

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования Самарский государственный аграрный университет

На правах рукописи

Пронович Лилия Владимировна

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ  
ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ОБЫКНОВЕННОМ В СТЕПНОЙ  
ЗОНЕ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
доктор с.-х. наук  
Горянин Олег Иванович

Самара – 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОСОБЕННОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ. РОЛЬ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУЛЬТУРЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) .....	10
1.1 Значение и особенности ярового ячменя. Рациональная система обработки почвы.....	10
1.2 Применение удобрений.....	18
1.3 Оптимальные нормы высева.....	22
1.4 Ферментативная активность почвы.....	25
2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕТОДИКА И АГРОТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	30
2.1 Характеристика почв Самарской области и района исследований.....	30
2.2 Климатические условия. Погодные условия при проведении исследований.....	31
2.3 Схемы опытов и методика исследований.....	36
2.4 Агротехника на опытных посевах.....	39
3 ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ВОДНЫЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА.....	41
3.1 Водный режим почвы.....	41
3.2 Пищевой режим и ферментативная активность почвы.....	50
3.3 Засорённость посевов.....	64
3.4 Особенности роста и развития растений.....	68
3.5 Урожайность и качество зерна.....	78
4 ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА НА ПРОДУКЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ.....	90
4.1 Особенности формирования продуктивности.....	90

4.2	Влияние норм высева на урожайность и качество зерна.....	98
5 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ.....		
5.1	Энергетическая эффективность элементов и технологий возделывания.....	106
5.2	Экономическая эффективность элементов и технологий возделывания.....	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....		125
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....		129
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....		130
ПРИЛОЖЕНИЯ.....		157

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Тенденции изменения климата и рыночные отношения в целом по стране и в Среднем Поволжье требуют пересмотра и переоценки структуры посевных площадей, севооборотов и чередования культур, эффективности, отдельных агроприемов, разработки технологий возделывания (Корчагин В.А. и др., 2005, Шевченко С.Н. и др., 2008).

Ячмень является одной из основных зерновых культур в Российской Федерации. В нашей стране он высевается на площади около 9 млн. га и занимает в структуре посевных площадей второе место после пшеницы, при общем сборе зерна около 20 млн. т или 15-20 % от общего сбора. В Самарской области, по отношению к РФ роль производства зерна ячменя возрастает. Начиная с 90-х годов прошлого столетия, он становится основной яровой зерновой культурой. Посевные площади ярового ячменя в настоящее время по региону незначительно уступают озимой пшенице и составляют около 350 тыс. га или около 30 % от общей площади посева зерновых культур (Горянин О.И. и др., 2011, 2022).

Однако производство ярового ячменя не устойчиво в регионе по годам. Кроме того, смена основного предшественника ярового ячменя требует совершенствования технологии. В связи с этим внедрение оптимизированных элементов в современных технологиях позволит стабилизировать производство зерна ячменя, устранить нарастание процессов деградации почв и проблему обеспечения хозяйств современной техникой, сократить материальные и трудовые затраты.

**Степень разработанности темы.** Вопросами изучения элементов продуктивности растений и урожайности ярового ячменя занимались (Борисонок З.Б., 1974, Неттевич Э.Д., 1980; Беляков И.И., 1990; Глуховцев В.В., 2001; Вражнов А.В., 2002; Абимов В.Ф., 2003; Корчагин В.А. и др., 2003; 2014; Бесалиев И.Н., 2007; Артюхова О.А. и др., 2020). Ресурсосберегающие технологии и

совершенствование технологических операций при возделывании ячменя и других сельскохозяйственных культур апробировали в различных зонах нашей страны многочисленные учёные (Мальцев Т.С., 1971; Моргун Ф.Т., 1980; Каштанов В.В., 1988; Бараев А.И., 1988; Баздырев Г.И., 1990; Картамышев Н.И. и др., 1992; Немцев Н.С., 1996; Власенко А.Н., 1999; Корчагин В.А. и др., 2003; Шевченко С.Н. и др., 2003; Максюттов Н.А., 2004; Чуданов И.А., 2006; Бакиров Ф.Г., 2008; Казаков Г.И., Милюткин В.А., 2010; Жученко А.А., 2012; Дридигер В.К. и др., 2017; Горянин О.И., 2019; Иванов А.Л. и др., 2021). Исследования по изучению оптимальных норм высева и способов посева ячменя в Поволжье начались в начале двадцатого века, в 90 годах они корректировались (Фокеев П.М., 1937; Калимуллин А.Н., 1999).

В литературных источниках представлены наиболее перспективные направления по повышению продуктивности и урожайности ячменя, приёмам и способам сокращения материальных и трудовых затрат, повышению эффективности производства растениеводческой продукции, сохранению почвенного плодородия.

Однако, для засушливых условий Среднего Поволжья не изучено влияние прямого посева ячменя после подсолнечника на агрохимические и водные свойства почвы, продукционный процесс растений, урожайность и качество зерна. Недостаточно данных о влиянии ростостимулирующих препаратов при разных нормах высева на продуктивность ячменя и эффективность его производства в зональных севооборотах.

**Цель и задачи исследований.** Цель работы – усовершенствование элементов технологии возделывания ярового ячменя, учитывающее изменение агроклиматических условий на чернозёме обыкновенном в степной зоне Среднего Поволжья.

Задачи исследований:

– выявить влияние элементов технологии (способов основной обработки почвы, удобрений и фунгицида) возделывания на агрохимические,

водные свойства почвы, продуктивность, урожайность и качество зерна ярового ячменя в зернопаропропашном севообороте;

– установить оптимальные нормы высева ярового ячменя при применении инсектицидно-фунгицидного протравителя с ростостимулирующим эффектом в зернопаровом севообороте;

– провести экономическую и энергетическую оценку исследуемых элементов технологии возделывания культуры в зернопаровом и зернопаропропашном севооборотах;

– предложить производству элементы технологии возделывания ярового ячменя, обеспечивающие максимальную экономию материальных и трудовых затрат.

**Научная новизна.** Принципиально новым является системный подход к разработке технологий возделывания ярового ячменя на чернозёме обыкновенном в засушливых условиях Среднего Поволжья, основанный на прямом посеве по предшественнику подсолнечнику, рациональном применении удобрений и новых препаратов для защиты растений от болезней и вредителей и улучшения продукционного процесса растений в течение всей вегетации.

Исследования проводились в многолетних стационарных полевых опытах (однофакторный и двухфакторный) на чернозёме обыкновенном, в актуальных для региона звеньях севооборота. Изучалась динамика агрохимических свойств почвы, её водный и пищевой режимы, засорённость посевов сорняками. Определялись элементы структуры и урожайность зерна ячменя. Оценивалась экономическая и энергетическая эффективность технологий, качество продукции.

**Теоретическая и практическая значимость.** Выявлено влияние технологии с прямым посевом ячменя и отдельных технологических операций на водные, агрохимические свойства, ферментативную активность почвы, продукционный процесс растений, урожайность и качество зерна, энергетическую и экономическую эффективность.

Разработаны элементы технологии возделывания ярового ячменя на чернозёме обыкновенном в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах,

основанные на прямом посеве универсальным агрегатом, применении инсектицидно-фунгицидных протравителей с ростостимулирующим эффектом, азотного удобрения и биопрепарата.

Комплексное применение прямого посева ячменя со средствами интенсификации по предшественнику подсолнечнику обеспечивает по сравнению с традиционной технологией и интенсивному по удобрениям фону: увеличение урожайности зерна на 0,19-0,26 т/га (7,6-10,8 %), эффективности энергозатрат – 0,58-0,85 ед., уровня рентабельности – 35,5-51,7 %.

При протравливании семян препаратом Сценик Комби в зернопаровом севообороте по предшественнику озимой пшенице наиболее перспективны нормы высева семян 2,0 и 3,0 млн./га, обеспечивающие при одинаковой урожайности с другими нормами высева увеличение уровня рентабельности и эффективности энергозатрат соответственно на 14,9-40,9 % и 0,13-0,80 ед.

Внедрение результатов исследований проводилось на чернозёме обыкновенном в хозяйствах Безенчукского района Самарской области:

1. В ООО «ВолгоСемМаркет» применение азотных удобрений на площади 300 га обеспечило увеличение чистого дохода на 4500 руб./га;

2. В Самарском НИИСХ-филиале СамНЦ РАН при возделывании ярового ячменя на площади 620 га по предшественнику подсолнечнику получен экономический эффект в размере 3400 руб./га

**Объект и предмет исследований.** Объекты исследований – яровой ячмень, сорт Беркут, зернопаровой и зернопаропропашной севообороты, протравители, фунгицид, чернозем обыкновенный.

Предмет исследований – технологии возделывания ярового ячменя.

**Методология и методы исследования.** Проведение исследований основано на анализе результатов, полученных отечественными и зарубежными исследователями по изучаемым направлениям.

При выполнении работы применяли общепринятые методы исследований: аналитический, экспериментальный, энергетический, экономический и статистический.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

– особенности формирования водных, агрохимических свойств, ферментативной активности почвы, продуктивности, урожайности и качества зерна в технологиях ярового ячменя, возделываемого в зернопаропропашном севообороте, по предшественнику подсолнечнику, способствующие получению урожайности зерна от 1,37 до 2,78 т/га;

– закономерности продукционного процесса, обеспечивающие урожайность зерна ячменя 1,66-2,39 т/га с высоким качеством при разных нормах высева семян и протравливанием их инсектицидно-фунгицидными протравителями с ростостимулирующим эффектом в зернопаровом севообороте, после озимой пшеницы;

– высокие показатели энергетической и экономической оценки, предлагаемых технологических операций и технологий возделывания ячменя, при уровне рентабельности до 129,8 %.

**Степень достоверности и апробация работы** подтверждаются результатами исследований, применением общепринятых методик при проведении опытов, математической обработкой, полученного материала, результатами производственной проверки в Самарском НИИСХ – филиале СамНЦ РАН и Безенчукского района Самарской области.

Основные положения работы докладывались на международных (Самара, 2018; Курск, 2022 гг.), Всероссийских научно-практических конференциях молодых учёных (Саратов, 2017; 2018 гг.) заседаниях отдела земледелия, методических комиссиях Самарского НИИСХ и опубликованы в 15 научных работах, в том числе 9 – в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК, 1 в Wos.

**Личный вклад автора:** участие в полевых и лабораторных исследованиях, анализирование и обобщение полученных результатов, математическая обработка экспериментальных данных, внедрение результатов в производственных условиях, апробация результатов на конференциях, совещаниях и литературных источниках.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация включает в себя: введение, 5 глав, заключение, предложение производству и список литературы. Список литературы состоит из 252 источника, из них – 13 иностранных авторов.

Диссертация изложена на 180 страницах компьютерного текста, содержит 47 таблиц, 4 рисунка, 20 приложений.

# **1 ОСОБЕННОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ. РОЛЬ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУЛЬТУРЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

## **1.1 Значение и особенности ярового ячменя. Рациональная система обработки почвы**

Ячмень является важнейшей зерновой культурой на земном шаре. В России и соответственно большинстве регионов – это вторая зерновая культура, после пшеницы, по занимаемым площадям. Повсеместное распространение ячменя связано с его разносторонним потреблением – пищевая, кормовая, пивоваренная, фармацевтическая промышленность [14, 72, 148, 170, 184, 239]. В Самарской области и некоторых других регионах Поволжья ячмень – это основная яровая зерновая культура [236, 239].

Ячмень, как и пшеница, принадлежит к числу наиболее древних культур. Следы его возделывания обнаружены за 7000 лет до н.э. Произошел культурный ячмень путем одомашнивания дикого ячменя (*Hordeum spontanium* C. Koch) [108].

Зерно ячменя широко применяют как концентрированный корм (в 1 кг содержится 1,27 корм. ед.) для животных всех видов, особенно для откорма свиней. Большое значение оно имеет в пивоваренной и спиртовой промышленности; ценным сырьем для приготовления пивного солода являются двурядные ячмени, обладающие крупным и выровненным зерном с пониженной пленчатостью (8-10 %) и высокой (не менее 95 %) энергией прорастания [42, 167, 170]. Зерно ячменя используют в производстве муки, перловой и ячменной круп, суррогата кофе [25].

Зерно ячменя помимо пищевого, кормового и пивоваренного значения, также обладает некоторыми целебными свойствами. Водные вытяжки из солода

этой культуры находят применение в медицине, текстильной и кожевенной промышленности [170, 171].

Ячмень – однолетнее яровое или озимое растение, его относят к семейству Мятликовых.

Растение ячменя состоит из двух частей:

1. подземная (корни)
2. надземная (стебель, листья, соцветие, плод).

Корневая система мочковатая. Виды корней: зародышевые (первичные) и узловые (вторичные) [170].

Стебель ячменя имеет строение соломины, которая состоит из 5-7 междоузлий и узлов. Число междоузлий равно числу листьев. Высота стебля у ячменя имеет размеры в пределах от 30-35 до 130-135 см и является генетическим свойством сорта [166].

Соцветие ячменя – колос, состоящий из стержня и прижатых колосков. Плод односемянный – зерновка продолговатой формы. Существует два вида ячменя: плёнчатый и голозёрный [25].

Ячмень относится к самоопыляющимся растениям. Цветение и оплодотворение чаще всего происходит до выхода колоса из влагалища. Намного реже бывает перекрёстное опыление, это наблюдается тогда, когда бывает длительное открытое цветение.

Плод ячменя – зерно (зерновка), его длина 7-10 мм, а ширина и толщина 2-3 мм [170].

Культурный ячмень делят на три подвида:

1. двурядный
2. многорядный
3. промежуточный

Подвид зависит от количества плодущих колосков на выступе колоскового стержня [166]. Двурядный ячмень имеет выступы колоскового стержня из трёх колосков, зерно даёт только центральный. У многорядного ячменя на каждом

уступе колоскового стержня зерно дают все три колоска. У промежуточных форм количество плодущих колосков неопределённое [140, 141].

В России двурядный и шестирядный подвиды ячменя имеют производственное значение. При этом в стране распространено около 20 разновидностей [204].

Жизненный цикл растения ярового ячменя имеет следующие фазы роста и развития:

1. Прорастание семян (2-5дня)
2. Всходы (от 5 дней до 2-3 недель)
3. Кущение
4. Выход в трубку
5. Колошение
6. Цветение
7. Три спелости зерна – молочная, восковая и полная [108].

Ячмень хорошо приспосабливается к различным почвенно-климатическим условиям.

**Отношение к свету.** Ячмень относят к растениям длинного дня, чтобы пройти световую стадию он требует сравнительно длительного освещения. На севере страны световую стадию ячмень проходит быстрее, а на юге – медленнее. Объясняется это тем, что в южных районах страны день намного короче, чем на севере [105, 140].

Если сравнивать ячмень с другими хлебными злаками, то установлено, что он имеет более короткую световую стадию. Образование листа соответствует окончанию световой стадии ячменя. Период вегетации ячменя варьируется в пределах от 60 до 110 дней, зависит от сорта, погодных условий, районов возделывания, некоторых технологических приёмов и общей культуры земледелия [24, 25, 108].

Продолжительность вегетации зависит от срока посева. Как считают многие ученые, что период вегетации становится короче, если сроки посева были поздними [70, 201, 203]. Кроме того, по данным многочисленных исследований

установлено, что вегетационный период ячменя изменяется в зависимости от норм высева, способов посева, внесения удобрений и других агротехнологических приёмов и операций [35, 190, 236].

**Отношение к температуре.** Яровой ячмень отличается небольшой требовательностью к температуре воздуха и почве. Зерно этой культуры может прорасти при температуре 1-2 °С выше нуля. Но лучшая температура для появления дружных всходов 15-20 °С. Небольшие заморозки (4-5 °С) всходы ячменя переносят без особых отрицательных последствий, хотя при этой температуре верхушки листьев частично оказываются поврежденными [21, 25].

Требование к теплу в разные периоды развития растений неодинаковые. Если стадию яровизации ячмень проходит при температуре 2-5 °С, то позднее – в период от всходов до колошения наиболее благоприятный температурный режим воздуха – 20-22 °С, а при созревании зерна – 23-24 °С.

Как и на других зерновых культурах, опасными для ячменя являются заморозки во время цветения и созревания зерна. Завязь начинает повреждаться при 1-2 °С выше нуля. При температуре ниже 13-14 °С задерживается налив и созревание зерна. Заморозки в фазе молочной и восковой спелости зерна отрицательно влияют на зародыш зерновки, ухудшают семенные качества зерна. Морозобойное зерно ячменя, как и у других зерновых культур, имеет низкую всхожесть и бывает совершенно непригодно на семенные цели. Полностью вызревшее зерно ячменя при нормальной влажности (13-15 %) хорошо сохраняет жизнеспособность даже после действия на него весьма низких отрицательных температур [166].

Холодостойкость сортов ячменя неодинакова. Наибольшей устойчивостью отличается местные европейские сорта. Ячмень по сравнению с другими яровыми зерновыми является более жаровыносливой культурой и поэтому более урожаен в южных и юго-восточных районах. Плохо переносят высокую температуру в период вегетации сорта северного происхождения, которые в этих условиях даже при хорошей обеспеченности влагой дают щуплое зерно [82, 125, 183].

**Отношение к почвам.** Ячмень в своих требованиях к почве очень близок к пшенице. Его возделывают на разных почвах, но намного лучше получается на плодородных структурных почвах с нейтральной реакцией. Кислые почвы и недостаток подвижных макро и микроэлементов в почве оказывают негативное влияние на возделывание ячменя. Снижение урожайности зерна происходит также на заболоченных, не дренированных участках с высоким стоянием грунтовых вод [25, 197, 234].

Высокая требовательность ячменя к плодородию почвы вытекает из его биологических особенностей. У ячменя по сравнению с другими хлебными злаками значительно слабее развита корневая система. Таким образом, ячмень, по сравнению с пшеницей, требует плодородных рыхлых структурных почв с глубоким пахотным горизонтом [107, 161].

По данным БелНИИ Почвоведения и агрохимии наибольшая урожайность зерна была получена на дерновых и дерново-карбонатных почвах. На почвах дерново-подзолистого типа продуктивность растений ячменя имеет сильную зависимость от гранулометрического состава. Самые высокие урожаи ячмень дает на суглинистых почвах и немного меньше на дерново-подзолистых супесчаных подстилаемых моренами.

Небольшие урожаи бывают на песчаных почвах, их продуктивность обычно на 50-55 % меньше суглинистых подстилаемых моренами. На эродированных почвах урожайность снижается на 40 %, если сравнивать с неэродированными [1].

**Отношение к влаге.** Ячмень более экономичный в потреблении воды и расходует её намного меньше, чем другие культуры (пшеница, рожь и овёс). Транспирационный коэффициент ячменя составляет 350-450. В засушливых условиях, как правило, получают более высокие урожаи культуры. Но т.к. у него слабо развита корневая система, он плохо переносит весеннюю засуху. Наибольшее количество влаги расходует ячмень в начальные фазы роста: кущения и, особенно выхода в трубку – колошения [25, 166].

Величина транспирационного коэффициента зависит от многих факторов; большое значение имеют климатические и агротехнические условия. Выявлено,

что чем выше урожай, тем ниже транспирационный коэффициент, значит экономнее расход почвенной влаги. На почвах хорошо окультуренных, высокоплодородных расход воды на образование единицы сухого вещества меньший, чем на почвах малоплодородных [50, 166].

Сортовые особенности ячменя также оказывают влияние на транспирационный коэффициент и засухоустойчивость. Многие сорта имеют высокую засухоустойчивость (Верас, Нутанс). Имеется большой набор сортов, которые хорошо адаптируются к местным условиям среднего Поволжья: Нутанс 553, Прерия, Карабалыкский 1 и др. [226].

Ячмень очень чувствителен к нехватке влаги в конце световой стадии. Если в этот период ячмень будет подвергаться сильной засухе, то это приведет к бесплодности пыльцы, что в итоге даст большое снижение урожая. Большое количество влаги расходуется ячменем в фазу кущения и, особенно во время выхода в трубку до колошения. Недостаток влаги в этот период также негативно сказывается на развитии растений [25, 42].

