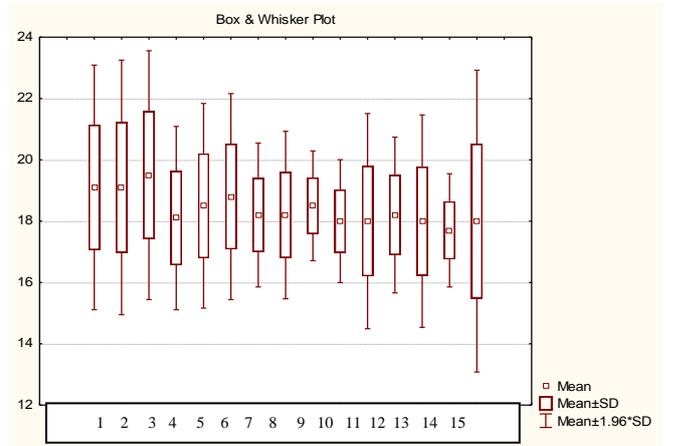


## Приложение С – Сравнение средних показателей жирных кислот

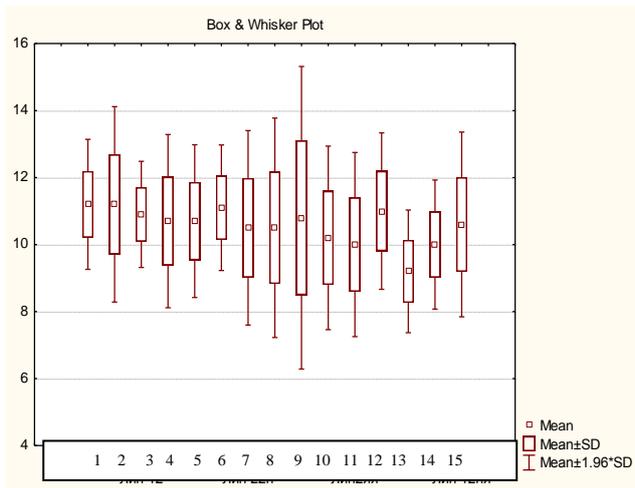
### Приложение С1 – Сравнение средних показателей жирных кислот в пределах 2016 года по вариантам и срокам посева



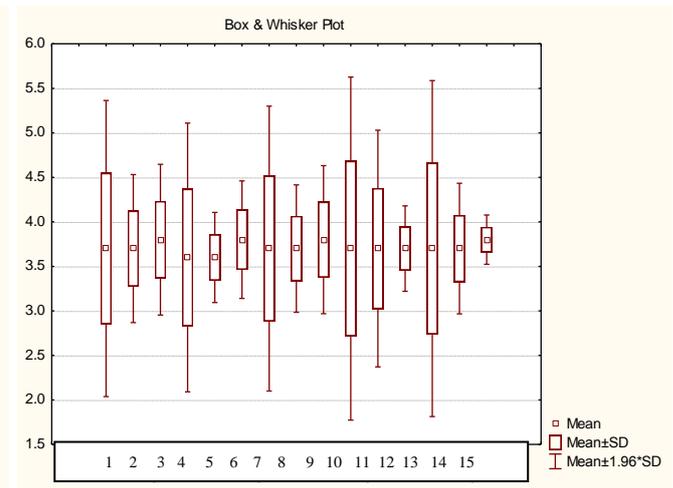
Олеиновая + элаидиновая



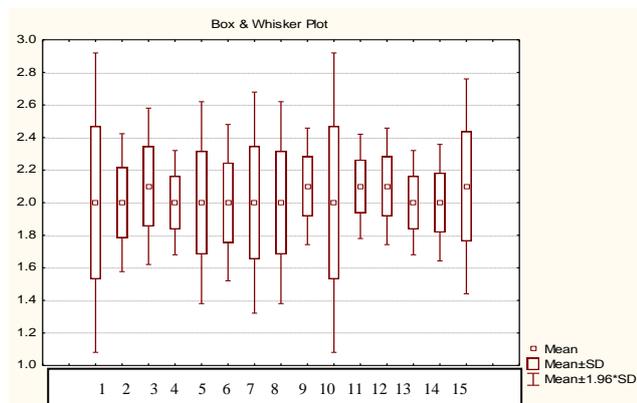
Линолевая + линолеиновая



Линоленовая

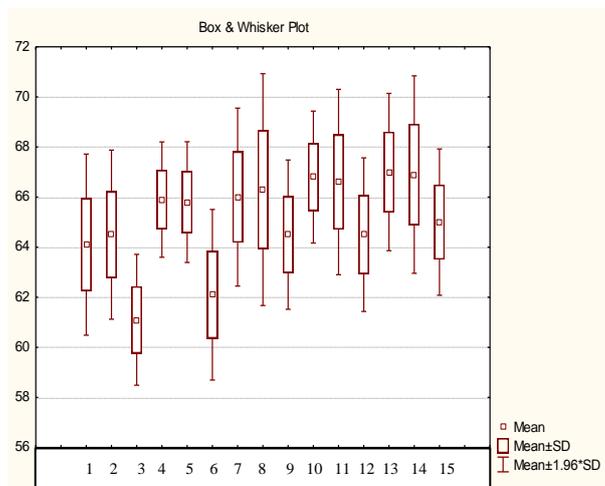


Пальмитиновая

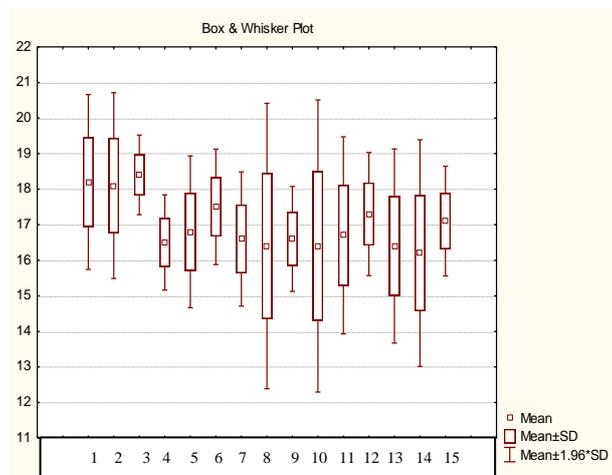


Стеариновая

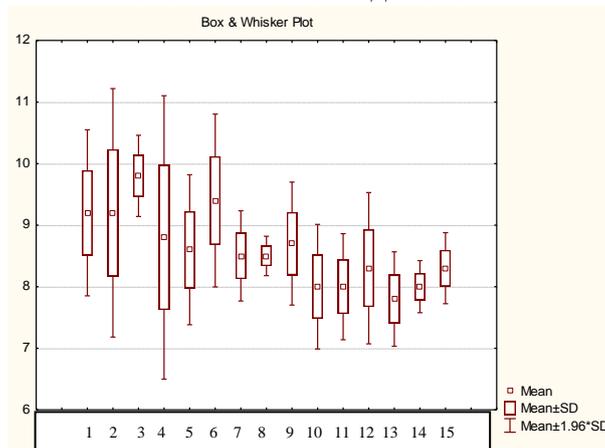
Приложение С2 – Сравнение средних показателей жирных кислот в пределах 2018 года по вариантам и срокам посева