Когда происходит образование репродуктивных органов, недостаточное количество влаги губительно действует на пыльцу. Для получения высокой урожайности ячменя необходимо улучшать водный режим почвы, применяя соответствующие агротехнические приёмы, накапливать влагу и рационально её расходовать [13].

**Рациональная система обработки почвы.** Обработка почвы – один из важнейших элементов системы земледелия. Оптимизация системы обработки должна быть направлена на уменьшение средств, темпов минерализации органического вещества, сохранение влаги и т.д.

Система основной обработки почвы в севооборотах для возделывания ячменя определяется почвенно-климатическими условиями, использованием удобрений и гербицидов [52, 137, 172, 173, 187, 194].

Как считает З.Б. Борисоник (1974), ячмень в сравнении с другими зерновыми культурами имеет довольно слабую корневую систему [21]. При этом,

Е.В. Дудинцев и др., (2001) утверждают, что по вспашке растения формируют более развитую корневую систему [149].

Однако в засушливых условиях, где бывает ветровая эрозия, применение ежегодной вспашки влияет на появление многих негативных моментов [94, 135].

Академик Н.М. Тулайков в 30-е годы XX века выступал за творческий подход к выбору способов и глубины обработки почвы [52].

Т.С. Мальцевым (1971) было предложено системное решение минимизации обработки почвы, которое можно было бы применять к конкретным условиям, и сопровождалось бы определенной долей чистого пара, сроками посева зерновых культур, мероприятиями по борьбе с сорняками [130].

Огромный вклад в исследования по обоснованию рациональных способов обработки почвы проведены учёными Среднего Поволжья и Урала [22, 37, 79, 88, 110, 116, 119, 129, 139, 221, 223]. При этом, некоторые исследователи [20, 80, 119, 133, 223] недопустимость технологии с минимальными обработками почвы объясняют ухудшением азотного питания и увеличением засоренности посевов.

Установлено, что безотвальные способы обработки почвы приводят к равному или большему в сравнении с отвальной обработкой накоплению запасов влаги в почве [46, 52, 113, 115, 189, 196]. Более того, в современных условиях, по мнению И.Д. Шишлянникова (2004), А.А. Жученко (2012) все приемы и системы обработки почвы должны быть усовершенствованы в направлении минимизации [74, 224].

Высокая эффективность минимальной основной обработки почвы и прямого посева зерновых культур, подтверждают многократные исследования отечественных и зарубежных учёных [9, 48, 94, 95, 98, 228, 233, 240, 241, 250, 252].

По данным В.А. Корчагина и др. (2008), Н.А. Максютлова (2004), О.И. Горянина и др. (2017) водно - физические свойства черноземных почв, которые имеют оптимальную структуру, плотность сложения пахотного слоя, капиллярную скважность, благоприятную для зерновых культур, позволяют без

ущерба урожайности использовать прямой посев или минимальные обработки почвы в севообороте на больших площадях [50, 110, 128].

Хорошие результаты по накоплению запасов продуктивной влаги в почве при мелкой обработке обеспечивают сочетание лущения стерни с щелеванием. По данным исследований на чернозёме обыкновенном в Заволжье послеуборочное лущение стерни в сочетании с мелким рыхлением почвы на 12-14 см позволяет понизить засоренность посевов яровых зерновых культур в 2-3 раза (по массе сорняков), увеличить урожайность на 12-15 % [82, 225].

S. Davidson (1986), В.И. Кирюшин (1996), И.А. Чуданов (2006) Н.Н. Дубачинская и др. (2007), И.Н. Листопадов (2007), А.Н. Власенко (2007) и другие считают, что для исключения негативных моментов минимальной обработки почвы необходимо в условиях производства применять всевозможные решения от вспашки до нулевой обработки через множество вариантов безотвальных, плоскорезных, минимальных, отвальных обработок и их комбинаций [31, 71, 101, 126, 244].

Научным обоснованием для перехода на менее экономичные по затратам технологии обработки почвы и посева в Среднем Поволжье, по мнению В.А. Корчагина и др. (2014), О.И. Горянина, И.А. Чуданова (2017) является установленная закономерность – черноземные почвы данного региона не должны подвергаться постоянной вспашке и другим интенсивным приемам обработки почвы для создания им благоприятных агрофизических, агрохимических и биологических свойств [51, 107].

По мнению А.Н. Калимуллина (1998), традиционно глубокую зяблевую вспашку необходимо проводить лишь на 30-35 % площадей, а на основной площади следует ограничиться безотвальными и мелкими обработками [92].

При посеве яровых зерновых после озимых, яровых и пропашных культур вполне возможно применять прямой посев [49, 175, 225, 240].

Таким образом, применение минимальных, комбинированных и дифференцированных по глубине приёмов обработки почвы и прямого посева в сочетании с другими элементами земледелия становится одним из главных

звеньев современных технологий [175]. При этом возделывание ярового ячменя и соответственно способы основной обработки почвы и прямой посев после подсолнечника ранее не изучались.

## 1.2 Применение удобрений

Удобрения – важнейший элемент технологий. Если не использовать удобрения и интегрированную защиту растений, то невозможно решить проблему обеспечения населения страны собственными продуктами питания.

На смягчение климатических условий и снижение роли обработки почвы при интегрированной защите растений от болезней вредителей и сорняков значительное влияние оказывает оптимизация питания сельскохозяйственных культур. При этом значительная часть урожая формируется за счёт плодородия почвы [2, 52, 131, 166, 188, 202, 220].

На формирование 1 т зерна вместе с соломой ячмень, согласно предшествующим исследованиям, расходует 25-30 кг азота, 10-15 кг фосфора и 20-26 кг калия. Оптимальное количество годовых доз удобрений должны обеспечивать нормальное протекание естественных биологических процессов в почве. Рассчитываются дозы с учетом величины возможного урожая, содержания в почве доступных растениям азота, фосфора и калия, влагообеспеченности посевов [42].

Яровой ячмень, обладая коротким вегетационным периодом и интенсивным потреблением питательных веществ, отличается повышенными требованиями к уровню минерального питания [107, 249]. Это объясняется тем, что у него период интенсивного потребления больше, чем у других культур. Поэтому для получения высоких урожаев этой культуры крайне важно, чтобы растения были обеспечены в полной мере доступными элементами питания с самого начала развития [107, 206].

По многолетним данным на черноземных почвах Поволжья яровой ячмень оказался самым отзывчивым из зерновых культур на применение азотно-фосфорных удобрений. Прибавка урожая от данного агроприема в этих опытах составила 0,43-1,29 т/га (15-64 %) [234].

На начальных фазах развития яровой ячмень имеет способность потреблять наибольшее количество питательных веществ. В период всходы - кущение он поглощает примерно половину фосфора и азота, а калия почти три четверти от общего количества, которое потребляется за весь процесс вегетации [166].

В течение вегетации, в наибольшей степени ячменю необходим азот в период от начала кущения до выхода в трубку. В этот момент развиваются побеги кущения, также идет развитие ассимиляционного аппарата и формируется колос [13].

На черноземных почвах Среднего Поволжья с высоким содержанием подвижного фосфора и калия при применении минимальных обработок почвы посеvy зерновых культур нуждаются, прежде всего, в азотных удобрениях [107, 180].

После пропашных культур под предпосевную культивацию внесение аммиачной селитры проводится в физическом весе 100-120 кг/га. Частичное внесение азота под ячмень не является целесообразным. Тем не менее, чтобы добиться получения более высокого урожая, когда необходимы повышенные дозы азотных удобрений (150-180 кг/га), допускается, их дробное внесение 2/3 дозы перед посевом и 1/3 – в конце фазы кущения – начале выхода в трубку. Под ячмень не рекомендуется вносить более 150 кг/га азота. Если азотное питание в избытке, то это приводит не только к полеганию и заболеваниям растений, но и увеличивает ломкость колоса [52, 146].

Несмотря на высокое содержание подвижного фосфора и калия в последние годы в связи с высоким выносом элементов питания урожаем роль совместного применения азотных, фосфорных и калийных удобрений в Среднем Поволжье возросла [107, 227].

На почвах с низким и средним содержанием фосфора и калия осенью рекомендовано вносить фосфорные и калийные удобрения. Калийные и фосфорные удобрения вносят в дозе – 15-45 кг/га д. в. Когда содержание подвижного фосфора составляет более чем 200-250 мг/кг почвы, то фосфором удобряют только при посеве в рядки – 10-15 кг/га д. в. [42, 52, 107].

Эффективность применения минеральных удобрений напрямую зависит от влагообеспеченности [15, 36, 39, 107, 203].

Эффективность азотных удобрений в годы с наибольшей влажностью имеет резкий рост от малых доз до средних, затем идет спад. Эффективность калийных и фосфорных удобрений практически не зависит от условий увлажнения [203]. По мнению Г.М. Дериглазовой, И.Г. Пыхтина (2012) зависимости урожайности ячменя возрастают от минеральных удобрений при благоприятных погодных условиях и на почвах с низким содержанием плодородия [67].

В острозасушливых условиях по данным И.Н. Бесалиева, А.Г. Крючкова (2007) повышенные дозы удобрений могут снизить урожайность ячменя [14].

Под ячмень используют такие же формы минеральных удобрений, что и под другие зерновые культуры. При внесении удобрений важно добиться их равномерного внесения [52].

Для нормального роста и развития растений, кроме обычных макроудобрений, необходимо внесение недостающих микроудобрений – бора, марганца, цинка, меди, молибдена и др. Недостаток какого-либо из этих микроэлементов приводит к заболеваниям, нарушению обмена веществ в растениях и значительному снижению урожаев [44, 166, 192, 235].

Наиболее эффективного использования удобрений можно добиться, применяя их в комплексе в первую очередь со средствами защиты растений. При этом первостепенное значение имеет защита растений от сорняков [82, 84, 219].

Окупаемость удобрений значительно возрастает при использовании агрохимически эффективных сортов, обеспечивающих при одних и тех же дозах более высокие прибавки в сравнении с широко распространенными сортами [44,

52, 65, 69, 200, 226]. К таким сортам относится, например, ячмень Безенчукский 2, Беркут, Ястреб, Орлан и другие [52, 226].

Переход на технологии с минимальными обработками почвы изменяет условия для воспроизводства почвенного плодородия. При этом важно в системе мер воспроизводства почвенного плодородия использовать биологические средства (солома, сидераты, многолетние травы) [16, 107, 118, 138, 182, 186].

Особое значение приобретает использование соломы. Систематическое её применение в сочетании с оставленными на поверхности поля пожнивными остатками является на фоне минимальной обработки почвы не только дополнительным источником питательных веществ, но и эффективным способом сохранения почвенного плодородия [128, 168, 186, 219].

В условиях экологизации сельского хозяйства требуется освоение новых систем земледелия с минимальным уровнем загрязнения окружающей среды. Для осуществления этой задачи требуется уделить особое внимание применению современных удобрений, содержащих микроэлементы, которые существенно влияют на формирование качественного урожая с высокими технологическими свойствами [159].

К таким удобрениям, например, относится Мегамикс. Микроудобрительные смеси марки Мегамикс производятся и выпускаются в виде водных растворов солей микро-, макро- и мезоэлементов. Элементы, входящие в состав смеси, находятся в хелатной и минеральной формах [158].

Изменившиеся природно-экономические условия, ориентируют сельхозпроизводителей при возделывании зерновых культур на ресурсосберегающие технологии, кроме того, практически не изучена система удобрений при возделывании ярового ячменя по предшественнику подсолнечнику. В связи с этим требуется дальнейшего совершенствования систем удобрения при выращивании ячменя.

### 1.3 Оптимальные нормы высева

Для достижения биоклиматического потенциала урожайности сельскохозяйственных культур необходима оценка научно обоснованных агротехнических приемов, которые позволяют контролировать производственный процесс отдельного сорта, сделав его менее зависимым от внешних факторов. В этой связи первостепенное значение имеют такие факторы регулирования урожайности как норма высева, способы посева, защита растений в первую очередь от сорняков и обеспеченность почвы макро и микроэлементами. Формирование продуктивного стеблестоя определяется не только нормой высева и уровнем агротехники, но и особенностями сорта и погодными факторами, которые остаются неизменными [52, 61, 73, 74, 229].

Многочисленными исследованиями установлено, что норма высева даже в одной зоне зависит от многих условий: уровня плодородия почвы, погодных условий вегетационного периода, сроков и способов посева, предшественника [52, 61, 93, 179].

Оптимальная норма высева ярового ячменя в разных регионах страны может колебаться от 3,0 до 6,0 млн. всхожих семян на 1 га. Если условия возделывания хорошие, то норма высева обычно берется по верхнему показателю, а при неблагоприятных условиях – по нижнему [63, 120, 122, 150, 179].

Изучение норм высева и способов посева яровых зерновых культур в Самарском Заволжье было начато учёными Безенчукской опытной станции (в настоящее время Самарский НИИСХ-филиал СамНЦ РАН) с 1911 года. В исследованиях, проведённых в 1911-1918 годах, в модельных и демонстрационных опытах при высокой культуре земледелия была доказана возможность возделывания яровой пшеницы и овса при нормах высева 2-3 млн. всхожих семян на гектар без существенного снижения урожая по сравнению с более высокими нормами. При этом в этих опытах не выявлено существенного изменения урожайности в зависимости от способов посева [205].

В 70-80 годах прошлого века, когда отмечались наиболее благоприятные по влагообеспеченности условия для выращивания культур, оптимальные нормы высева яровых зерновых при интенсивных технологиях возделывания существенно выросли. Для ярового ячменя они составляли в зависимости от зоны увлажнения от 4,0 до 5,0 млн./га. Тогда было установлено, что при ленточном способе посева оптимальная норма высева возрастала на 0,5 млн./га, по сравнению с обычным рядовым посевом [93].

В настоящее время приобретение семян является одной из самых затратных статей при возделывании сельскохозяйственных культур. Общепринятые нормы высева для яровых зерновых культур, в том числе и ярового ячменя 4,5-5,0 млн. всхожих семян на гектар, при складывающейся на большинстве площадей полевой всхожести 50-60 % не оправдано. Поэтому необходимо оптимизировать затраты на проведение посева. Этому способствует большое количество разрешённых препаратов с ростостимулирующим эффектом [35, 179].

Исследования, проведённые в последние годы, по выявлению оптимальных норм высева ярового ячменя установили существенные колебания в зависимости от регионов возделывания.

В условиях лесостепи с достаточной влагообеспеченностью оптимальная норма высева для получения высокой урожайности и качества зерна ячменя, составляет 5,0-6,0 млн./га. При этом высокие значения массы 1000 семян и коэффициента размножения получаются на вариантах с более низкими нормами высева (4,0 млн./га), что необходимо учитывать при возделывании семенного материала [41, 62].

В предгорной зоне КБР в 2014-2016 гг. в благоприятных условиях по увлажнению было установлено, что при изучении сортов ярового ячменя – Виконт, Мамлюк с нормой высева 4,5; 5,0; 5,5 величина индекса листовой поверхности находится в прямой зависимости от нормы высева. Если площадь листовой поверхности равна 33,9 тысяч  $\text{м}^2$  на га (5,5 млн. семян на га), то при высеве 6,0 млн. семян, она составляет 34,3 тысяч  $\text{м}^2$ . Наблюдается аналогия и по другим показателям. Например, накопление сухой массы при норме высева 5,0

млн. семян/га составило 23,1, а при норме 6,0 млн. – 26,8 т/га. Что касается чистой продуктивности фотосинтеза, то здесь получается обратная зависимость. Чем меньше растений на единице площади, тем выше показатели каждого растения по чистой продуктивности фотосинтеза [45].

В исследованиях М.Б. Хоконовой (2016; 2017) в этой же зоне было установлено, что чем меньше нормы высева, тем больше чистая продуктивность фотосинтеза. Кроме того, более крупное и выполненное зерно выращивается на более низких нормах высева [209, 211].

Почвенно-климатические условия лесостепи Среднего Поволжья при соблюдении технологии возделывания ярового ячменя сорта Саломе в зависимости от фона минерального питания и нормы высева позволили получить от 2,33 до 5,20 т/га зерна. Продуктивность культуры в этих опытах существенно зависела от норм высева и расчетных доз удобрений [29].

Практически аналогичные результаты были получены в Рязанской области при изучении норм высева ячменя от 3,0 до 5,5 млн./га и в Предкамье на серой лесной почве в опытах с нормой 3,5-5,5 млн./га [124, 150].

Эти результаты объясняются тем, что в изреженных посевах слабо используется энергия солнечных лучей для фотосинтеза и плодородие почвы для формирования урожая, провоцируется рост и массовое развитие сорняков, повреждение скрытостебельными вредителями. В загущенном посеве не используется потенциал возможности растений, к тому же часть их в течении вегетации выпадает, сильнее поражается болезнями или становится не продуктивной [32, 38, 45].

В условиях Республики Тувы на каштановых почвах не выявлено существенного изменения урожайности ярового ячменя при раннем (оптимальном) сроке посева в зависимости от норм высева 3,5 и 4,5 млн./га. Урожайность ярового ячменя при позднем сроке посева находилась в обратной зависимости от температурного режима в период вегетации культуры [122].

Перспективность норм высева ярового ячменя 3,0-4,0 млн./га, при рекомендуемых 5,0-5,5 млн./га, была доказана в исследованиях И.В. Курковой и А.С. Кузнецовой (2016) в Амурской области [120].

В исследованиях А.В. Исаенко (2013) при изучении норм высева от 2,0 до 5,0 млн./га было выявлено, что с увеличением густоты стояния растений в 4-5 раз, насыщенность почвы корнями возрастала только на 20 % [86].

В некоторых исследованиях, в засушливых условиях при ГТК за вегетационный период 0,5-1,0 на культурах с высоким коэффициентом кущения (ячмень, озимая пшеница) возможно снижение норм высева до 2,0-3,0 млн./га. При этом преимущество имел здесь разбросной способ посева, обеспечивающий более оптимальную площадь питания растений [35, 86, 177]. Преимущество полосно-разбросного посева установлено также в Предбайкалье [75].

Таким образом, противоречивость исследований по изучаемому вопросу требует дальнейшего совершенствования технологии и регламента посева ярового ячменя.

#### **1.4 Ферментативная активность почвы**

Среди различных биологических критериев оценки экологического состояния почв, по мнению многих ученых, наиболее чувствительным показателем при оценке биологической активности почв является активность почвенных ферментов [193].

Ферменты – биологические катализаторы. Они играют в клетке растений главную роль и все преимущественно состоят из белка. У некоторых ферментов в состав входит простетическая группа небелковой породы, а у других молекула способна диссоциировать на две части – большую белковую (апофермент) и меньшую небелковую (кофермент). По отдельности эти части не обладают каталитической активностью. Некоторые ферменты помимо белка в составе имеют углеводы, липиды и другие компоненты [132, 156].

Ферменты продолжают свою жизнедеятельность после отмирания живых организмов – способствуют образованию гумуса. Степень их активности находится в прямой зависимости от влажности почвы, количества в ней органического вещества, в первую очередь свежего, температуры воздуха [77, 132, 152].

Ферментативная активность почвы может существенно изменяться в зависимости от вида возделываемой культуры, предшественника, способа обработки почвы и степени ее удобренности [19, 34, 117, 152, 198].

При этом, по мнению А.Ю. Чевердина (2019) при регулировании этого процесса присутствует дилемма о целесообразности повышения или понижения активности ферментов. Здесь необходим конкретный подход для различных ферментов и условий среды. Например, в кислых почвах высокая активность уреазы неопасна, а в нейтральных и щелочных это способствует потери азота из почв в форме аммиака [218].

Обработки почвы, изменяя водный, воздушный и тепловой режимы почвы, влияют на микробиологические процессы, направление и интенсивность которых можно определить по выделению углекислого газа, нитрифицирующей способности, степени разрушения целлюлозных тестов, образованию аминокислот и ряду других показателей [17, 33, 40, 100, 104, 136, 165, 222].

Многие авторы считают, что урожайность сельскохозяйственных культур очень тесно связана с процессами накопления нитратов, аминокислот, целлюлозолитической и ферментативной активностью почвы [52, 107, 152].

Известно, что с действием ферментов связано, как начальное деструктивное превращение органических остатков, так и превращение их в гумус. Это очень важные биохимические процессы, к которым можно отнести еще один – дальнейшее превращение гумусовых веществ по пути минерализации. Они отвечают за обеспечение почвы эволюцией и за поддержку почвы в состоянии гомеостаза в пределах стационарных условий экосистемы. Разными исследованиями было установлено, что при поступлении в почву различных

органических соединений активизируется протеолитическая система почвы [207], целлюлоза индуцирует рост целлюлозной активности [150, 165].

Количество выделяемой из почвы углекислоты используют часто как суммарный показатель скорости разложения органических веществ, так как продуцирование  $\text{CO}_2$  является следствием интенсивности жизнедеятельности микрофлоры и ферментов.

Исходя из наблюдений, углекислый газ наиболее интенсивно выделялся из почвы в севообороте с чистым паром, по сравнению с занятым. Такая закономерность отмечается по всем системам обработкам. В свою очередь ферментативная активность выше на обработанных землях, по сравнению с целинными [206].

Глубокие обработки (отвальная и комбинированная) несколько активизируют выделение  $\text{CO}_2$  во всех слоях почвы по сравнению с мелкими и нулевой в севооборотах с чистым и занятым парами. Это указывает на более интенсивное разложение здесь органического вещества, что подтверждается снижением содержания гумуса на глубоких обработках [10, 11, 52, 90].

Важным показателем биологической активности почвы является ее нитрифицирующая способность. Она характеризует потенциальную возможность по накоплению минерального азота. Процесс нитрификации, как известно, осуществляется с помощью бактерий, деятельность которых зависит от температуры, влажности, аэрации, реакции среды и наличия питательных веществ. Высокая требовательность к условиям существования позволяет их жизнедеятельности объективным показателям степени плодородия почвы.

Нитрификационную способность определяют по возрастанию в почве содержания нитратов, при некотором выдерживании ее в оптимальных для микроорганизмов условиях [52, 89].

В некоторых опытах Среднего Поволжья нитрифицирующая способность была выше под всеми культурами в зернопропашном севообороте, чем в зернопаропропашном. Это объясняется большим количеством растительных остатков в почве, где нет чистого пара. В целом отмечается очень высокая

нитрифицирующая способность почвы по всем вариантам обработки и культурам [89].

Изучено, что большое влияние на ферментативную активность оказывает тип почв. Длительное применение вспашки из-за меньшей биогенности почвы и снижения количества поступающих растительных остатков угнетающе действует на все виды изучаемых ферментов.

Применение длительной минимизации основной обработки почвы, а также современных технологических систем обработки почвы и посева на черноземах, по сравнению с традиционной технологией, не ухудшает ферментативную активность почвы [10, 11, 40, 66, 240]. Однако в первые годы применения поверхностной обработки и прямого посева ячменя и других культур наблюдается снижение биологической активности черноземов и дифференциация пахотного слоя по микробиологической активности, с увеличением ее в 0-10 см слое [17, 214].

Если рассматривать степень взаимосвязи с урожайностью ярового ячменя, то ферменты на чернозёмных почвах могут быть расположены в следующем порядке: уреазы > фосфатазы > каталазы. На варианте с дифференцированной обработкой тесная корреляционная связь выявлена только с фосфатазой [52].

При традиционной технологии выявлена наибольшая зависимость содержания гумуса с каталазой. При применении современных технологических систем с гумусом наиболее коррелировал фермент фосфатаза [16, 52].

В степной зоне и лесостепном поясе Кабардино-Балкарии установлено, что в различных типах и подтипах почв инвертаза показывает среднюю активность, фосфатаза – среднюю и высокую. По активности каталазы наблюдается контраст, она варьируется от слабой до высокой [199].

В степной зоне терского варианта наибольшей активностью по изученным ферментам характеризуется чернозем обыкновенный, а в эльбрусском по активности инвертазы и каталазы – чернозем типичный остаточный – луговатый, по активности фосфатазы – темно- каштановая карбонатная почва. Более низкая в

целом активность инвертазы в почвах терского варианта связана с жарким сухим климатом.

Серая лесная почва из лесостепного пояса характеризуется максимальной (из изученных почв) активностью каталазы, проявляя при этом минимальную активность фосфатазы и пониженную – инвертазы. Высокогумусные почвы обладают более высокой ферментативной активностью [199].

В исследованиях, проведённых в Кустанайской области, результаты по активности каталазы, свидетельствуют о равномерном распределении фермента и кислорода в пахотном слое почвы при нулевой обработке. Во втором варианте, где использовалась минимальная обработка почвы, проводилась заделка стерни, создавался мульчирующий слой, активность каталазы была значительно выше по сравнению с нулевой обработкой почвы по всем слоям.

Ресурсосберегающие технологии хорошо влияют на ферментативную активность почвы, что в свою очередь имеет влияние на увеличение плодородия. Исходя из этого, можно сделать вывод, что оптимальным методом обработки почвы является наиболее энергосберегающий, при условии сохранения биологической активности на уровне не ниже, чем при использовании традиционных методов [66, 147].

Таким образом, проведённые исследования в различных природных зонах страны, показывают не однозначные результаты влияния обработки почвы и технологий возделывания на ферментативную активность почвы. Кроме того, в Поволжье отсутствуют исследования по влиянию прямого посева ячменя после предшественника подсолнечника на ферментативную активность почвы.

## **2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕТОДИКА И АГРОТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **2.1 Характеристика почв Самарской области и района исследований**

В Самарской области, где расположены стационарные опыты, почвенный покров пашни и сельскохозяйственных угодий очень разнообразен. Здесь хорошо представлена почвенная зональность. В северных районах области преобладают серые лесные почвы, выщелоченные и типичные чернозёмы, а на юге в основном южные чернозёмы, каштановые почвы, а также встречаются солонцы и солончаки [103, 157].

Черноземы составляет 85 % почвенного покрова площади сельскохозяйственных угодий и 92 % пашни области [157]. Согласно данным института ВолгоНИИгипрозем среди чернозёмов в сельскохозяйственных угодьях области преобладают выщелоченные – 18,0 %, типичные – 25,5 %, обыкновенные – 14,7 % и южные – 25,7 %.

В большинстве своем почвы области (до 80 %) имеют глинистый и тяжелосуглинистый гранулометрический состав. В незначительном распространении имеются легкосуглинистые, супесчаные и песчаные почвы [93].

Если говорить о содержании гумуса, то почвы области в основном средне и малогумусные. Всего 1 % от общей территории области занимают тучные чернозёмы. По мощности гумусового горизонта почвы относятся к среднемошным и маломощным [103].

По почвенно-климатическому районированию в области выделяются три монтажных зоны: Северная, Центральная и Южная. Плодородие сельскохозяйственных угодий северной зоны по продуктивности оценены в 50 баллов, пашня в – 62 балла. Плодородие сельскохозяйственных угодий Центральной зоны оценивается в 55 баллов, пашня здесь имеет самый высокий

балл из зон области 67. В южной зоне самые низкие показатели бонитета: 49 баллов – пашня и сельскохозяйственные угодья 40 баллов [195].

Опытные поля Самарского НИИСХ находятся в Безенчукском районе Самарской области, где сельскохозяйственные угодья и пашня имеют относительно высокий бонитет – 64 и 82 балла соответственно.

Расположение полей Самарского НИИСХ – западная часть засушливой чернозёмной степи. Почвенный покров их неоднородный и представлен своеобразным комплексом, характерным для степных речных террас с ясно выраженными микрорельефами. В основной массе преобладают: чернозём террасовый обыкновенный малогумусный среднетощий тяжелосуглинистый, чернозём террасовый обыкновенный малогумусный среднетощий суглинистый [114].

Почва опытного участка, где проводились исследования – чернозем террасовый обыкновенный малогумусный, среднетощий, тяжелосуглинистый. В пахотном слое почвы содержится: гумуса – 3,8-4,5 %, гидролизующего азота – 58-74 мг/кг, подвижных фосфатов – 170-180 мг/кг, калия – 150-200 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки – 6,8-7,1.

## **2.2 Климатические условия. Погодные условия при проведении исследований**

Исследования по изменению климата и его влиянию на продукционные процессы ячменя проводились на Безенчукской метеостанции (в настоящее время Безенчукская АЭ), созданной при институте и расположенной около многолетних стационаров отдела земледелия.

По результатам, полученным на этой станции, за 110- летний период, по расчетным данным регрессии, среднегодовая температура воздуха в Самарском Заволжье повысилась на 1,787 °С (с 3,858 до 5,645 °С). В среднем за 10 лет интенсивность потепления климата составила 0,162 °С, что в 1,6 раза больше чем

в целом по северному полушарию. Повышение температуры воздуха происходило в 10 из 12 месяцев (январь-май, август – декабрь), но главным образом за счет потепления климата во вневегетационный период [52].

По данным Безенчукской АЭ максимальная температура летом в отдельные годы повышается до  $+ 43^{\circ}\text{C}$ , зимой опускается до  $- 40^{\circ}\text{C}$ . Среднемесячная температура самых холодных месяцев (января и февраля) равна  $-10,6$ ,  $- 10,7^{\circ}\text{C}$ , самого теплого (июль) –  $+ 21,3^{\circ}\text{C}$ . Переход среднесуточной температуры через  $0^{\circ}\text{C}$  – в третьей декаде апреля. Среднегодовая температура воздуха составляет  $5,5^{\circ}\text{C}$ . Спад температуры начинается со второй половины августа. Сумма активных температур (выше  $10^{\circ}\text{C}$ ) равна  $2700-2900^{\circ}\text{C}$  [5, 52].

Среднегодовое количество осадков составляет  $454,8$  мм с колебаниями по годам от  $187,5$  до  $704,6$  мм. В отдельные годы осадков не бывает в течение месяца и больше.

Погодные условия в годы проведения исследований (2017-2021) были различными (таблица 1, 2).

При среднегодовой температуре  $5,3^{\circ}\text{C}$  на уровне нормы за 2017-2018 сельскохозяйственный год повышенный температурный режим наблюдался в ноябре, декабре и июле ( $+2,2$ -  $+3,3^{\circ}\text{C}$  от нормы).

Пониженный температурный режим выявлен в феврале и марте на  $2,9-5,8^{\circ}\text{C}$  ниже нормы. В июне наблюдалась прохладная погода на  $1,4^{\circ}\text{C}$  ниже среднемноголетних значений. В остальные месяцы температура воздуха находилась на уровне среднемноголетних данных.

Начало вегетации сельскохозяйственных культур в 2018 году в весенний период отмечено на 8 дней позже нормы. При температурном режиме на уровне (май) и ниже нормы в 1 и 2 декаде июня на  $2,4-4,1^{\circ}$  состояние растений ячменя до фазы трубкования было удовлетворительным. Несмотря на пониженный температурный режим, при отсутствии осадков ГТК за период май-июнь составил  $0,21$ , что свидетельствует о засухе сильной интенсивности. С 17.06 на большинстве посевов яровых зерновых началась отмечаться почвенная засуха

Таблица 1– Количество осадков за 2017-2021 сельскохозяйственные годы  
(данные Безенчукской АЭ)

Месяцы	Сельскохозяйственные годы				
	2017 -2018	2018 -2019	2019 -2020	2020-2021	Среднего- летнее
Сентябрь	11,5	23,0	21,2	34,0	41,0
Октябрь	62,7	24,5	28,6	21,5	38,8
Ноябрь	26,9	20,0	22,3	24,8	36,5
Декабрь	55,2	59,3	32,4	10,1	34,9
Январь	13,5	57,6	70,0	42,8	37,6
Февраль	32,2	33,7	19,3	46,6	31,4
Март	45,1	55,1	72,8	14,0	25,1
Апрель	62,8	12,4	21,2	33,4	31,9
Май	16,9	28,1	23,8	37,4	28,9
Июнь	4,4	6,9	39,2	68,6	53,4
Июль	72,4	62,5	7,9	31,0	53,3
Август	6,5	40,8	29,9	5,0	41,3
Сельскохозяй- ственный год	410,1	423,9	388,6	369,2	454,1

Таблица 2 – Температура воздуха  $^{\circ}\text{C}$  за 2017-2021 сельскохозяйственные годы  
(данные Безенчукской АЭ)

Месяцы	Сельскохозяйственные годы				
	2017 -2018	2018 -2019	2019 -2020	2020-2021	Среднего- летнее
Сентябрь	14,4	15,5	11,1	13,1	13,3
Октябрь	5,5	8,0	9,3	7,6	5,9
Ноябрь	0,9	- 3,6	- 2,4	- 3,0	-2,4
Декабрь	- 5,4	- 8,2	- 4,6	- 13,4	-8,1
Январь	- 10,3	- 11,9	- 2,8	- 9,9	-10,5
Февраль	- 13,2	- 8,2	- 4,2	- 14,7	-10,3
Март	- 10,4	- 1,5	2,4	- 5,0	-4,6
Апрель	5,6	7,7	7,3	8,8	6,8
Май	15,3	17,2	15,0	20,1	15,0
Июнь	18,2	20,6	18,3	22,0	19,6
Июль	23,5	20,1	24,0	23,2	21,3
Август	19,8	18,0	18,5	24,3	19,2
Сельскохозяй- ственный год	5,3	6,1	7,7	6,1	5,4

(35-39 мм), к 27.06 на отдельных полях запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы опустились ниже 10 мм (приложения 1, 2).

К концу 1 декады июля при сохранившейся аномально-жаркой погоде количество влаги на большей части полей приблизится к мёртвому запасу. Начиная с 18.06, при аномально жаркой погоде, на посевах сельскохозяйственных культур началась проявляться атмосферная засуха. Прошедшие с 17 по 22 июля осадки (126,2 % от месячной нормы) не оказали положительного влияния на продуктивность ярового ячменя. В целом недостаточное количество осадков негативно отразилось на урожайности яровых зерновых, особенно ячменя.

Прошедшие в первой декаде мая 2019 года осадки 22,8 мм (81 % от месячной нормы) обеспечили хорошие запасы влаги и развитие растений в период всходов и кущения ячменя. Однако, начиная со второй декады мая и до молочной спелости зерна культуры, выпало всего 19,2 мм осадков (норма 95,5 мм). В этих условиях, начиная с 21 июня под посевами ячменя, началась проявляться почвенная засуха. Продуктивные запасы влаги в метровом слое на 21.06 составили 51 мм, на 2.07 – 46 мм, 11.07 – 34 мм. Кроме того, начиная с 18.06, при аномально жаркой погоде, на посевах ячменя началась проявляться атмосферная засуха.

2019-2020 сельскохозяйственный год был самым тёплым за период наблюдений на Безенчукской АЭ +7,7 °С, на 2,2 °С (40,0 %) выше нормы. Пониженный температурный режим наблюдался в сентябре (2019 год), июне и августе на 0,9-2,3 °С ниже нормы. Аномально тёплым выдался зимний период (декабрь-март) на 3,5-7,8 °С выше нормы. Начало вегетации растений в весенний период отмечено на 6 дней раньше среднемноголетней нормы (6 апреля). Запасы продуктивной влаги в почве выше нормы на 15-28 % в апреле - мае и осадки за этот период в количестве 89 % от нормы, при пониженном температурном режиме, замедлило появление всходов ярового ячменя. Температурный режим на 1,3 °С ниже нормы и достаточные запасы влаги в почве обеспечили хорошее развитие ранних яровых культур в последующем. Полная спелость зерна ячменя

наступила 20 июля, поэтому сильная атмосферная засуха июля (ГТК=0,11) не снизили урожайность этой культуры.

Начало вегетации растений в весенний период 2021 года отмечено в пределах нормы (12 апреля). Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в конце апреля по данным Безенчукской АЭ и Самарского НИИСХ на большинстве полей составили 100-160 мм, что было в пределах нормы и ниже на 20 %. Однако, начиная с 26 апреля в районе исследований, более месяца не отмечено продуктивных осадков, они прошли только 31.05.

Во второй и третьей декаде мая практически повсеместно по Самарской области установлены опасные метеорологические явления – аномально жаркая погода (на 4,8-8,5 °С выше нормы) и суховеи, при минимальных значениях относительной влажности воздуха 10 %. 23 мая на Безенчукской АЭ отмечен абсолютный максимум за период наблюдений с 1904 года (37,3 °С).

Аномально жаркая погода привела к тому, что к 27 мая на посевах яровых зерновых запасы влаги составили 55-106 мм. Повышенный температурный режим и неблагоприятные погодные условия мая снизили коэффициент общей и продуктивной кустистости яровых зерновых культур.

Прошедшие повсеместно осадки 31.05 и в первой декаде июня выправили положение.

В целом за период апрель-июнь количество осадков по данным Безенчукской АЭ находилось в пределах нормы (139,4 мм), однако основная их часть выпала с 31.05 по 15.06 (97,6 мм).

Начиная с 20.06 при отсутствии осадков на полях озимых и некоторых яровых культур начала проявляется почвенная засуха, с 7.07 при отсутствии осадков почвенная влага начала проявляться практически на всех полях полевых культур. В период с 16 июня по 31 июля, по данным Безенчукской АЭ, ГТК составил 0,30, что свидетельствует о засухе очень сильной интенсивности. Неблагоприятные погодные условия второй половины июня и июля месяца ухудшили все элементы структуры урожая яровых зерновых.

### 2.3 Схемы опытов и методика исследований

Элементы технологии возделывания ярового ячменя сорта Беркут изучали с 2019 по 2021 гг. в зернопаропропашном севообороте в многолетнем стационарном опыте отдела земледелия Самарского НИИСХ-филиала СамНЦ РАН, развёрнутом во времени и пространстве. Севооборот имел следующее чередование культур: пар чистый – озимая мягкая пшеница – соя – яровая твёрдая пшеница – подсолнечник – ячмень. Предшественник подсолнечник возделывали по производственной системе Экспресс Сан.

**Опыт 1.** Схема двухфакторного опыта предусматривала изучение следующих вариантов (таблица 3):

Таблица 3 – Схема опыта по изучению элементов технологий возделывания

Способы основной обработки почвы и системы удобрений (Фактор А)	Обработка растений по вегетации фунгицидом (Фактор В)
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	без обработки
	Солигор
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	без обработки
	Солигор
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	без обработки
	Солигор
4. Фон + биопрепарат	без обработки
	Солигор
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	без обработки
	Солигор
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	без обработки
	Солигор

- способы основной обработки почвы и системы удобрений ячменя (фактор А) – зяблевая вспашка без удобрений (контроль) и с внесение аммиачной селитры, прямой посев: без удобрений, с применением биопрепарата (Бионекс Кеми), с внесением аммиачной селитры и с внесение аммиачной селитры и применением биопрепарата (Бионекс Кеми);

- обработка растений по вегетации фунгицидом (фактор В) – без обработки, обработка препаратом Солигор в конце фазы трубкования.

Повторность опыта 3-кратная, размещение систематическое. Площадь делянок общая 550 м<sup>2</sup>, учетная – 210 м<sup>2</sup>.

**Опыт 2.** В период с 2018 по 2021 год в зернопаровом севообороте проводили исследования по изучению норм высева ярового ячменя Беркут (таблица 4).

Таблица 4 – Изучение норм высева ярового ячменя Беркут (2018-2021 гг.)

Варианты обработки семян	Норма высева, млн. шт. всхожих семян на га
1. Б/о семян (контроль)	5,0
2. Протравливание Сценик Комби	1,0
3. Протравливание Сценик Комби	2,0
4. Протравливание Сценик Комби	3,0
5. Протравливание Сценик Комби	4,0
6. Протравливание Сценик Комби	5,0

Предшественник культуры – озимая пшеница.

Размещение вариантов в опыте систематическое, размер делянок 100 м<sup>2</sup>, повторность трёхкратная

**В опытах проводились следующие учёты и наблюдения:**

1. Определение густоты посевов. Густота стояния растений определялась на всех делянках опыта при полных всходах. Подсчет густоты стояния проводили рамками 0,5 м<sup>2</sup> по 8 накладок на делянке с размещением их равномерно по диагонали. Степень изреживания растений к уборке определяли на постоянных площадках, выделяемых при подсчете густоты всходов. Число площадок на каждой делянке 8 шт. Пробные площадки фиксировались с двух сторон кольшками [83].