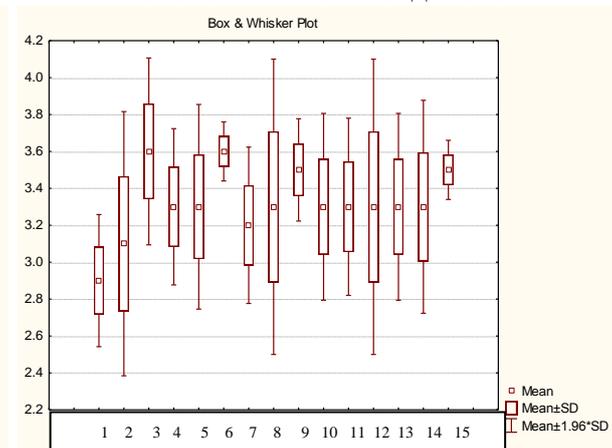
Олеиновая + элаидиновая



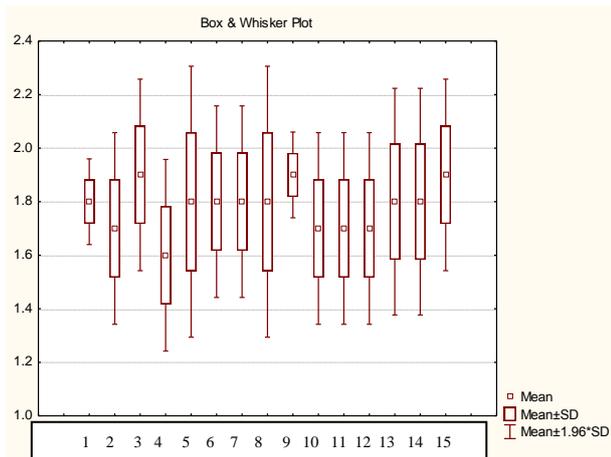
Линолевая + линолелаидиновая



Линоленовая

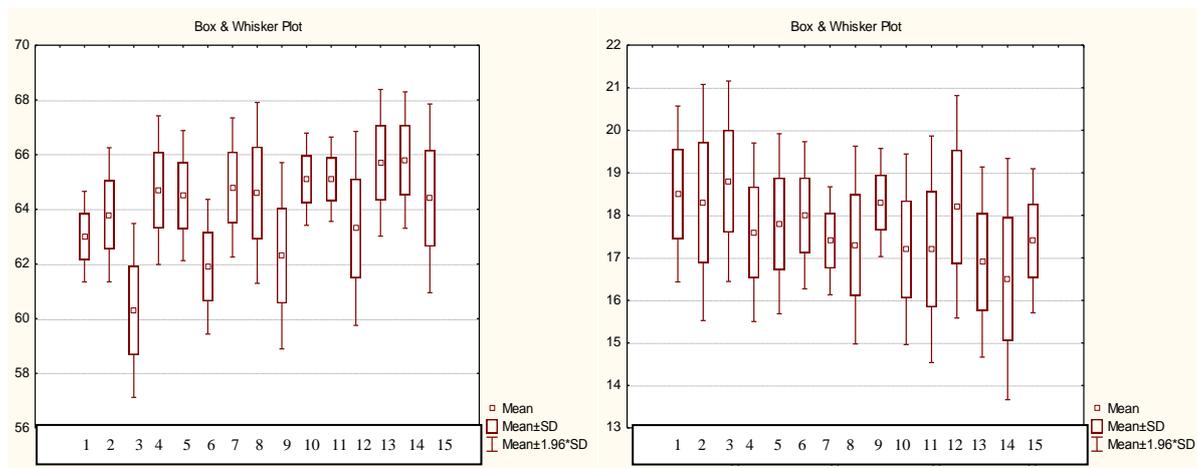


Пальмитиновая



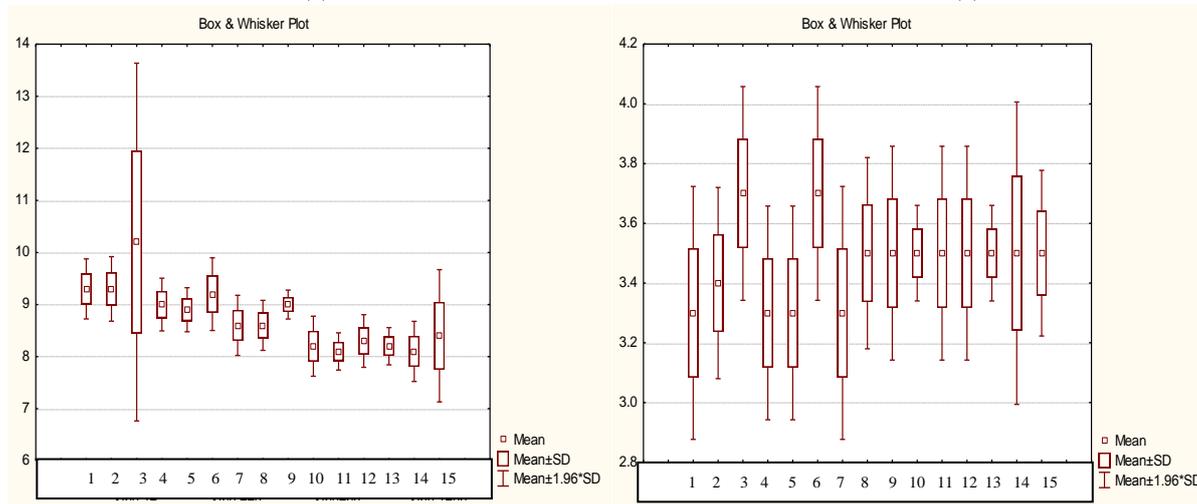
Стеариновая

## Приложение С3 – Сравнение средних показателей жирных кислот в пределах 2021 года по вариантам и срокам посева



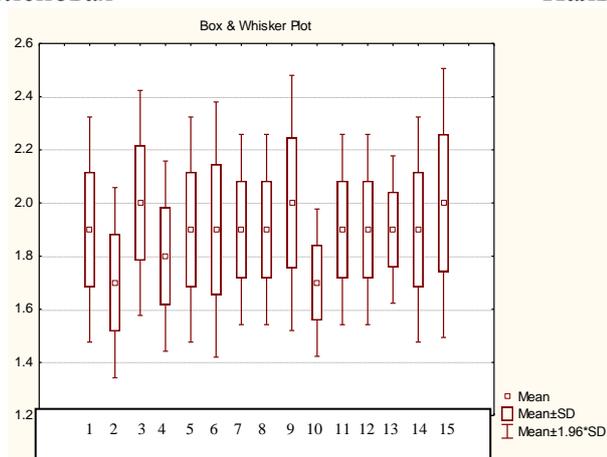
Олеиновая + элаидиновая

Линолевая + линолеаидиновая



Линоленовая

Пальмитиновая



Стеариновая

Варианты: I срок посева – 1 – Контроль; 2 – Яра Вита Брасситрел; 3 – Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак; 4 – Нутримикс; 5 – Нутримикс + Яра Вита Бортрак; II срок посева – 6 – Контроль; 7 – Яра Вита Брасситрел; 8 – Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак; 9 – Нутримикс; 10 – Нутримикс + Яра Вита Бортрак; III срок посева – 11 – Контроль; 12 – Яра Вита Брасситрел; 13 – Яра Вита Брасситрел + Яра Вита Бортрак; 14 – Нутримикс; 15 – Нутримикс + Яра Вита Бортрак.

Приложения Т – Подтверждения внедрений научных разработок  
 Приложение Т1 – Внедрение в ООО «КОЛОС-АГРО» Елецкого района, Липецкой области

АКТ

о внедрении в производство и  
 использовании научных разработок  
 выполненных к.с.-х.н, доцентом ЕГУ  
 им. И.А. Бунина  
 Зубковой Татьяной Владимировной

Результаты исследований и рекомендаций, содержащиеся в диссертации, прошли производственную проверку в 2019-2021 годах на полях ООО «КОЛОС-АГРО» Елецкого района Липецкой области на общей площади 30 га.

В процессе работы было установлено положительное влияние дефеката в качестве удобрения под яровой рапс в комплексе с минеральными удобрениями и биологическими препаратами. От внедрения результатов и рекомендаций получен результат, который выразался в получении высокого урожая.