2. Фенологические наблюдения. Отмечались следующие фазы развития ярового ячменя: всходы (полные), кущение, выход в трубку, колошение, цветение, молочная, восковая и полная спелость зерна [83].

3. Влажность почвы. Почвенные пробы отбирались послойно через 10 см на глубину 1,0 м (по две скважины на делянках первой и третьей повторности). Отобранные пробы высушивали до постоянного веса при температуре 140°С в течение 6 часов. Содержание влаги вычисляли в процентах от массы абсолютно – сухой почвы, запасы продуктивной влаги – в миллиметрах (ГОСТ 28.268-89) [59].

4. Динамика питательного режима. Отбор почвенных проб для определения подвижных форм питательных веществ макроэлементов ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ), ферментов каталаза, уреазы и фосфатазы проводились в два срока на всех изучаемых культурах. Пробы почвы отбирались в слое 0-40 см в четырех точках на каждой делянке парным способом и определялись согласно нормативным документам и методикам (ГОСТ 26951 – 86, ГОСТ 26204 – 91) [4, 57, 58, 144, 145].

5. Засоренность посевов. На посевах ячменя учет засоренности проводился до и после обработки гербицидами (количественно-видовой учет), и перед уборкой (количественно-весовой).

Определялось количество и вид сорняков, а перед уборкой и масса сорных растений. Учет проводился на делянках первой и третьей повторности в 8 местах по диагонали делянок накладками в 0,5 м<sup>2</sup> [83].

6. Элементы структуры урожая. Пробы составлялись из растений, взятых перед уборкой урожая с закрепленных площадок, которые размещались в шести местах по диагонали делянки, общей площадью 1 м<sup>2</sup>. В пробе определялось количество стеблей, коэффициент продуктивности, масса зерна и соломы с 1 м<sup>2</sup>, отношение зерна к соломе. При анализе 50 растений устанавливали высоту и массу растений, количество и массу зерна в колосе [83].

7. Учет урожая и определение качества зерна. Учет урожая проводился прямым комбайнированием комбайном «Сампо 130» с учетной площади делянки. Пробы зерна для анализов отбирались непосредственно после взвешивания урожая с каждой делянки. Определялась влажность, сорность и качественные показатели (натура зерна, масса 1000 зерен), а также технологические свойства

зерна (ГОСТ 13586.5-93, ГОСТ10842-89, ГОСТ 12037-81, ГОСТ 10840-64) [54-56, 60].

8. Расчёт экономической и энергетической эффективности проводился общепринятыми методиками [109, 163].

Результаты учётов и наблюдений обрабатывались методом дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову (1985) [68] на компьютере (Программа AGROS ver. 2.09. Пакет программ статистического анализа в растениеводстве и селекции. 1993-2000 гг.).

## **2.4 Агротехника на опытных посевах**

В первом опыте при возделывании предшественника (подсолнечника) перед основной обработкой почвы на вариантах 2, 5, 6 в сентябре вносили азофоску ( $N_{15}P_{15}K_{15}$ ) сеялкой СЗ-3.6.

Основную обработку при зяблевой вспашке осуществляли в октябре ПЛН-5-35, при прямом посеве ячмень сеяли агрегатом Т-150 + АУП-18.05. При учёте урожая использовали комбайн Сампо-130.

Во всех вариантах опыта общим фоном проводили: протравливание семян инсектицидно-фунгицидным протравителем с ростостимулирующим эффектом (Селест Макс – 2,0 л/т). В фазе кущения посевы обрабатывали гербицидом Прима, СЭ (0,6 л/га) или его аналогами (ОН-400) с действующим веществом 2,4-Д (сложный 2-этилгексиловый эфир) + флорасулам (300 г/л + 6,25 г/л). Фунгицид Солигор, КЭ (0,5 л/га) с действующим веществом апироксамин + тебуконазол + протиоканазол (224 г/л + 148 г/л + 53 г/л) применяли в профилактических целях в конце трубкования. Препарат обладает лечебным и профилактическим действием для защиты растений ярового ячменя от комплекса заболеваний включая септориоз, пиренофороз и т.д.

В 1 и 2 вариантах возделывания ячменя применяли следующие технологические операции: зяблевую вспашку (ПЛН-5-35) на глубину 22-24 см;

ранневесеннее боронование (БЗСС-1,0); предпосевную культивацию (Компактор); прикатывание почвы (ЗККШ-6).

Посев (3,5 млн. всхожих семян/ га) во всех вариантах опыта производили с 14 апреля (2020 год) по 26 апреля (2021 год).

Аммиачную селитру (по физической массе около 117 кг/га) на яровом ячмене вносили перед посевом сеялкой СЗ-3,6. Биопрепарат «Бионекс Кеми» Растворимый» с действующим веществом (NPK + Mg - 40:0:0:0,7 – 4 кг/га), применяли в фазе кущения с использованием опрыскивателя ОН-400. Учёт урожая проводили комбайном Сампо-130 в третьей декаде июля с 21.07 (2021 год) по 27.07 (2020 год).

Во втором опыте после уборки предшественника (озимой пшеницы) проводили дискование почвы. Весной – покровное боронование (БЗСС-1,0), предпосевную культивацию (Компактор). Посев пневматической сеялкой Клён 1,5 в 2020 году производили 16 апреля, в 2019 и 2021 году 26 и 30 апреля и 2018 году 10 мая. При протравливании семян применяли инсектицидно-фунгицидный протравитель с ростостимулирующим эффектом (Сценик Комби, КС – 1,5 л/т) с действующим веществом клотианидин + флоаксостробин + протиоканазол + тебуконазол (250 г/л + 37,5 г/л + 37,5 г/л + 5 г/л). В фазу кущения посевы обрабатывали гербицидом Секатор Турбо, МД – 0,9 л/га (ОН-400) с действующим веществом амидосульфурон + йодосульфурон-метил-натрий + мефенпир-диэтил (100 г/л + 25 г/л + 250 г/л). Учёт урожая проводили комбайном Сампо-130 в 2019 и 2021 году 21 и 25 июля. В остальные годы с 4 августа (2020 год) по 7 августа (2018 год).

### **3 ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ВОДНЫЕ И АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА**

#### **3.1 Водный режим почвы**

В Среднем Поволжье на плодородных черноземных почвах главным фактором, который определяет величину и качество урожая сельскохозяйственных культур, является влага [52, 82, 96].

Увлажнение почвы в этой зоне происходит в основном за счет атмосферных осадков, так как грунтовые воды залегают глубоко, а конденсационные процессы не имеют практического значения в накоплении воды. Осенние и зимние и ранневесенние осадки создают основной запас влаги. Летние осадки, особенно не продуктивные (менее 5 мм), испаряются с поверхности почвы и не доходят до корневой системы растений [3, 16, 52].

В ряде опытов было установлено то, что положительный результат глубокой обработки в увеличении запасов продуктивной влаги в весенний период проявляется в годы с хорошим увлажнением в осенне–зимние месяцы, которое происходит в Заволжье в 15-20 % лет [52].

В годы, когда количество осадков находится на уровне среднееголетних значений и ниже во вневегетационный период, глубина и способ основной обработки почвы практически не имеют значения [3, 50, 62, 99, 115].

По данным И.А. Чуданова (2006) в засушливых районах на плакорно - равнинных агроландшафтах предпочтительнее безотвальная зяблевая обработка почвы, которая обеспечивает максимальное сохранение стерни и других и растительных остатков, способствует большему накоплению и сохранению почвенной влаги [221]. Орудия безотвального типа, по сравнению с отвальными,

меньше образуют глыб, дают более выровненную поверхность, не выворачивают и не иссушают влажные слои почвы [52].

По данным Г.И. Казакова (2008) оставление стерни и ее частичное перемешивание с верхним слоем почвы снижает испарение на 5-10 % или снижает абсолютную величину удельного испарения на 0,01-0,02 мм/ч [76, 89].

По данным О.И. Горянина (2019), оставленные после уборки стебли подсолнечника обеспечивают накопление большего количества снега, по сравнению с вариантами, где проводилась зяблевая вспашка. В результате к всходам ячменя, запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см на вариантах с прямым посевом в Самарской Заволжье составили 158,1-163,0 мм, что на 6,7-13,2 мм (4,4-8,8 %) больше вариантов с традиционной технологией, где применялась вспашка [52].

Эффективное использование весенних запасов продуктивной влаги и осадков вегетационного периода определяется физическими свойствами почвы и обеспеченностью доступными питательными веществами [230].

Ячмень более экономно расходует влагу на единицу сухого вещества, по сравнению с другими хлебными злаками [108], однако он меньше, по сравнению с пшеницей использует осадки в поздние фазы развития.

Для улучшения водного режима почвы в степных районах Поволжья необходимы меры по накоплению и сохранению осадков в корнеобитаемом слое, снижению потерь воды на испарение и сток.

К приёмам по накоплению в засушливых условиях влаги в почве можно отнести: введение севооборотов с чистыми парами, увеличение водопроницаемости почвы и прекращение стока воды по поверхности. Для снижения потерь воды на физическое испарение необходимо создание оптимальных агрофизических параметров, выравнивание и мульчирование поверхности поля [82].

Огромное значение имеет выявление приёмов и способов обработки, которые способствуют наиболее полному усвоению почвой осадков, выпадающих в холодный период года, лучшему накоплению и сбережению влаги для растений

в более глубоких слоях, снижению её непроизводительных потерь в Степном Заволжье.

В многочисленных исследованиях, посвященных обработке почвы, отмечалось положительное влияние глубокой вспашки на водный режим почвы, условия роста и развития растений [28, 230].

Однако по данным А.И. Шабаетова и др. (2003) в засушливых районах лучшей мерой является проведение безотвальной осенней обработки почвы, которая в свою очередь позволяет обеспечить сохранение стерни, растительных осадков по максимуму, также способствует большему накоплению и сохранению влаги в почве [223]. Сохранившаяся стерня и другие растительные остатки после плоскорезных и безотвальных обработок позволяют активно накапливать снег. Соответственно снег накапливается в большем объёме, что дает возможность почве не промерзнуть глубоко, поэтому она раньше оттаивает и весной лучше впитывает влагу, что обеспечивает увеличение запасов общей и продуктивной влаги весной при этих обработках [9, 30, 46, 139, 155].

В наших исследованиях при изучении способов основной обработки почвы и систем удобрений в весенний период (всходы ячменя) 2019 года на всех изучаемых вариантах запасы продуктивной влаги были высокими, в слое 0-30 см они составили 41,4-52,2 мм, 0-100 см – 166,5-185,7 мм. Установлено, что варианты с прямым посевом, в сложившихся погодных условиях, не ухудшали водный режим почвы, по сравнению с вариантами, где проводилась вспашка. Наибольшие запасы продуктивной влаги, в метровом слое, выявлены при прямом посеве без применения удобрений – 185,7 мм, что на 6,0-19,2 мм (3,3-11,5 %) больше остальных исследуемых вариантов (таблица 5).

При пониженном температурном режиме воздуха в весенний период (всходы ячменя) 2020 года, также как и в 2019 году, на всех изучаемых вариантах запасы продуктивной влаги были высокими и в слое 0-30 см они составили 42,7-50,6 мм, 0-100 см – 157,7-168,8 мм. Варианты с прямым посевом не ухудшали водный режим почвы, по сравнению с вариантами, где проводилась вспашка. При этом максимальные запасы продуктивной влаги выявлены на вариантах с прямым

посевом (без удобрений) и на вспашке с внесением аммиачной селитры – 166,0-168,8 мм, что на 6,8-11,3 мм (4,3-7,2 %) больше остальных исследуемых вариантов (1, 5) (таблица 6).

Таблица 5 – Запасы продуктивной влаги под посевами ярового ячменя, весной в зависимости от элементов технологий возделывания, мм (2019 год)

Слои почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений					НСР <sub>05</sub>
	1*	2	3	4	5	
0-30	41,4	49,9	52,2	48,2	43,5	$F_{\phi} < F_T$
0-50	80,9	91,2	99,3	85,9	82,9	10,2
0-100	166,5	179,7	185,7	173,1	173,2	12,5

Примечание\* Варианты 1, 2 – вспашка, 3 – прямой посев, 4 – прямой посев + биопрепарат, 5 – прямой посев + аммиачная селитра

Таблица 6 – Запасы продуктивной влаги под посевами ярового ячменя, весной при изучении элементов технологий возделывания, мм (2020 год)

Слои почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений					НСР <sub>05</sub>
	1*	2	3	4	5	
0-30	44,8	42,7	48,7	50,6	45,3	$F_{\phi} < F_T$
0-50	79,9	79,1	84,3	87,9	78,5	$F_{\phi} < F_T$
0-100	157,5	166,7	166,0	168,8	159,2	$F_{\phi} < F_T$

Примечание\* Варианты 1, 2 – вспашка, 3 – прямой посев, 4 – прямой посев + биопрепарат, 5 – прямой посев + аммиачная селитра

В засушливых условиях 2021 года в весенний период отмечены наименьшие запасы влаги за годы исследований. В слое 0-30 см они не изменялись в зависимости от исследуемых вариантов и колебались от 38,9 до 43,9 мм. В метровом слое почвы наилучший водный режим почвы установлен на интенсивных по удобрениям фонах прямого посева (4, 5 вариант). Запасы продуктивной влаги здесь составили 147,0-150,5 мм, что существенно на 21,7-42,6 мм (17,3-39,5 %) больше контроля и остальных вариантов (таблица 7).

В среднем за годы исследований не выявлено изменений в запасах влаги в слое почвы 0-30 см в зависимости от исследуемых вариантов. Оставленные после уборки стебли подсолнечника обеспечивали накопление большего количества снега, по сравнению с вариантами, где проводилась зяблевая вспашка.

Таблица 7 – Запасы продуктивной влаги под посевами ярового ячменя, весной при изучении элементов технологий возделывания, мм (2021 год)

Слои почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений					НСР <sub>05</sub>
	1*	2	3	4	5	
0-30	42,1	38,9	39,9	43,9	41,9	$F_{\phi} < F_T$
0-50	71,6	67,9	70,4	79,2	75,5	$F_{\phi} < F_T$
0-100	125,3	107,9	122,7	147,0	150,5	15,0

Примечание\* Варианты 1, 2 – вспашка, 3 – прямой посев, 4 – прямой посев + биопрепарат, 5 – прямой посев + аммиачная селитра

В результате к всходам ячменя, запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см на вариантах с прямым посевом составили 158,1-163,0 мм, что незначительно на 6,7-13,2 мм (4,4-8,8 %) больше контроля и варианта со вспашкой и внесением аммиачной селитры (таблица 8).

Таблица 8 – Запасы продуктивной влаги под посевами ярового ячменя, весной в зависимости от элементов технологий возделывания, мм (среднее за 2019-2021 годы)

Слои почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений					НСР <sub>05</sub>
	1*	2	3	4	5	
0-30	42,8	43,8	46,9	47,6	43,6	$F_{\phi} < F_T$
0-50	77,5	79,4	84,7	84,3	79,0	$F_{\phi} < F_T$
0-100	149,8	151,4	158,1	163,0	161,0	$F_{\phi} < F_T$

Примечание\* Варианты 1, 2 – вспашка, 3 – прямой посев, 4 – прямой посев + биопрепарат, 5 – прямой посев + аммиачная селитра

При анализе зависимости запасов продуктивной влаги с погодными условиями (температура и относительная влажность воздуха, количество осадков и ГТК) на контрольном варианте в слое 0-30 см установлена функциональная связь ( $r=0,99$ ) запасов влаги с ГТК мая (всходы-кущение). В слое 0-100 см на вариантах со вспашкой запасы влаги существенно зависели от относительной влажности в почве в мае ( $r=1,0^{**}$ ). При прямом посеве без применения удобрений запасы влаги, как и на вспашке, находились в тесной зависимости от относительной влажности воздуха ( $r=0,98$ ).

При мониторинге запасов продуктивной влаги по декадам на контрольном варианте установлено, что прошедшие в первой декаде мая 2019 года осадки 22,8

мм (81 % от месячной нормы) обеспечили хорошие запасы влаги и развитие растений в период всходов и кущения ячменя. Однако, начиная со второй декады мая и до молочной спелости зерна культуры, выпало всего 19,2 мм осадков (норма 95,5 мм). В этих условиях, начиная с 21 июня под посевами ячменя, началась проявляться почвенная засуха. Продуктивные запасы влаги в метровом слое на 21.06 составили 51 мм, на 2.07 – 46 мм, 11.07 – 34 мм. Кроме того, начиная с 18.06, при аномально жаркой погоде, на посевах ячменя началась проявляться атмосферная засуха.

Пониженный температурный режим и ГТК за период вегетации (апрель-июнь) на уровне 0,97 в 2020 году обеспечили хорошие условия роста и развития ячменя до фазы цветения. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы к этому времени составили 78,2 мм.

При отсутствии продуктивных осадков в июле и ГТК за этот месяц на уровне 0,11 почвенная засуха была установлена только к восковой спелости зерна ячменя при запасах влаги в слое 0-100 см – 39,7 мм.

В условиях 2021 года опасное агрометеорологическое явление почвенная засуха на посевах ячменя начало проявляться с 20 июня.

В среднем за годы исследований, установлено, что в критические фазы развития ячменя по влагообеспеченности (кущение-трубкавание) количественные запасы влаги в почве контроля находились на хорошем и удовлетворительном уровне. В слое 0-50 см значения составили 40,2-52,9 мм, 0-100 см 49,8-116,2 мм (рисунок 1).

Опасное агрометеорологическое явление начинало проявляться с периода налива зерна, что оказывало влияние в 2019 и 2021 году, только на элементы структуры колоса.

В течение вегетации происходил расход влаги на потребление растений и испарение. При этом в зависимости от увлажнения и развития растений отмечены различные тенденции по запасам продуктивной влаги.

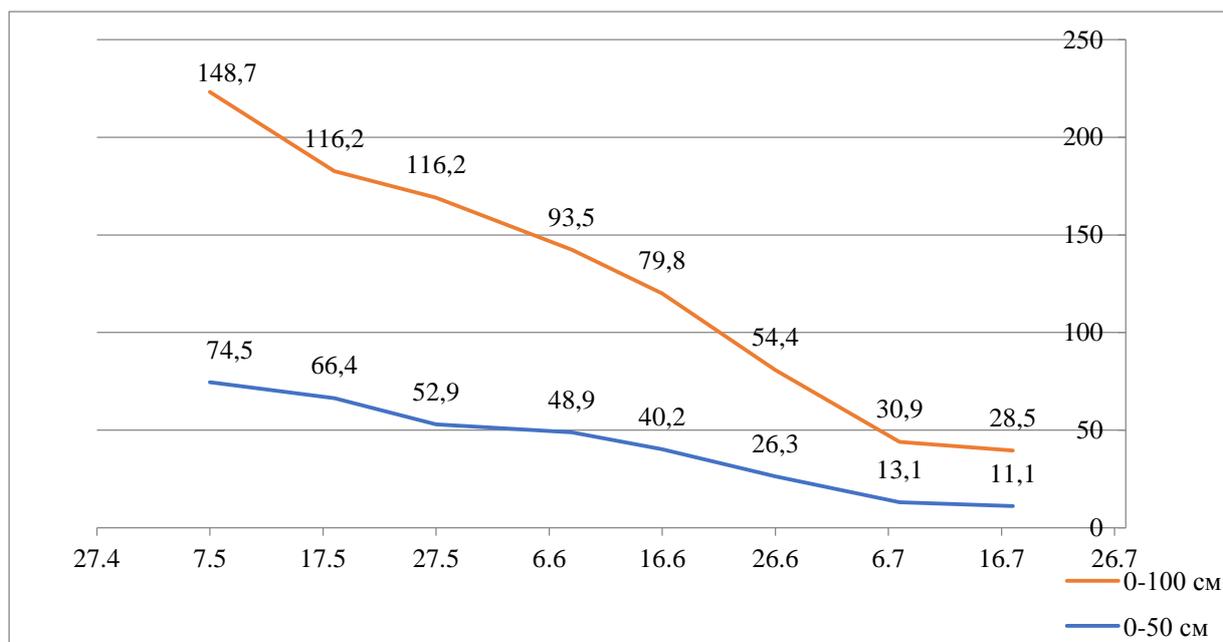


Рисунок 1 – Запасы продуктивной влаги в почве в контроле в течение вегетации, мм (среднее за 2019-2021 гг.)

В 2019 году при количестве осадков в 3 раза выше нормы к уборке урожая выявлены максимальные запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы за годы исследований, которые в зависимости от исследуемых вариантов существенно не изменялись и составили 56,9-68,1 мм (таблица 9).

Таблица 9 – Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см под посевами ярового ячменя, после уборки урожая при изучении элементов технологий, мм (среднее за 2019-2021 годы)

Годы	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений					НСР <sub>05</sub>
	1*	2	3	4	5	
2019	59,6	60,5	56,9	58,3	68,1	$F_{\phi} < F_T$
2020	18,8	19,0	29,1	47,9	45,9	15,0
2021	41,1	36,6	45,4	41,5	45,5	$F_{\phi} < F_T$
Среднее	39,8	38,7	43,8	49,2	53,2	12,5

Примечание\* Варианты 1, 2 – вспашка, 3 – прямой посев, 4 – прямой посев + биопрепарат, 5 – прямой посев + аммиачная селитра

В 2020 году при недостаточном количестве осадков за вегетационный период выявлено наименьшее их количество на вариантах с зяблевой вспашкой и

прямом посеве без применения удобрений 18,8-29,1 мм, что на 16,8-29,1 мм меньше, чем на варианте с прямым посевом и применением удобрений.

В 2021 году запасы влаги были на уровне средне многолетних значений – 36,6-45,5 мм и практически не зависели от изучаемых технологий.

В среднем за годы исследований выявлено преимущество вариантов с прямым посевом и внесением удобрений, по сравнению с вариантами, где проводилась вспашка на 9,4-14,5 мм (23,6-37,5 %).

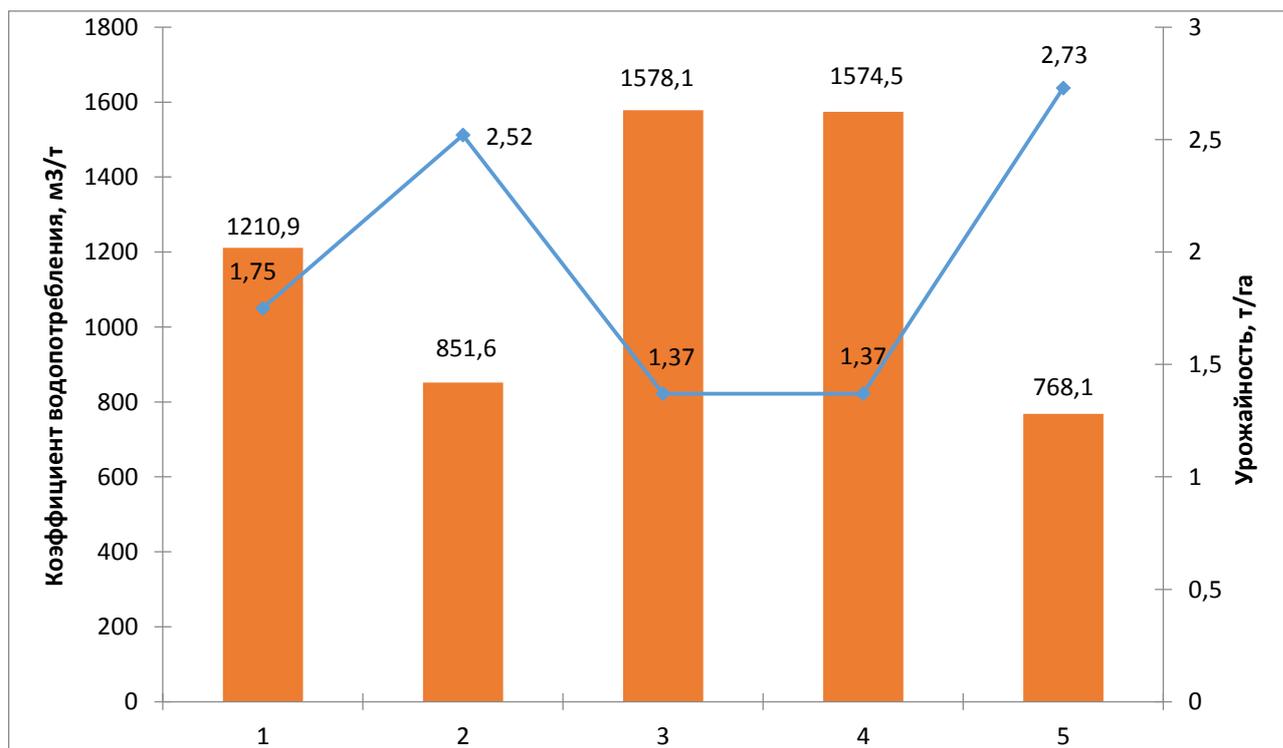
При определении водопотребления ярового ячменя было выявлено, что в 2019 году лучший питательный режим почвы и высокая густота стеблестоя, при максимальной урожайности на варианте с внесением аммиачной селитры при прямом посеве обеспечили более рациональный расход влаги на единицу продукции 1094,1 м<sup>3</sup>/т, что на 241,3 м<sup>3</sup>/т (22,1 %) меньше варианта со вспашкой и применением удобрений. На естественном по плодородию фоне (1, 3, 4 варианты) снижение густоты стеблестоя и конкурентной способности культурных растений к падалице подсолнечника, по сравнению с интенсивными вариантами, привело к возрастанию непроизводительных потерь влаги, что способствовало увеличению коэффициента водопотребления в 1,5-2,1 раза. Наибольший коэффициент водопотребления установлен при прямом посеве без применения удобрений – 2332,7 м<sup>3</sup>/т.

В 2020 году при пониженном температурном режиме выявлена аналогичная тенденция при расходе влаги по вариантам с 2019 годом. При максимальной урожайности на варианте прямым посевом и внесением аммиачной селитры установлен наименьший расход влаги за годы исследований на единицу продукции – 610,5 м<sup>3</sup>/т, что на 171,3 м<sup>3</sup>/т (28,1 %) меньше варианта со вспашкой (интенсивный фон). При этом, как и в предыдущем году на естественном по плодородию фоне установлено увеличение коэффициента водопотребления в 1,5-2,1 раза, по сравнению с лучшим вариантом. Наибольший коэффициент водопотребления, как и в предыдущем году, установлен на варианте с прямым посевом без применения удобрений – 1287,2 м<sup>3</sup>/т.

В засушливых условиях 2021 года наименьший коэффициент водопотребления выявлен на интенсивных фонах с применением вспашки и прямого посева 706,1-785,7 м<sup>3</sup>/т. Максимальный коэффициент установлен на экстенсивных фонах прямого посева – 1519,9-1770,1 м<sup>3</sup>/т.

В среднем за годы исследований выявлено, что расход влаги на единицу площади в зависимости от исследуемых вариантов изменялся не существенно, и составил 2097-2162 м<sup>3</sup>/га.

Лучший водный режим почвы при достаточном питании растений на варианте с прямым посевом (интенсивный фон) обеспечил наиболее рациональный расход влаги на единицу продукции – 786,1 м<sup>3</sup>/т. Применение вспашки с внесением аммиачной селитры (вариант 2) увеличивало показатель на 83,5 м<sup>3</sup>/т (10,9 %). Самый нерациональный расход влаги выявлен на вариантах с прямым посевом без применения минеральных удобрений – 1574,5-1578,1 м<sup>3</sup>/т, что в 1,6-2,1 раза больше лучших вариантов (рисунок 2).



Примечание\* Варианты 1, 2 – вспашка, 3 – прямой посев, 4 – прямой посев + биопрепарат, 5 – прямой посев + аммиачная селитра

Рисунок 2 – Коэффициент водопотребления и урожайность ячменя при изучении элементов технологий возделывания (среднее за 2019-2021 гг.)

Таким образом, в фазу всходов ячменя изучаемые варианты с прямым посевом не ухудшали водный режим почвы, по сравнению с контролем и вариантом вспашки с применением азотных удобрений. Внесение аммиачной селитры при прямом посеве обеспечивало более рациональный расход влаги на единицу продукции. В среднем за три года расход влаги на этом варианте составил 786,1 м<sup>3</sup>/т, что на 83,5 м<sup>3</sup>/т (10,9 %) меньше варианта со вспашкой и применением азотных удобрений и в 1,6-2,1 раза других вариантов.

### **3.2 Пищевой режим и ферментативная активность почвы**

Чернозёмы и каштановые почвы Поволжья обладают относительно большим резервом основных питательных веществ. Однако обеспеченность растений элементами питания зависит не столько от их общего запаса в почве, сколько от содержания доступных форм. Поэтому, одной из важнейших задач земледелия является повышение усвояемости культурными растениями этих питательных веществ пахотного слоя. В решении этой проблемы основная роль отводится обработке почвы. Она дает возможность регулировать интенсивность микробиологической деятельности, позволяет изменить в лучшую сторону пищевой, водно-воздушный и тепловой режимы почвы [18, 153, 160, 217, 234].

Литературные данные о влиянии систем обработки почвы и в целом технологий на её пищевой режим и плодородие имеют веские противоречия.

По мнению В.Ф. Ладонина (1997) длительное применение безотвальной разноглубинной и мелкой обработки способствует усилению деятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов в верхней части пахотного слоя. При этом происходит иммобилизация минеральных форм азота, и он на некоторое время становится недоступным для растений [121].

По данным Г.И. Казакова (1997), И.А. Чуданова (2006) бесплужные обработки повышают содержание подвижных форм фосфора в почве [88, 221].

Улучшение фосфатного режима почвы при поверхностных и плоскорезных обработках, по мнению В.Н. Слесарёва (1987, 2008), происходит за счёт большего уплотнения почвы, которое оказывает благоприятное влияние на жизнедеятельность бактерий, в прямой зависимости от которых находится содержание подвижных форм фосфора [176, 177].

Ячмень – одна из важных продовольственных, кормовых, технических и страховых культур. Он засухоустойчив, но требователен к пищевому режиму почв, поскольку имеет короткий период вегетации, слаборазвитую корневую систему, обладающую быстрым темпом поглощения питательных веществ. В первую половину лета, от прорастания семян до начала колошения, ячмень потребляет почти 73 % азота, 65 % фосфора и 91% калия от максимума [140].

Одним из недостатков подсолнечника, как предшественника, является сильное истощение почвы. Поэтому при выращивании последующей культуры, помимо борьбы с падалицей подсолнечника, особое внимание должно быть обращено на питательный режим почвы. При этом на чернозёмных почвах лимитирующим урожайность зерновых культур, как было установлено при анализе водного режима почвы является азот.

В наших исследованиях в 2019 году, в период всходов ярового ячменя, на естественном по плодородию фоне, установлено снижение содержания нитратов в почве на вариантах с прямым посевом без применения минеральных удобрений, по сравнению с контролем на 7,4-13,7 мг/кг почвы (37,9-128,0 %). При этом на варианте с прямым посевом ячменя не отмечено существенной дифференциации в почве по содержанию азота (таблица 10).

Последствие сложных минеральных удобрений и внесение аммиачной селитры способствовали существенному увеличению содержания  $\text{NO}_3$ . При применении вспашки возрастание количества нитратов в слое 0-40 см составило 21,9 мг/кг (89,8 %), прямом посева – 24,5-55,3 мг/кг (144,1-516,8 %). Наибольшее содержание нитратов 66,0 мг/кг установлено на варианте с прямым посевом (интенсивный фон). Возрастание количества нитратов на вариантах с внесением удобрений происходило главным образом за счёт слоя 0-20 см.

Таблица 10 – Содержание  $\text{NO}_3$  под посевами ячменя весной, при изучении элементов технологий возделывания, мг/кг почвы

Слои почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений						НСР <sub>05</sub>
	1	2	3	4	5	6	
2019 год							
0-20	23,1	57,6	19,4	9,4	49,4	81,0	21,6
20-40	25,6	34,9	14,6	11,9	33,6	51,0	3,7
0-40	24,4	46,3	17,0	10,7	41,5	66,0	10,4
2020 год							
0-20	13,4	39,1	15,2	40,7	60,3	44,7	21,9
20-40	17,2	32,0	17,7	29,9	57,4	46,7	18,3
0-40	15,3	35,6	16,5	35,3	58,9	45,7	19,0
2021 год							
0-20	14,8	113,0	10,7	7,9	84,6	80,3	14,7
20-40	17,5	166,4	21,2	13,6	147,6	154,3	26,2
0-40	16,2	139,7	15,9	10,7	116,1	117,3	25,1

В отличие от фонов с естественным плодородием, на всех вариантах с азотными удобрениями установлена дифференциация содержания  $\text{NO}_3$  по слоям почвы. На варианте со вспашкой в верхнем слое почвы содержание нитратов, по сравнению со слоем 20-40 см, увеличивалось на 22,7 мг/кг почвы (65,0 %), при прямом посеве – на 15,8-30,0 мг/кг (47,0-58,8 %).

В 2020 году, в отличие от 2019 года, в период всходов ярового ячменя, на естественном по плодородию фоне, не установлено послыйного снижения содержания нитратов в почве при прямом посеве, по сравнению с контролем.

Внесение азотных и последствие сложных минеральных удобрений, как и в предыдущем году, способствовало существенному увеличению содержания  $\text{NO}_3$ . При применении вспашки оно составило в слое 0-40 см – 20,3 мг/кг (132,7 %), прямом посеве – 29,2-42,4 мг/кг (177,0-257,0 %). Наибольшее содержание нитратов установлено при прямом посеве (интенсивный фон) – 58,9 мг/кг почвы.

В отличие от 2019 года внесение аммиачной селитры не способствовало дифференциации содержания  $\text{NO}_3$  по слоям почвы. При этом на вариантах 2, 5, 6, отмечено существенное улучшение условий роста ячменя в последующем, по сравнению с вариантами, где удобрения не вносились.

В условиях 2021 года выявлена аналогичная закономерность с 2020 годами, по содержанию нитратов.

В среднем за годы исследований, не установлено существенного изменения содержания  $\text{NO}_3$  в зависимости от способов основной обработки почвы (таблица 11).

Таблица 11 – Содержание  $\text{NO}_3$  под посевами ячменя весной, в зависимости от элементов технологий возделывания, мг/кг почвы (среднее за 2019-2021 годы)

Слои почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений						НСП <sub>05</sub>
	1	2	3	4	5	6	
0-20	17,1	69,9	15,1	19,3	64,8	68,7	20,5
20-40	20,0	77,8	17,8	18,5	79,5	84,0	18,4
0-40	18,6	73,9	16,5	18,9	72,2	76,4	17,5

На естественном по плодородию фоне (1, 3, 4 варианты) содержание нитратов составило 16,5-18,9 мг/кг. Внесение аммиачной селитры и последствие сложных удобрений увеличивало показатель на варианте со вспашкой в 4 раза, вариантах с прямым посевом в 4,3-4,7 раза.

Содержание нитратов на варианте с прямым посевом без удобрений находилось в обратной функциональной зависимости с количеством осадков за апрель, при  $r$  равном от -0,99 до -1,0\*\*.

Применение прямого посева, по сравнению с традиционной технологией способствовало улучшению фосфорного режима почв. В 2019 году на естественном по плодородию фоне содержание фосфатов на варианте с прямым посевом слое 0-40 см, по сравнению с контролем, увеличивалось на 41,8 мг/кг (34,1 %) (таблица 12).

Последствие сложных удобрений способствовало увеличению  $\text{P}_2\text{O}_5$ . На варианте со вспашкой содержание фосфатов в слое 0-40 см, за счёт слоя 20-40 см, возрастало на 18,3 мг/кг почвы (14,9 %). При прямом посеве улучшение фосфорного режима почв происходило только в верхнем слое 37,5-50,5 мг/кг почвы (21,9-29,4 %). В слое 0-40 см максимальное содержание подвижного фосфора установлено при прямом посеве с максимальным уровнем применения

удобрений – 188,3 мг/кг, что существенно на 24,0-65,8 мг/кг (14,6-53,7 %) выше вариантов со вспашкой и с прямым посевом без внесения удобрений.

Таблица 12 – Содержание  $P_2O_5$  под посевами ячменя весной, при изучении элементов технологий возделывания, мг/кг почвы

Слои почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений						НСР <sub>05</sub>
	1	2	3	4	5	6	
2019 год							
0-20	148,5	148,0	171,5	198,5	209,0	222,0	25,0
20-40	96,0	133,5	157,0	156,5	141,5	154,5	16,1
0-40	122,5	140,8	164,3	177,5	175,3	188,3	18,3
2020 год							
0-20	209,0	234,0	220,0	206,0	249,5	229,5	23,0
20-40	194,5	190,0	170,5	168,5	196,0	199,0	$F_{\phi} < F_T$
0-40	201,8	212,0	195,3	187,3	222,8	214,3	$F_{\phi} < F_T$
2021 год							
0-20	205,5	233,0	263,0	277,5	274,0	266,5	10,6
20-40	198,5	232,0	254,0	263,0	231,0	245,0	19,5
0-40	202,0	232,5	258,5	270,3	252,5	255,8	10,0

Применение прямого посева на фоне без удобрений, по сравнению с традиционной технологией, как и в предыдущем году не ухудшило фосфорный режим почвы в 2020 году. Последствие сложных удобрений увеличивало содержание подвижного фосфора только при вспашке в верхнем слое на 25,0 мг/кг (12,0 %), при прямом посеве разница между вариантами была не существенной.

В 2021 году на всех вариантах опыта выявлено очень высокое содержание подвижного фосфора 202,0-270,3 мг/кг почвы. Применение прямого посева на всех вариантах, как и в 2019 году способствовало увеличению  $P_2O_5$ , по сравнению с вариантами, где проводилась вспашка. На естественном по плодородию фоне преимущество составило 56,5 мг/кг почвы (28,0 %). На фонах с последствием минеральных удобрений оно снижалось до 20,0-37,8 мг/кг почвы (8,6-16,3 %).

Последствие удобрений улучшало фосфорный режим почвы только при применении вспашки. Содержание  $P_2O_5$  здесь увеличивалось на 30,5 мг/кг (15,1 %).

В среднем за годы исследований ухудшение фосфорного режима почв, по сравнению с вариантами прямого посева, установлено только на контроле. Содержание  $P_2O_5$  в слое почвы 0-40 см здесь составило 175,4 мг/кг почвы, что на 30,6-44,0 мг/кг (17,4-20,7 %) меньше, чем на вариантах, где производился прямой посев (таблица 13).

Таблица 13 – Содержание  $P_2O_5$  под посевами ячменя весной, в зависимости от элементов технологий возделывания, мг/кг почвы (среднее за 2019-2021 годы)

Слои почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений						НСР <sub>05</sub>
	1	2	3	4	5	6	
0-20	187,7	205,0	218,2	227,3	244,2	239,3	30,2
20-40	163,0	185,2	193,8	196,0	189,5	199,5	26,9
0-40	175,4	195,1	206,0	211,7	216,9	219,4	28,4

Последствие сложных удобрений оказало положительный эффект на содержание подвижного фосфора только при вспашке. Преимущество удобренного варианта в слое почвы 0-40 см здесь составило 19,7 мг/кг почвы (11,2 %).

В исследованиях, в отличие от нитратов, которые обладают большой подвижностью по профилю, выявлена послойная дифференциация почвы по содержанию фосфатов. В контроле разница между верхним и нижним слоем составила 19,8-24,7 мг/кг почвы (10,7-15,2 %), на варианте с прямым посевом разница между слоями незначительно увеличивалась в абсолютных значениях до 24,4-31,3 мг/кг (12,6-16,0 %).