Технология возделывания ярового рапса в хозяйстве с внесением 12,6 т/га дефеката на глубину до 20 см и минеральных удобрений  $N_{140}P_{70}K_{100}$  осенью под основную обработку почвы в сочетании с обработкой семян препаратом БСка-3 позволила получить урожай в среднем за 2019-2021 гг. - 3,33 т/га. Внедрение такой технологии обеспечивало высокие показатели по рентабельности (171%). При внедрении своей разработки автор принимал непосредственное участие.

Предложенные элементы технологии возделывания ярового рапса являются актуальными для региона и экономически эффективными.

Генеральный директор  
 ООО «КОЛОС-АГРО»  
 Елецкий район  
 Липецкая область



Кравцов  
 Валентин  
 Викторович

Валентин

Приложение Т2 – Внедрение в СПССПК Долгоруковского района, Липецкой области

АКТ

о внедрении в производство и  
использовании научных разработок  
выполненных к.с.-х.н, доцентом ЕГУ  
им. И.А. Бунина  
Зубковой Татьяной Владимировной

Результаты исследований и рекомендаций, содержащиеся в диссертации, прошли производственную проверку в 2020-2022 годах на полях Сельскохозяйственного перерабатывающего снабженческо-сбытового потребительского кооператива «Тимирязевский», Долгоруковского района Липецкой области на общей площади 23 га.

Внедренная технология применения органического удобрения в посевах ярового рапса (29,5 т/га) в комплексе с природным цеолитом (4,5 т/га) позволила получить урожайность ярового рапса в среднем 2,51-3,06 т/га, что на 0,6-1,21 т/га выше контроля, в зависимости от года исследований. При внедрении своей разработки автор принимал непосредственное участие.

Производственные испытания позволяют констатировать высокую агрономическую, экологическую и экономическую эффективность предложенных элементов технологии.

Председатель СПССПК  
«Тимирязевский»  
Долгоруковский район  
Липецкая область



Виданов Алексей  
Владимирович

Приложение ТЗ – Внедрение в ЗАО «Ивово» Липецкого района, Липецкой области

АКТ  
ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

ЗАО «Ивово», Липецкого района, Липецкой области подтверждает то, что результаты исследований по совершенствованию элементов технологии производства семян ярового рапса выполнены к.с.-х.н, доцентом Зубковой Татьяной Владимировной под руководством д.б.н., профессора Виноградова Дмитрия Валериевича, которые прошли производственную проверку и внедрение в 2020-2023 гг., на общей площади 20 га.

В производственных условиях выполнены исследования по изучению разных сроков посева ярового рапса сорта Риф и обработки растений микроудобрениями (Яра Вита Брасситрел, Яра Вита Бортрак, Нутримикс). В процессе внедрения изучены особенности роста и развития рапса, структура урожая, урожайность и качество маслосемян.

Внедрение в хозяйство рекомендаций позволило получить урожайность в среднем 2,25-2,78 т/га в зависимости от факторов опыта, что на 10,9-27,5% выше от общепринятой технологии выращивания ярового рапса в ЗАО «Ивово». Средняя рентабельность предлагаемой технологии находилась в пределах 98,7-129,8%, в зависимости от варианта внедрения.

Предложенные элементы технологии возделывания ярового рапса являются экономически эффективными и агрономически целесообразными.

Генеральный директор  
ЗАО «Ивово»  
Липецкий район  
Липецкая область



Левинцов Иван  
Владимирович

Приложение Т4 – Внедрение в ООО «Новая жизнь» Кораблинского района,  
Рязанской области

**АКТ О ВНЕДРЕНИИ**

о внедрении в производство и  
использовании научных разработок  
выполненных к.с.-х.н, доцентом ЕГУ  
им. И.А. Бунина  
Зубковой Татьяной Владимировной

Результаты исследований и рекомендации, содержащиеся в диссертации, прошли производственную проверку в 2020-2022 годах на полях ООО «Новая жизнь» Кораблинского района Рязанской области на общей площади 11 га.