При прямом посеве с внесением аммиачной селитры и последствием сложных удобрений выявлена наибольшая дифференциация по содержанию фосфатов между слоями, которая составила 39,8-54,7 мг/кг (19,9-28,9 %).

Содержание фосфатов на всех изучаемых вариантах в верхнем слое почвы находилось в функциональной прямой связи с относительной влажностью воздуха за сентябрь-апрель ( $r=1,0^{**}$ ).

Применение прямого посева, по сравнению с вариантами со вспашкой способствовало улучшению не только фосфорного, но и калийного режима

почвы. В 2019 году на естественном по плодородию фоне содержание подвижного калия в слое 0-40 см, по сравнению с контролем, увеличивалось на 47,5-51,3 мг/кг (36,5-39,5 %) (таблица 14).

Таблица 14 – Содержание  $K_2O$  под посевами ячменя весной, при изучении элементов технологий возделывания, мг/кг почвы

Слои почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений						НСР <sub>05</sub>
	1	2	3	4	5	6	
2019 год							
0-20	152,0	154,0	198,5	216,5	252,0	260,5	32,5
20-40	108,0	134,5	156,5	146,0	137,0	180,0	29,7
0-40	130,0	144,3	177,5	181,3	194,5	220,3	33,2
2020 год							
0-20	255,5	236,0	151,0	156,0	205,0	195,5	28,3
20-40	168,0	162,0	111,5	121,5	141,0	141,0	35,8
0-40	211,8	199,0	131,3	138,8	173,0	168,3	28,7
2021 год							
0-20	201,0	196,0	264,0	281,0	258,0	261,0	16,9
20-40	185,0	184,0	260,0	272,0	221,0	237,5	23,4
0-40	193,0	190,0	262,0	276,5	240,0	249,3	16,2

При последствии удобрений разница между вариантами в пользу вариантов с прямым посевом увеличивалась до 50,2-76,0 мг/кг (34,8-52,7 %).

В исследованиях выявлено увеличение содержания  $K_2O$  от последствия сложных удобрений. При вспашке преимущество интенсивного варианта было несущественным и составило в слое 0-40 см 14,3 мг/кг (11,0 %). При прямом посеве значительное увеличение подвижного калия выявлено на варианте с комплексным применением селитры и биопрепарата 42,8 мг/кг (24,1 %).

Более высокий уровень урожайности подсолнечника в 2019 году на вариантах 3-6 способствовал снижению содержания подвижного калия, по сравнению с вариантами, где проводилась вспашка в 2020 году.

Наибольшее содержание  $K_2O$  (слой 0-40 см) в 2020 году установлено на контроле – 211,8 мг/кг, что не существенно на 12,8 мг/кг (6,4 %) больше варианта со вспашкой (интенсивный фон) и значительно на 38,8-80,5 мг/кг (22,4-61,3 %) вариантов с прямым посевом. Последствие сложных удобрений в отчётном

году не улучшало калийный режим почвы при применении вспашки. При прямом посеве выявлено преимущество удобренных вариантов по содержанию калия в слое 0-40 см, которое равнялось 29,5-41,7 мг/кг почвы (21,3-32,1 %).

В условиях 2021 года, как и в 2019 году установлено существенное улучшение калийный режим почвы при прямом посеве, по сравнению с вариантами, где проводилась вспашка. Содержание подвижного калия здесь увеличивалось на 37,0-86,5 мг/кг почвы (24,4-45,5 %). В отличие от предыдущих лет не выявлено преимущество в содержании калия от последствий сложных удобрений.

В среднем за три года исследований установлено, что применение прямого посева незначительно улучшает калийный режим почвы (таблица 15).

Таблица 15 – Содержание  $K_2O$  под посевами ячменя весной, в зависимости от элементов технологий возделывания, мг/кг почвы (среднее за 2019-2021 годы)

Слои почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений						НСР <sub>05</sub>
	1	2	3	4	5	6	
0-20	202,8	195,3	204,5	217,8	238,3	239,0	25,9
20-40	153,7	160,2	176,0	179,8	166,3	186,2	29,6
0-40	178,3	177,8	190,3	198,8	202,3	212,6	22,0

Содержание  $K_2O$  в слое 0-40 см здесь составило 190,3-212,6 мг/кг почвы, что на 12,0-34,8 мг/кг почвы (6,7-19,6 %) больше вариантов со вспашкой. Последствие сложных удобрений не изменяло содержание подвижного калия при применении вспашки. При корреляционном анализе установлено, что содержание макроэлемента в слое 0-40 см из погодных условий в наибольшей степени на вариантах со вспашкой зависело от относительной влажности воздуха за сентябрь-апрель ( $r=0,98-0,99$ ).

При прямом посеве значительное увеличение в содержании подвижного калия установлено только на варианте, где применялись минеральные удобрения с биопрепаратом. Преимущество этого варианта, по сравнению с неудобренным в этом случае составило 22,3 мг/кг (11,7 %). В отличие от вариантов, где проводилась вспашка, при прямом посеве содержание  $K_2O$  в слое 0-40 см

находилось на функциональном уровне с количеством осадков за май ( $r=1,00^{**}$ ) и температурой воздуха за апрель, май ( $r=0,99-1,00^{**}$ ).

В проведённых исследованиях, установлено, что по содержанию подвижного калия наблюдается более высокая послойная дифференциация, по сравнению с подвижным фосфором. В контроле и на варианте с прямым посевом без применения минеральных удобрений в верхнем 0-20 см слое содержание  $K_2O$ , по сравнению со слоем 20-40 см увеличивалось на 28,5-49,1 мг/кг почвы (16,2-31,9 %). На варианте с прямым посевом и внесением азотных удобрений разница по слоям почвы между вариантами достигала 52,8-72,0 мг/кг (28,4-43,3 %).

Растения, потребляя питательные вещества в течение вегетации, способствовали снижению их содержания в почве, особенно нитратов, к уборке урожая. В этот период независимо от технологий возделывания во все годы исследований содержание  $NO_3$  было низким и колебалось от 8,1 до 16,6 мг/кг почвы (таблица 16).

Таблица 16 – Содержание подвижных питательных веществ под посевами ячменя перед уборкой урожая в слое 0-40 см, при изучении элементов технологий возделывания, мг/кг почвы

Годы	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений						НСР <sub>05</sub>
	1	2	3	4	5	6	
$NO_3$							
2019	9,0	8,4	8,3	8,1	8,9	11,7	$F_{\phi} < F_T$
2020	16,6	15,0	14,3	13,0	12,4	14,6	$F_{\phi} < F_T$
2021	15,9	14,6	10,0	11,6	9,5	12,8	$F_{\phi} < F_T$
$P_2O_5$							
2019	143,5	148,5	186,3	179,3	185,3	203,0	32,1
2020	165,0	155,0	137,3	146,0	174,8	184,8	30,2
2021	199,5	212,3	209,0	233,0	232,0	225,0	28,4
$K_2O$							
2019	132,5	143,5	166,0	185,8	181,3	204,8	33,5
2020	113,0	118,5	93,8	87,5	109,5	139,3	$F_{\phi} < F_T$
2021	195,0	203,0	196,5	215,5	212,0	210,0	$F_{\phi} < F_T$

По содержанию подвижного фосфора к уборке урожая сохранилась тенденция увеличения  $P_2O_5$  на вариантах с прямым посевом в 2019 году.

Преимущество по этому макроэлементу в слое 0-40 см, по сравнению с вариантами, где проводилась вспашка, составило 30,8-59,5 мг/кг почвы (20,7-41,5 %). При этом на изучаемых вариантах не установлено существенного изменения содержания подвижного фосфора в зависимости от используемых систем удобрений.

В условиях 2020 года к уборке урожая разница между способами основной обработки почвы по содержанию фосфатов была не достоверной. Наибольшие значения установлены на вариантах прямого посева с внесением удобрений – 174,8-184,8 мг/кг почвы, что на 37,5-47,5 мг/кг (27,3-34,6 %) больше варианта с прямым посевом без удобрений.

В условиях 2021 года к уборке урожая содержание фосфатов на всех вариантах оставалось очень высоким и в слое 0-40 см составило 199,5-233,0 мг/кг. Выявлено снижение содержания макроэлемента в контроле, по сравнению с прямым посевом и улучшением питания растений на 25,5-33,5 мг/кг (12,8-16,8 %).

Как и по содержанию подвижных фосфатов в 2019 году установлено увеличение подвижного калия к уборке урожая на вариантах с прямым посевом. В слое 0-40 см, по сравнению с вариантами со вспашкой количество  $K_2O$  возрастало здесь на 22,5-72,3 мг/кг почвы (15,7-54,6 %). Наибольшее содержание подвижного калия выявлено на прямом посеве (комплексное применение удобрений и биопрепарата) – 204,8 мг/кг, что на 38,8 мг/кг (23,4 %) больше варианта с прямым посевом без удобрений и на 61,3-72,3 мг/кг почвы (42,7-54,6 %) вариантов со вспашкой.

В последующие годы исследований содержание подвижного калия к уборке урожая в слое 0-40 см, согласно классификации (по Чирикову), было от повышенного (2020 год) до очень высокого (2021 год). При этом его количество практически не зависело от изучаемых способов основной обработки почвы.

В среднем за годы исследований содержание нитратов было низким, и оно не зависело от изучаемых способов основной обработки почвы (таблица 17).

Применение прямого посева, по сравнению с вариантами вспашки, способствовало увеличению подвижного фосфора к уборке урожая в среднем за

2019-2021 годы на 5,6-35,0 мг/кг почвы (3,3-20,7 %). При этом существенное увеличение макроэлемента на 32,4-35,0 мг/кг (18,8-20,7 %), по сравнению с вариантами вспашки, установлено при прямом посеве с комплексным применением селитры и биопрепарата.

Таблица 17 – Содержание подвижных питательных веществ под посевами ячменя перед уборкой урожая в слое 0-40 см, при изучении элементов технологий возделывания, мг/кг почвы (среднее за 2019-2021годы)

Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений						НСР <sub>05</sub>
1	2	3	4	5	6	
NO <sub>3</sub>						
13,8	12,7	10,9	10,9	10,3	13,0	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
169,3	171,9	177,5	186,1	197,4	204,3	30,2
K <sub>2</sub> O						
146,8	155,0	152,1	162,9	167,6	184,7	32,4

В среднем за годы исследований не выявлено ухудшения калийного режима почвы при прямом посеве, по сравнению с вариантами вспашки, и к уборке урожая. Наибольшее содержание подвижного калия установлено при прямом посеве (применение селитры и биопрепарата) – 184,7 мг/кг почвы, что на 17,1-32,6 мг/кг (10,2-21,4 %) больше остальных вариантов с прямым посевом и на 29,7-37,9 мг/кг почвы (19,2-25,8 %) вариантов со вспашкой.

Таким образом, в среднем за годы исследований, не выявлено существенного изменения содержания NO<sub>3</sub> в почве в течение вегетации в зависимости от способов основной обработки почвы. Внесение аммиачной селитры и последствие сложных удобрений увеличивало показатель в период всходов ячменя в 4,0-4,7 раза.

Применение контроля, по отношению к варианту с прямым посевом снижало содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в слое почвы 0-40 см на 30,6-44,0 мг/кг (17,4-20,7 %). Значительное увеличение содержания подвижного калия в период посева ячменя установлено только на варианте, где применялись минеральные удобрения с биопрепаратами. Преимущество этого варианта, по сравнению с вариантом без удобрений, в этом случае составило 11,7 %.

Существенное увеличение послойной дифференциация почвы по содержанию подвижного фосфора и калия, по сравнению с вариантами со вспашкой установлено только при прямом посеве ячменя с последствием сложных удобрений.

### **Ферментативная активность почвы.**

По мнению И.А. Тихоновича, Ю.В. Круглова (2006) ферментативная активность почвы – наиболее объективный показатель, который оценивает биологическую активность почвы [193].

В своих исследованиях мы на чернозёме обыкновенном изучали влияние элементов технологий на активность ферментов: уреазы, фосфатазы и каталазы, которые определялись общепринятыми методами.

Для характеристики азотного режима почвы одним из важных показателей является фермент уреазы, который вырабатывается группой уробактерий, и относится к ферментативной группе амидаз. Этот фермент гидролизует только мочевины, при этом конечным продуктом гидролиза является углекислый газ и аммиак [208].

В наших исследованиях в засушливых условиях 2019 года в фазу всходов ячменя активность фермента практически не зависела от изучаемых вариантов (таблица 18).

Таблица 18 – Влияние элементов технологий на активность уреазы под посевами ячменя в период всходов, мг N-NH<sub>3</sub> на 1 почвы

Слой почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений					
	1	2	3	4	5	6
2019 год						
0-20	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005
20-40	0,004	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004
0-40	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005
2021 год						
0-20	0,016	0,019	0,021	0,027	0,025	0,026
20-40	0,014	0,022	0,024	0,024	0,024	0,024
0-40	0,015	0,021	0,023	0,026	0,025	0,025
среднее						
0-20	0,010	0,012	0,013	0,016	0,014	0,016
20-40	0,009	0,013	0,014	0,014	0,014	0,014
0-40	0,010	0,013	0,014	0,015	0,014	0,015

При благоприятных условиях 2021 года в начальные фазы развития растений ячменя выявлено повышение активности уреазы при прямом посеве и внесении удобрений, по сравнению с вариантами со вспашкой на 0,004-0,011 мг (19,0-73,3 %).

В среднем за два года наименьшее выделение аммиака, по данным анализа, установлено в контроле 0,010 мг, что на 0,003-0,005 мг (30,0-50,0 %) меньше значений, полученных на других изучаемых вариантах. При этом не установлено послонной дифференциации активности фермента в зависимости от исследуемых вариантов.

Потребление фосфатов из органических соединений растениями и микроорганизмами происходит за счёт фермента фосфатазы, который катализируют отщепление остатков фосфорной кислоты.

В условиях 2019 года применение вариантов с прямым посевом способствовало увеличению скорости дефосфорирования почвой органических соединений на 0,082-0,132 мг или в 2,6-4,3 раза, по сравнению с вариантами, где проводилась вспашка (таблица 19).

Таблица 19 – Влияние элементов технологий на активность фосфатазы под посевами ячменя в период всходов, мг фенолфталеина на 1 г почвы

Слой почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений					
	1	2	3	4	5	6
2019 год						
0-20	0,044	0,053	0,133	0,181	0,184	0,193
20-40	0,036	0,047	0,130	0,145	0,143	0,148
0-40	0,040	0,050	0,132	0,163	0,164	0,172
2021 год						
0-20	0,014	0,019	0,043	0,053	0,056	0,061
20-40	0,013	0,019	0,036	0,047	0,044	0,040
0-40	0,014	0,019	0,040	0,050	0,050	0,051
среднее						
0-20	0,029	0,036	0,088	0,117	0,120	0,127
20-40	0,025	0,033	0,083	0,096	0,094	0,094
0-40	0,027	0,035	0,086	0,107	0,107	0,111

В условиях 2021 года тенденция увеличения скорости фосфатазой активности при прямом посеве сохранилась, но преимущество, по сравнению с вариантами вспашки, снизилось до 0,021-0,037 мг или в 2,0-3,6 раза.

В среднем за два года выявлено увеличение активности фермента фосфатазы при прямом посеве, по сравнению с вариантами, где проводилась вспашка в слое почвы 0-40 см в 2,5-4,1 раза. При этом наибольшие значения активности, за счёт значений в верхнем слое почвы, установлены на вариантах с прямым посевом и применением удобрений – 0,107-0,111 мг, что на 0,021-0,025 мг (24,4-29,1 %) больше варианта с прямым посевом без применения удобрений.

При анализе микробиологической активности важным показателем является активность фермента каталазы, который разлагает ядовитую для микроорганизмов и растений перекись водорода на молекулярный кислород и воду.

В наших исследованиях в условиях 2019 года наибольшая активность каталазы выявлена в контроле 20,5 мг, что на 1,2-7,1 мг (6,2-53,0 %) больше остальных вариантов (таблица 20).

Таблица 20 – Влияние элементов технологий на активность каталазы под посевами ячменя в период всходов, мл O<sub>2</sub> на 1 г

Слой почвы, см	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений					
	1	2	3	4	5	6
2019 год						
0-20	20,8	20,0	16,5	13,7	16,3	17,3
20-40	20,2	18,6	15,9	13,1	18,1	16,3
0-40	20,5	19,3	16,2	13,4	17,2	16,8
2021 год						
0-20	26,4	23,5	21,6	23,3	23,4	23,4
20-40	16,3	20,8	20,8	23,8	22,1	22,0
0-40	21,4	22,2	21,2	23,6	22,8	22,7
среднее						
0-20	23,6	21,8	19,0	18,5	19,9	20,4
20-40	18,3	19,7	18,4	18,5	20,1	19,2
0-40	21,0	20,8	18,7	18,5	20,0	19,8

В условиях 2021 года не выявлено существенных изменений активности каталазы в зависимости от исследуемых вариантов.

В среднем за два года наибольшее выделение кислорода происходило при вспашке и прямом посеве с применением удобрений – 19,8-21,0 мг, что на 1,1-2,5 мг (5,9-13,5 %) больше вариантов с прямым посевом без применения минеральных удобрений.

Таким образом, применение прямого посева, по сравнению с вариантами, где проводилась вспашка, не снижает активность фермента уреазы и существенно увеличивает активность фосфатазы. На естественном по плодородию фоне прямого посева установлено снижение активности фермента каталазы, по сравнению с более интенсивными вариантами на 5,9-13,5 %.

### **3.3 Засоренность посевов**

Одной из главных задач в земледелии является решение проблемы борьбы с засоренностью посевов. При слабой степени засорённости полей, сорняками выносятся с одного гектара до 25 кг азота, 10 кг фосфора и 30 кг калия. При средней засорённости посевов, вынос питательных веществ возрастает вдвое, при сильной – втрое. На получении одного кг сухого вещества сорные растения потребляют в 3-4 раза больше воды, чем культурные [76].

Борьба с сорняками – одно из главных условий при оценке систем обработки почвы и технологий возделывания сельскохозяйственных культур. При этом до сих пор ведутся дискуссии о влиянии на засоренность различных способов и глубины основной обработки в технологиях. Многие исследователи [7, 27, 78, 102] приводят аргументы и доказывают, что происходит увеличение засорённости посевов культур при замене вспашки минимальными безотвальными обработками

В.Н. Новиков, А.П. Исаев (1996), Д. Чайлдс (1997) утверждают, что минимальные обработки за ротацию севооборота изменяют характер распределения семян сорняков в почве, сосредотачивая их в поверхностном слое [143, 215].

Это даёт возможность более интенсивно очищать пахотный слой от семян сорняков путём провокации их на прорастание с последующим уничтожением всходов с помощью механических обработок или гербицидов [46, 87, 97].

По мнению Г.И. Казакова (1997), И.А. Чуданова (2006), как у отвальной, так и безотвальной системе обработки, имеются свои недостатки, и применение их в чистом виде оправдано лишь в отдельных регионах. Во всех других зонах необходимо сочетать вспашку и безотвальную обработку на различную глубину [88, 221].

Исследования последних лет говорят о том, что самые лучшие результаты по борьбе с сорняками получены при интегрированной защите растений в севообороте [84, 162].

Одним из эффективных методов очищения почвы от сорняков является борьба с ними в чистом пару [16, 82, 148].

По данным опытов, проведённых в Самарском Заволжье, в среднем за годы исследований применение современных технологий с минимальными обработками не приводило к увеличению общей засорённости посевов ярового ячменя, по сравнению с традиционной технологией. При этом, за исключением варианта с прямым посевом ячменя, установлена средняя засорённость посевов малолетними и многолетними сорняками [148].

Внесение один раз в ротацию гербицидов сплошного действия, в опыте этого же региона, на варианте с прямым посевом яровых зерновых не позволило, при улучшенном водном режиме, удерживать засорённость посевов многолетними корнеотпрысковыми сорняками на слабом уровне до заключительного поля севооборота. Перед обработкой гербицидами на посевах ячменя отмечена очень сильная засорённость многолетними сорняками, которая по сравнению с другими вариантами, увеличивалась в 4,2-4,9 раза [52].