В процессе работы было установлено положительное влияние органоминерального компоста на основе грибного компоста в качестве удобрения под яровой рапс. От внедрения результатов и рекомендаций получен результат, который выражался в получении высокого урожая и экономическим эффектом.

Технология возделывания ярового рапса на семена в хозяйстве с применением свежего компоста в сочетании с внесением минеральных удобрений (N<sub>125</sub>) и обработкой посевов препаратом Полидон Био Масличный (на планируемый урожай 3,5 т/га) позволила получить в среднем за годы исследований 3,01-3,37 т/га. Внедрение данных элементов агротехнологии обеспечило прибавку урожая семян рапса на 0,44-1,03 т/га больше по сравнению с общепринятой в хозяйстве технологии, при высоком уровне рентабельности (89,6-95,1%). При внедрении своей разработки автор принимал непосредственное участие.

Директор ООО «Новая жизнь»  
Кораблинского района, Рязанской области



Лебедев  
Василий Леонидович

Приложение Т5 – Внедрение в ООО «АПК Родное» Богородицкого района,  
Тульской области

АКТ

**ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

ООО «АПК Родное» Богородицкого района, Тульской области подтверждает то, что результаты исследований по изучению элементов технологии производства семян рапса, разработанные к.с.-х.н., доцентом Зубковой Татьяной Владимировной под руководством д.б.н., профессора Виноградова Д.В. были использованы и внедрены в производстве хозяйства в 2020-2023 гг., на общей площади 31 га.

В процессе работы Зубковой Т.В. выполнены исследования по выявлению реакции сортов ярового рапса на сроки посева, доз удобрений с комплексным внесением дефеката. Определена эффективность применяемых агрохимикатов Яра Вита Брасситрел, Яра Вита Бортрак, Нутримикс в различных комбинациях в агроценозах ярового рапса. В процессе внедрения изучены биологические особенности роста и развития, структура урожая и урожайность, а также качество маслосемян рапса в зависимости от используемых элементов агротехнологии. В производственных условиях предприятия на основе проведённых исследований, доказана возможность получения высокой урожайности семян ярового рапса соответствующих качеству показателей ГОСТа.

Внедрение в хозяйство рекомендаций способствовало увеличению структуры урожая и позволило обеспечить получение урожайности в среднем 2,27-2,85 т/га, в зависимости от факторов, что на 12,0-29,3% выше от технологии выращивания рапса ярового общепринятой в ООО «АПК Родное». При этом средняя рентабельность предлагаемой технологии находилась в пределах 99,2-143,6%, в зависимости от варианта внедрения.

Генеральный директор ООО «АПК Родное»  
Богородицкого района, Тульской области



А.В. Швец

Приложение Т6 – Внедрение в ООО «БиО Сад» Панинского района, Воронежской области

АКТ  
ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

ООО «БиО Сад» Панинского района Воронежской области подтверждает то, что результаты исследований по совершенствованию элементов технологии производства семян ярового рапса к.с.-х.н, доцентом Зубковой Татьяной Владимировной под руководством д.б.н., профессора Виноградова Дмитрия Валериевича прошли производственную проверку и внедрение в 2017-2020 гг., на общей площади 22 га.

В производственных условиях в агроценозе ярового рапса сорта Риф применяли обработку семян агрохимикатами (Микромак 2 л/т, Азотовит 2 л/т, Фосфатовит 2 л/т) и некорневую подкормку регулятором роста растений Рэгги 1,2 л/га.

От внедрения результатов и рекомендаций получен положительный эффект, выразившийся в существенных изменениях структуры урожая ярового рапса. Это позволило обеспечить получение урожайности 2,38-2,71 т/га. Средняя рентабельность предлагаемой технологии находилась в пределах 89,3-139,6% в зависимости от варианта внедрения.

Предложенные элементы технологии возделывания ярового рапса являются экономически эффективными и агрономически целесообразными.

Коммерческий директор  
ООО «БиО Сад»  
Панинский район  
Воронежская область



Попов Игорь  
Иванович