В 2018, 2019 гг. в опыте, проведённом в Тюменской области, в зоне северной лесостепи на темно-серой лесной почве биологическая эффективность гербицидов в течение 1 месяца после обработки против двудольных сорняков составляла 94-97 %, против злаковых и многолетних сорняков – 80-100%, в целом

против сорного компонента – 95,0-97,5 % и незначительно изменялась в зависимости от фона обработки почвы. Высокой эффективностью обладали препараты Статус Макс, Эстерон 600, Спикер, Балерина Супер, Примадонна + Гранат. Против злаковых сорных растений в течение вегетации высокую активность, проявляли препараты Авантикс Экстра, Овсюген Супер – 95-100 % [191].

В Республике Башкортостан различные варианты минимизации обработки давно внедряются в ряде хозяйств. В условиях учхоза БГАУ уфимского района РБ в 2003-2007 годы проводились исследования на стационарном полевом опыте по изучению влияния различных систем обработки почвы на фоне гербицидов на плодородие чернозема выщелоченного и урожайность яровой пшеницы и ячменя в зернопаропропашном свекловичном и зерновом сидеральных севооборотах.

Было доказано, что в целях деградации почвенного плодородия и очищения полей от сорняков рекомендуется широкое внедрение минимальной обработки почвы под зерновые культуры в севооборотах на фоне применения гербицидов [238].

В наших исследованиях видовой состав (ценоз) сорняков в годы исследований был типичен для зоны испытаний. При средней засорённости посевов малолетними сорняками основной сорняковый фон составляла щирица обыкновенная. Многолетние корнеотпрысковые сорняки были представлены – вьюнком и бодяком полевыми.

Кроме того, в посевах установлена высокая засорённость посевов падалицей подсолнечника. Перед обработкой гербицидами многолетние сорняки находились в фазе розетки-стеблевания, однолетние – в фазе всходы -5 листьев, подсолнечник – всходы - 2 пары настоящих листьев.

Установлено, что падалица подсолнечника, которая возделывалась по производственной системе Экспресс Сан, является самой устойчивой к гербицидам из всех производственных систем, поэтому для защиты ячменя от сорняков и падалицы подсолнечника необходим тщательный подбор гербицидов.

Для такой производственной системы подходят препараты, содержащие действующее вещество 2,4 д или Дикамба [146].

Испытываемые нами на яровом ячмене послевсходовые гербициды Прима, Опричник, Дисулам проявили высокую биологическую эффективность. Сорняки были уничтожены практически полностью. На гибель сорняков оказал влияние не только гербицид, но и конкурентная способность культурных растений.

К уборке урожая общая гибель сорняков составила до 100,0 %. Сохранившиеся сорняки (щирца обыкновенная) находились в угнетённом состоянии и не оказали значительного влияния на урожайность ярового ячменя. Применение гербицидов обеспечило гибель подсолнечника. Однако на вариантах без внесения азотных удобрений, вследствие слабой конкурентной способности культурных растений, установлено отрастание падалицы подсолнечника (таблица 21).

Таблица 21 – Количественная и весовая засоренность ячменя к уборке урожая при изучении элементов технологий возделывания (среднее за 2019-2021 годы)

Сорняки	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений					
	1	2	3	4	5	6
Количественная засоренность, шт./м <sup>2</sup>						
Однолетние	19,0	7,0	26,0	28,5	5,0	4,5
Многолетние	1,0	2,0	4,0	2,0	0,5	1,5
Всего	20,0	9,0	30,0	30,5	5,5	6,0
Весовая засоренность, г/м <sup>2</sup>						
Однолетние	32,5	25,0	48,5	73,0	30,0	27,0
Многолетние	7,5	3,0	94,0	22,0	1,0	4,0
Всего	41,0	28,0	142,5	95,0	31,0	31,0

Применение вариантов с прямым посевом ярового ячменя с внесением азотных удобрений снижало общую количественную засорённость, по сравнению со вспашкой и внесением удобрений, на 3,0-3,5 шт./м<sup>2</sup> (50,0-63,6 %), по сравнению с другими вариантами в 3,3-5,5 раз.

При анализе весовой засорённости, установлено, что применение прямого посева без внесения аммиачной селитры существенно увеличивает массу сорняков в 2,3-5,1 раза, по сравнению с другими изучаемыми вариантами.

Таким образом, для уничтожения падалицы подсолнечника, возделываемого по производственной системе Экспресс Сан целесообразно применение гербицидов, содержащих действующее вещество 2,4 Д или Дикамба. Эффективным приёмом для борьбы с сорняками при прямом посеве является улучшение азотного режима почвы от фазы всходов ячменя, что позволяет увеличить конкурентную способность растений к сорнякам и обеспечивать низкую засорённость посевов в течение всей вегетации.

### **3.4 Особенности роста и развития растений**

Создание оптимального водного и питательного режимов почвы, борьба с засорённостью посевов преследует единственную цель – обеспечить наилучшие условия для продукционного процесса растений и получить высокую урожайность сельскохозяйственных культур и качественную продукцию.

Для того чтобы определить все ли потенциальные возможности растений были использованы при формировании урожая, надо знать их особенности в течение вегетации. Одним из простых методов является наблюдения за наступлением фаз развития растений.

Фенологические наблюдения за годы исследований до фазы всходов не выявили различий в сроках наступления фаз развития растений в зависимости от изучаемых технологий и её элементов.

Посев ярового ячменя (3,5 млн. всхожих семян/га) на всех вариантах опыта производился с 14 апреля (2020 год) по 25 апреля (2021 год). В среднем за годы исследований всходы появились на 12 день (таблица 22). При этом наступление фазы всходов при достаточных запасах продуктивной влаги зависело от температурного режима воздуха, и находилось в обратной связи с признаком.

Наиболее низкие температуры, за годы исследований, в эту фазу отмечены в 2020 году, что способствовало наибольшему сроку для появления всходов – 15 дней. При более оптимальной температуре воздуха в 2019 и 2021 годах полные всходы появились на 10 и 11 день (приложения 3-5).

В отличие от всходов, где питательный режим почвы практически не оказывал влияние на развитие ростка, к фазе кущения отмечены различия в сроках наступления фазы в зависимости от уровней питания. Улучшение питания растений на вариантах с внесением удобрений при хороших запасах продуктивной влаги, способствовало лучшему развитию растений, что незначительно сокращало до одного дня (2019, 2020 годы) наступление фазы кущения на этих вариантах.

К фазам трубкования, колошения и цветения при большем коэффициенте общей и продуктивной кустистости на вариантах с внесением минеральных удобрений, тенденция сокращения межфазных периодов, по сравнению с вариантами, где удобрения не вносились, продолжилась. При этом разница по годам между вариантами колебалась от одного дня в фазу трубкования (2019 год) до четырёх дней в фазу цветения (2019, 2020 годы).

В среднем за три года разница между вариантами при наступлении фазы трубкования составила 2-3 дня, при цветении – 4 дня.

К полной спелости на вариантах с внесением удобрений созревание зерна, по сравнению с вариантами, где удобрений не вносились, сократилось на 5-7 дней.

Погодные условия оказывали влияние не только на продолжительность межфазных периодов, но и на вегетацию в целом. Ранний срок посева в 2020 году способствовал наибольшему вегетационному периоду ячменя за годы исследований, который колебался в зависимости от изучаемых вариантов от 89 до 97 дней. В 2019 и 2021 годах период от посева до полной спелости зерна был практически одинаковым и колебался по вариантам от 83 до 89 дней и от 81 до 87 дней соответственно.

Таблица 22 – Продолжительность вегетации по фазам растений ячменя при изучении элементов технологий от посева культуры, дней (среднее за 2019-2021 год)

Фактор А	Фактор В	Фазы развития							
		всходы	кущение	трубкование	колошение	цветение	спелость		
							молочная	восковая	полная
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	12	22	34	54	57	68	80	90
	фунгицид	12	22	34	54	57	68	81	91
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	12	21	32	51	53	64	76	85
	фунгицид	12	21	32	51	53	64	76	85
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	12	22	34	54	57	68	81	90
	фунгицид	12	22	34	54	57	68	81	90
4. Фон + биопрепарат	0	12	22	34	54	57	68	81	90
	фунгицид	12	22	34	54	57	68	81	90
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	12	21	31	51	53	64	75	84
	фунгицид	12	21	31	51	53	64	75	85
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	12	21	31	51	53	64	75	84
	фунгицид	12	21	31	51	53	64	75	85

Одним из способов контроля производственного процесса являются методы почвенно-растительной диагностики, основой которых является структурный анализ урожая зерна [213].

Поэтому нами в фазу восковой спелости зерна отбирался материал для определения элементов структуры урожая.

В 2019 году практически по всем анализируемым элементам получены самые низкие значения за годы исследований.

Яровой ячмень кустится сильнее, чем пшеница и овёс. Его кустистость зависит от многих факторов – температурного и водного режимов почвы, плодородия почвы, сроков сева, норм высева и других. При этом данные о влиянии различных систем обработки и технологий на общую и продуктивную кустистость противоречивы.

В наших исследованиях 2019 года, несмотря на засушливые условия, получены средние для ячменя коэффициенты общей и продуктивной кустистости – 1,72-2,36. Применение азотных удобрений существенно увеличивало этот показатель на варианте со вспашкой на 0,50 ед. (28,4 %), при прямом посеве разница сокращалась до 0,16 ед. (8,6 %) (приложение 6).

Помимо коэффициента кустистости применение азотных удобрений обеспечило увеличение густоты продуктивного стеблестоя, массы и количества зерна с колоса.

При вспашке разница с вариантами без удобрений по густоте продуктивного стеблестоя и массе зерна составила 28-83 шт./м<sup>2</sup> (9,0-32,0 %) и 0,02-0,13 г (4,5-34,2 %) соответственно. При прямом посеве преимущество удобренных вариантов по показателю возрастало до 70-136 шт./м<sup>2</sup> (29,6-61,8 %) и 0,01-0,15 г (2,0-33,3 %) соответственно. Применение фунгицида Солигор способствовало лучшей сохранности продуктивных стеблей в контроле до 53 шт./м<sup>2</sup> (20,5 %). Наибольшая густота продуктивного стеблестоя выявлена на 6 варианте с применением фунгицида Солигор – 356 шт./м<sup>2</sup>, что на 14-136 шт./м<sup>2</sup> (4,1-61,8 %) больше контроля и других изучаемых вариантов.

Высота растений зависит от внешних и внутренних факторов, она тесно связана с накоплением биомассы. В исследованиях И.Н. Бесалиева и А.Г. Крючкова (2007) на чернозёмах южного Урала наиболее продуктивными оказываются посевы ячменя с высотой растений 98-102 см. Низкорослые посеы при небольшой надземной биомассе не могут обеспечить высокую конечную продуктивность растений. В практике степных земледельцев по высоте стеблестоя зерновых культур и, особенно ячменя судят о возможной урожайности. Растения низкорослые, как правило, отличаются и меньшей продуктивностью, поскольку их рост ограничивает засушливость сезона [14].

В наших исследованиях в засушливых условиях 2019 года установлена наименьшая высота растений ячменя за годы исследований 39,8-54,1 см. Применение азотных удобрений существенно увеличивало высоту растений при вспашке на 14,3 см (35,9 %), прямом посеве – 4,4 см (9,5 %).

Обработка посевов фунгицидом сокращало высоту растений только при вспашке с внесением азотных удобрений на 6,0 см (12,5 %). На остальных вариантах технологий разница (по фактору В) не выявлена.

Анализ элементов структуры в 2020 году выявил наибольшие значения за годы исследований практически по всем элементам структуры.

В благоприятных условиях для роста и развития этого года коэффициент продуктивности по изучаемым вариантам составил 2,24-3,00 ед.

Внесение азотных удобрений обеспечило увеличение коэффициента на прямом посеве на 0,32-0,68 ед. (13,8-29,3 %), при вспашке разница по кустистости не выявлена.

Как и в 2019 в текущем году выявлено преимущество вариантов с применением минеральных удобрений по густоте продуктивного стеблестоя и высоте растений. При вспашке разница с вариантами без применения удобрений по густоте составила 70-75 шт./м<sup>2</sup> (18,7-20,2 %), высоте растений – 2,8 см (4,2 %). При прямом посеве преимущество удобренных вариантов возрастало до 124-168 шт./м<sup>2</sup> (39,1-52,4 %) и 6,6-7,6 см (11,3-13,4 %) соответственно (приложение 7).

Обработка посевов фунгицидом способствовала замедлению ростовых процессов, снижению высоты растений на всех вариантах и увеличению количества и массы зерна с колоса и растения на вариантах со вспашкой. Разница здесь по количеству зерна и массы с растения составила 0,4-1,0 шт. (3,2-17,7 %), и 0,12-0,23 г (7,3-15,8 %). Высота растений при применении фунгицида на варианте со вспашкой снижалась на 3,2-6,0 см (4,9-10,0 %), прямом посеве – 3,4-6,0 см (6,2-11,1 %).

В 2021 году установлено, что в контроле выявлено, за исключением количества зерна с колоса, улучшение элементов структуры урожая, по сравнению с прямым посевом без применения удобрений.

Внесение аммиачной селитры, за исключением количества и массы зерна с колоса, существенно увеличивало показатели всех элементов структуры урожая, по сравнению с вариантами без применения удобрений.

При вспашке коэффициент продуктивной кустистости и масса зерна с растения за счёт улучшения минерального питания растения увеличивались на 0,50 ед. (25,5 %) и 0,39 г (27,3 %) соответственно. При прямом посеве разница между вариантами увеличивалась до 0,86-1,10 ед. (62,3-79,7 %) и 0,61-0,93 г (67,0-102,2 %) (приложение 8).

Как и в предыдущие годы, внесение азотных и последствие сложных удобрений способствовало возрастанию густоты продуктивного стеблестоя. При вспашке преимущество в количестве стеблей составило 117,0 шт./м<sup>2</sup> (47,6 %), на варианте с прямым посевом – 159,0-160,0 шт./м<sup>2</sup> (82,0-82,5 %).

Применение фунгицида Солигор на всех изучаемых вариантах по способам основной обработки почвы и системам удобрений незначительно изменяло элементы структуры урожая. При этом данный агроприём, как и в предыдущие годы, способствовал замедлению ростовых процессов и снижению высоты растений на варианте со вспашкой на 10,6 см (22,5 %), прямом посеве – 6,3-7,9 см (13,8-17,2 %).

В среднем за годы исследований, на контроле, по сравнению с прямым посевом без применения удобрений, установлено увеличение коэффициента

продуктивной кустистости на 0,26 ед. (14,1 %), массы зерна с растений – 0,19 ед. (18,4 %) и количества продуктивных стеблей – 43,6 шт./м<sup>2</sup> (17,5 %) (таблица 22).

Внесение азотных и последствие сложных минеральных удобрений обеспечило увеличение коэффициента продуктивной кустистости массы зерна с растений и густоты продуктивного стеблестоя.

При вспашке разница с вариантами без применения удобрений по коэффициенту составила 0,30 ед. (14,2 %), по массе зерна и количеству продуктивных стеблей 0,27 г (22,1 %) и 89,4 шт./м<sup>2</sup> (30,5 %). При прямом посеве преимущество удобренных вариантов по коэффициенту возросло до 0,35 ед. (18,9 %), по массе зерна и густоте до 0,35-0,65 г (34,0-63,1 %) и 130,0-138,3 шт./м<sup>2</sup> (52,1-55,4 %) соответственно, что способствовало выравниванию значений элементов структуры, по сравнению с вариантами, где применялась вспашка. При этом наибольшая густота продуктивного стеблестоя выявлена на 6 варианте – 403,7 шт./м<sup>2</sup>.

При улучшении азотного питания растений выявлена существенная разница по высоте растений. Максимальные значения (по фактору А) выявлены при вспашке с внесением азотных удобрений 60,2 см, что на 9,2 см (18,0 %) выше контроля и на 4,3-10,2 см (7,7-20,4 %) вариантов с прямым посевом.

Обработка посевов фунгицидом на контроле и прямом посеве без применения удобрений незначительно на 1,1-1,3 см (2,2-2,6 %) снижало высоту растений (таблица 23, рисунок 3).

При вспашке с внесением удобрений обработка посевом фунгицидом снижала высоту растений на 4,1 см (7,3 %). При прямом посеве разница в высоте растений между вариантами снижалась до 2,3-2,5 см (4,3-5,2 %), но она также была существенной.

При анализе влияния погодных условий на элементы структуры урожая (масса зерна с колоса, густота продуктивного стеблестоя, высота растений) установлено, что масса зерна зависела от количества осадков и ГТК.



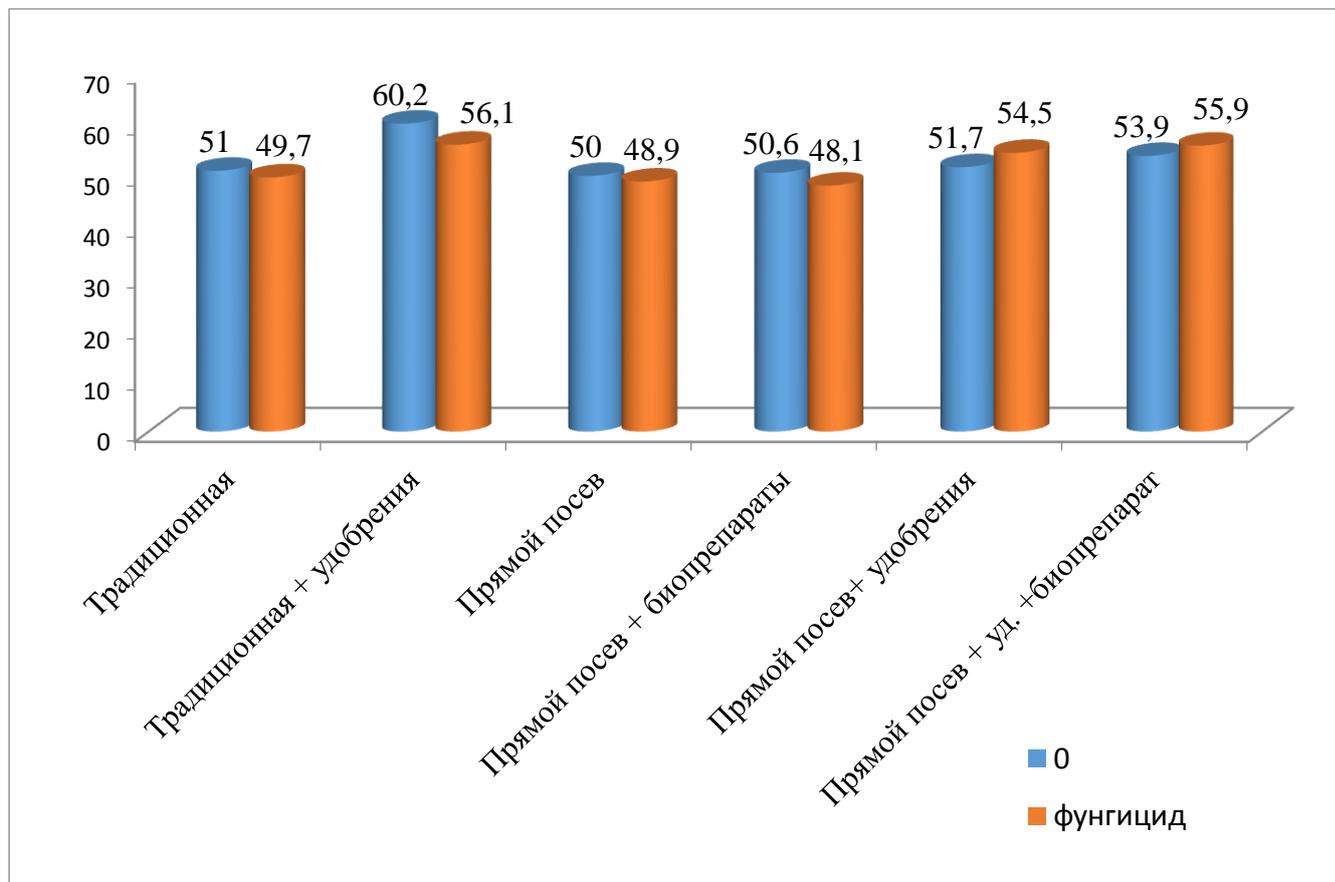


Рисунок 3 – Влияние элементов технологий на высоту растений, см  
(среднее за 2019-2021 годы)

На вариантах без применения минеральных удобрений масса зерна с колоса находилась в прямой линейной и функциональной связи с количеством осадков за июнь и май-июнь ( $r=0,99-1,00^{**}$ ) и ГТК за июнь, май-июнь и вегетационный период ( $r=0,97-1,00^{**}$ ). На варианте со вспашкой и внесением аммиачной селитры значимая связь массы зерна с колоса выявлена только с ГТК за июнь ( $r=1,00^{**}$ ). На варианте с прямым посевом и внесением азотных удобрений не выявлено значимой связи массы зерна с погодными условиями за изучаемые годы (таблица 24).

В отличие от массы зерна, густота продуктивного стеблестоя на вариантах без внесения азотных удобрений существенно зависела от температуры воздуха за июнь и май-июнь и ГТК за май, при этом с температурой воздуха выявлена обратная связь, с ГТК прямая. На вариантах с применением азотных удобрений

прямая функциональная связь выявлена с ГТК за май и относительной влажностью воздуха за май-июнь ( $r=0,98-1,00^{**}$ ).

Таблица 24 – Линейная корреляционная связь погодных условий с элементами структуры урожайности в зависимости от элементов технологии

Признаки	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений			
	1	2	3, 4	5, 6
Масса зерна с колоса, г				
Количество осадков за июнь, мм	0,99	0,98	1,00**	0,94
Количество осадков за май-июнь, мм	1,00**	0,93	0,99	0,88
ГТК за июнь	0,97	1,00**	0,99	0,98
ГТК за май-июнь	1,00**	0,93	0,99	0,87
ГТК за вегетационный период	1,00**	0,98	1,00**	0,95
Густота продуктивного стеблестоя, шт./м <sup>2</sup>				
Температура воздуха июня °С	-0,96	-	-1,00**	-
Температура воздуха мая-июня °С	-0,97	-	-0,99	-
ГТК за май	0,99	0,99	1,00**	0,98
Относительная влажность воздуха за май-июнь, %	-	0,99	-	1,00**
Высота растений, см				
Температура воздуха июня °С	-	-	-0,93	-
ГТК за май	0,98	0,99	1,00**	0,99
Относительная влажность воздуха за май-июнь, %	1,00**	1,00**	0,94	1,00**

Примечание: \*значимо на 5% уровне, \*\*значимо на 1% уровне

При анализе высоты растений установлена функциональная связь практически на всех вариантах с относительной влажностью воздуха за май-июнь.

Таким образом, на контроле выявлено, по сравнению с вариантом, где применялся прямой посев без удобрений, увеличение коэффициента продуктивной кустистости на 0,26 ед. (14,1 %), массы зерна с растений – 0,19 ед. (18,4 %) и количество продуктивных стеблей – 43,6 шт./м<sup>2</sup> (17,5 %). Применение азотных удобрений и последствие сложных способствовало увеличению коэффициента продуктивной кустистости при вспашке на 0,30 ед. (14,2 %), массы зерна с растения и количества продуктивных стеблей на 0,27 г (22,1 %) и 89,4

шт./м<sup>2</sup> (30,5 %). На варианте с прямым посевом преимущество удобренных вариантов по коэффициенту возрастало до 0,35 ед. (18,9 %), по массе зерна и густоте до 0,35-0,65 г (34,0-63,1 %) и 130,0-138,3 шт./м<sup>2</sup> (52,1-55,4 %) соответственно, что способствовало выравниванию значений, по сравнению с вариантами вспашки. При этом наибольшая густота продуктивного стеблестоя выявлена на варианте с прямым посевом и комплексным применением селитры и биопрепарата.

### 3.5 Урожайность и качество зерна

Обобщающим показателем влияния технологий возделывания и её элементов на производственный процесс растений является урожайность, которая определяется действием многих факторов, проявляющихся по-разному в зависимости от изучаемых элементов и технологий в целом. В различных районах России и в странах ближнего зарубежья за последние 50 лет проведено большое количество исследований по изучению эффективности способов и глубины основной обработки почвы. При этом было установлено, что приёмы обработки должны иметь адаптацию по отношению к местным почвенно-климатическим условиям, возделываемым культурам и наиболее подходящим севооборотам для данной зоны [6, 23, 52].

Доказано, что в степных районах Сибири и Казахстана наиболее рациональна плоскорезная обработка на разную глубину с сохранением стерни на поверхности почвы, которая в данных условиях не только дает защиту почвы от ветровой эрозии, что позволяет накопить и сберечь влагу, также сохранить почвенное плодородие, а это непосредственно способствует увеличению продуктивности возделываемых сельскохозяйственных культур [9, 130, 155, 212].

Помимо этих исследований положительное влияние плоскорезных, минимальных, безотвальных обработок и прямого посева на урожайность, при

сокращении энергозатрат выявлено во многих научных учреждениях [8, 26, 64, 85, 106, 169, 174, 224, 232, 240, 243, 246, 248].

Однако в современных условиях в большинстве зон, по мнению многих учёных, нужно применять дифференцированные по глубине и комбинированные обработки почвы в севооборотах с учётом почвенно-климатических условий и реакции на них возделываемых культур [16, 49, 90, 216, 221].

Проводимые в течение последних лет исследования по разработке современных агротехнологий позволили Самарскому НИИСХ создать новое поколение ресурсо-энергосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур для чернозёмной и сухостепной зон Самарской области, не уступающие по продуктивности традиционной технологии, но значительно превышающие её по экономической эффективности [82, 110, 148, 227, 240]. Однако исследований по возделыванию ячменя по предшественнику подсолнечнику в литературе не установлено.

При анализе урожайности установлено, что в самых аномальных погодных условиях за годы исследований в 2019 году получена самая низкая урожайность ярового ячменя, которая находилась на уровне и ниже среднеголетних значений для региона – 0,98-1,95 т/га (таблица 25, приложение 9).

На фоне протравливания семян препаратом Селест Макс на естественном по плодородию фоне не установлено снижения урожайности на вариантах прямого посева, по сравнению с контролем.

Несмотря на засушливые условия, в исследованиях выявлена высокая отзывчивость культуры на применение минеральных азотных удобрений. На варианте с ежегодной вспашкой в севообороте прибавка от применения азотных удобрений составила 0,42 т/га (40,0 %). При применении прямого посева прибавка урожайности от внесения аммиачной селитры перед посевом возросла до 0,62 т/га (63,3 %). Увеличение урожайности от совместного действия азотных удобрений и биопрепарата составило 0,91 т/га (92,9 %).

Таблица 25 – Влияние элементов технологий на урожайность зерна ярового ячменя (после подработки и приведённой к 14% влажности), т/га

Фактор А	Фактор В	Годы			Среднее
		2019	2020	2021	
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	1,05	2,16	2,03	1,75
	фунгицид	1,11	2,29	2,06	1,82
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	1,47	2,87	2,88	2,41
	фунгицид	1,64	2,97	2,95	2,52
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	0,98	1,72	1,41	1,37
	фунгицид	1,01	1,86	1,50	1,46
4. Фон + биопрепарат	0	0,98	1,77	1,37	1,37
	фунгицид	1,02	1,95	1,49	1,49
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	1,60	3,06	2,79	2,48
	фунгицид	1,87	3,24	3,08	2,73
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	1,89	3,17	2,95	2,67
	фунгицид	1,95	3,31	3,08	2,78
Среднее по фактору В	0	1,33	2,46	2,24	2,01
	фунгицид	1,43	2,60	2,36	2,13
НСР <sub>05</sub> : варианты		0,12	0,21	0,13	0,15
Фактор А		0,08	0,15	0,09	0,11
Фактор В		0,05	0,08	0,05	0,06
Взаимодействие факторов АВ		F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>			

При применении минеральных удобрений выявлена существенная прибавка урожайности от обработки посевов фунгицидом Солигор. При вспашке она составила 0,17 т/га (11,6 %), при прямом посеве – 0,06-0,27 т/га (3,2-16,9 %).

В благоприятных условиях 2020 года к посеву культуры, предшественник подсолнечник оказал положительное действие на запасы продуктивной влаги в почве, но существенно ухудшил питательный режим растений ячменя, особенно азотный. В этих условиях в текущем году получена наибольшая за годы исследований урожайность ярового ячменя, которая находилась на уровне и выше среднемноголетних значений – 1,72-3,31 т/га (таблица 25, приложение 10).

На фоне протравливания семян препаратом Селест Макс на естественном по плодородию фоне выявлено преимущество в продуктивности растений на контроле, по сравнению с вариантом прямого посева без применения удобрений, что обеспечило прибавку урожайности на 0,44 т/га (25,6 %).

Отзывчивость культуры на применение минеральных азотных удобрений и последствие сложных удобрений в текущем году была значительно выше, чем в 2019 году. На варианте с ежегодной вспашкой прибавка от применения азотных удобрений составила 0,71 т/га (32,9 %). На вариантах с прямым посевом, внесение азотных удобрений, по сравнению с фоном без удобрений, способствовало существенному улучшению азотного питания растений, увеличению густоты продуктивного стеблестоя и конкурентной способности к падалице подсолнечника, что обеспечило возрастание урожайности на 0,93-1,34 т/га (65,7-77,9 %).

Эффективность применения фунгицида в текущем году была существенной, но значительно меньше, по сравнению с отзывчивостью на удобрения. На варианте со вспашкой прибавка урожайности от этого агроприёма составила 0,10-0,13 т/га (3,5-6,0%). При прямом посеве увеличение урожайности от обработки посевов фунгицидами на естественном по плодородию фоне составила 0,14 т/га (8,1 %), на удобренных незначительно возросла в абсолютных величинах до 0,14-0,18 т/га (4,4-5,9 %).

Прибавка от применения биопрепаратов в фазу кущения была незначительной – 0,05 т/га (2,9 %). Это связано с отсутствием конкурентной способности культуры к падалице подсолнечника на этом варианте.

В условиях 2021 года получена высокая урожайность ячменя, которая существенно колебалась в зависимости от исследуемых вариантов от 1,37 т/га до 3,08 т/га.

Также как и в 2020 году получена значительная прибавка урожайности от применения азотных удобрений. При вспашке она составила 0,85 т/га (41,9 %), на варианте с прямым посевом – 1,38 т/га (97,9 %). Совместное применение

удобрения и биопрепаратов при прямом посеве обеспечило увеличение урожайности на 1,54 т/га (109,2 %) (таблица 25, приложение 11).

Математически доказуемое увеличение урожайности от обработки посевов фунгицидом выявлено на всех вариантах при прямом посеве и составило 0,09-0,29 т/га (6,4-10,4 %). При вспашке обработка фунгицидом была оправдана при применении азотных удобрений, где прибавка урожайности от применения фунгицида составила 0,07 т/га (2,4 %).

В среднем за годы исследований, главным образом за счёт значений 2020 года, на естественном по плодородию фоне установлено увеличение урожайности на контроле, по сравнению с вариантом прямого посева на 0,38 т/га (27,7 %).

Применение аммиачной селитры существенно увеличивало густоту продуктивного стеблестоя и за счёт этого урожайность зерна ячменя при вспашке на 0,66 т/га (37,7 %), прямом посеве – 1,11 т/га (81,0 %).

Наибольшая урожайность выявлена на варианте с прямым посевом, где применялись аммиачная селитра и биопрепарат 2,67 т/га, что на 0,19-0,26 т/га (7,6-10,8 %), больше интенсивных по удобрениям фонам со вспашкой и прямым посевом.

В исследованиях не установлено увеличения урожайности на варианте с прямым посевом и применением биопрепаратов.

Существенная прибавка урожайности от обработки посевов фунгицидами отмечена на всех вариантах, но наибольшей 0,25 т/га (10,1 %) она была при прямом посеве и внесении азотных удобрений.

При анализе зависимости урожайности зерна с регулируемыми и не регулируемыми факторами из погодных условий на показатель на всех вариантах опыта в наибольшей степени влияли: количество осадков за июль и сентябрь-июль, ГТК за июль и относительная влажность воздуха за июнь, вегетацию ячменя и сентябрь-июль (таблица 26).

На вариантах со вспашкой выявлена взаимосвязь урожайности зерна с содержанием подвижного фосфора и калия в почве в период всходов культуры.

Таблица 26 – Линейная корреляционная связь регулируемых и не регулируемых признаков с урожайностью зерна в зависимости от элементов технологии

Признаки	Варианты способов основной обработки почвы и систем удобрений			
	1	2	3, 4	5, 6
Не регулируемые признаки				
Количество осадков за июль, мм	-0,95...-0,97	-0,90...-0,92	-1,00...-1,00**	-0,95...-0,97
Количество осадков за сентябрь-июль, мм	-0,96...-0,98	-0,92...-0,93	-1,00...-1,00**	-0,96...-0,97
ГТК за апрель	0,91-0,94	-	0,99-1,00**	0,91-0,94
ГТК за июль	-0,97...-0,98	-0,93...-0,94	-1,00...-1,00**	-0,97...-0,98
Относительная влажность воздуха за июнь, %	0,98-0,99	1,00**	0,91	0,98-0,99
Относительная влажность воздуха за май-июнь, %	-	-	0,96	-
Относительная влажность воздуха за вегетацию ячменя, %	0,99-1,00**	0,97	0,98	0,99-1,00**
Относительная влажность воздуха за сентябрь-июль, %	0,98-0,99	1,00	0,91	0,98-0,99
Регулируемые признаки				
Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в слое 0-20 и 0-40 см	0,98-1,00**	0,97-1,00**	-	-
Содержание K <sub>2</sub> O в слое 0-40 см	0,99-1,00**	0,99	-	-
Коэффициент продуктивной кустистости	-	0,99	-	0,93-0,96
Масса зерна с колоса	-	0,96	-	0,95-0,97
Масса зерна с растений	0,99-1,00**	0,98	-	0,99-1,00**
Содержание белка, %	-0,98...-0,99	-	-0,97	-0,98...-0,99

Примечание: \*значимо на 5% уровне, \*\*значимо на 1% уровне, - коэффициент корреляции ниже 0,90

Практически на всех вариантах установлена линейная взаимосвязь урожайности зерна с массой зерна с растения и содержанием белка в зерне.

При выращивании всех сельскохозяйственных культур одним из главных показателей производства является урожайность. Однако при этом в большей степени востребовано зерно, имеющее качественные показатели.

Исследования по влиянию различных элементов технологий в разных почвенно-климатических зонах страны показали неоднозначные результаты по качеству зерна ячменя [12, 47, 53, 91, 142, 178, 185, 231].

В наших исследованиях при изучении массы 1000 семян установлено, что показатель в большей степени зависел от погодных условий в период налива и созревания зерна и практически не изменялся в зависимости от изучаемых элементов технологий (таблица 27).

Таблица 27 – Влияние элементов технологий на массу 1000 зёрен ячменя, г

Фактор А	Фактор В	Годы			Среднее
		2019	2020	2021	
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	44,3	47,1	38,5	43,3
	фунгицид	41,7	45,9	39,3	42,3
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	44,7	47,2	38,7	43,5
	фунгицид	43,1	47,5	37,3	42,6
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	43,7	46,3	39,0	43,0
	фунгицид	44,7	46,4	38,3	43,1
4. Фон + биопрепарат	0	44,1	46,7	38,4	43,1
	фунгицид	45,2	46,4	39,8	43,8
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	45,6	46,2	38,0	43,3
	фунгицид	45,6	47,9	38,5	44,0
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	44,2	46,0	39,0	43,1
	фунгицид	43,5	46,2	38,2	42,6
Среднее по фактору В	0	44,4	46,6	38,6	43,2
	фунгицид	44,0	46,7	38,6	43,1
НСР <sub>05</sub> : варианты		1,1	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>
Фактор А		0,8	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>
Фактор В		F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>			
Взаимод. факторов		1,1	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	1,4	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>

В 2019 году при низкой урожайности зерна получена средняя масса 1000 семян ячменя – 41,7-45,6 г. При этом выявлено, что при прямом посеве, по сравнению с вариантами вспашки, масса зерна не снижалась. Наибольшие

значения выявлены на вариантах с прямым посевом внесение аммиачной селитры и биопрепарата и обработкой фунгицидом – 45,2-45,6 г., что незначительно на 0,5-2,1 г (1,1-4,8 %) выше остальных вариантов с прямым посевом и на 0,5-3,9 г (1,1-9,4 %) вариантов со вспашкой.

Установлено, что при вспашке, обработка посевов фунгицидами, увеличивая количество зерна в колосе и урожайность зерна, способствовала снижению массы 1000 семян. На естественном по плодородию фоне разница (по фактору В) составила 2,6 г (6,2 %), на варианте с внесением удобрений снижалась до 1,6 г (3,7 %).

При прямом посеве различия (по фактору В) в условиях 2019 года не установлены.

В благоприятных условиях для роста и развития ярового ячменя в 2020 году при максимальной урожайности за годы исследований получена наибольшая за период 2019-2021 годы масса 1000 семян, которая практически не изменялась от изучаемых агроприёмов и составила 45,9-47,5 г.

При аномально-жаркой погоде в период налива и созревания зерна ячменя в 2021 году при высокой урожайности зерна установлена наименьшая масса 1000 семян за годы исследований – 37,3-39,8 г, которая так же, как в 2020 году практически не изменялась в зависимости от исследуемых вариантов.

В среднем за годы исследований, как и в 2020 и 2021 году масса 1000 семян не изменялась в зависимости от исследуемых вариантов и составила 42,3-44,0 г.

В проведённых исследованиях установлено, что масса 1000 семян на вариантах со вспашкой и при прямом посеве без внесения удобрений находилась в функциональной обратной связи с количеством осадкой за май, температурой воздуха за апрель и май и относительной влажностью за апрель ( $r=-0,99\dots-1,00^{**}$ ). При прямом посеве с внесением аммиачной селитры масса 1000 семян находилась в прямой функциональной связи количеством осадков за сентябрь-июль ( $r=1,00^{**}$ ).

Натура зерна, так же, как и масса 1000 семян в наибольшей степени зависела от погодных условий в период от кущения до колошения ячменя и в

абсолютных величинах в зависимости от исследуемых вариантов изменялась незначительно. На всех изучаемых вариантах выявлена обратная функциональная связь показателя с температурой воздуха за июнь ( $r=-1,00^{**}$ ).

При низкой урожайности зерна в 2019 году получены средние значения натуры зерна – 660,0-669,0 г/л (таблица 28).

Таблица 28 – Влияние изучаемых элементов технологий на натуру зерна, г/л

Фактор А	Фактор В	Годы			Среднее
		2019	2020	2021	
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	661,0	720,0	635,7	672,2
	фунгицид	661,0	718,5	638,0	672,5
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	660,0	721,7	637,1	672,9
	фунгицид	663,0	720,0	637,4	673,5
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	669,0	722,5	631,0	674,2
	фунгицид	661,5	721,0	637,7	673,4
4. Фон + биопрепарат	0	666,5	719,5	643,7	676,6
	фунгицид	660,0	719,0	643,4	674,1
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	662,5	718,5	635,4	672,1
	фунгицид	660,5	721,5	637,4	673,1
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	660,0	717,0	645,4	674,1
	фунгицид	660,0	721,0	637,0	672,7
Среднее по фактору В	0	663,2	719,9	638,1	673,7
	фунгицид	661,0	720,2	638,5	673,2
НСР <sub>05</sub> : варианты		4,7	3,0	6,5	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>
Фактор А		3,3	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	4,6	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>
Фактор В		F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>			
Взаимод. факторов		4,7	3,0	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>

Максимальные значения выявлены при прямом посеве без удобрений и с обработкой посевом биопрепаратом – 666,5-669 г/л, что 4,0-9,0 г/л (0,6-1,4 %) больше остальных вариантов.

В благоприятных условиях для роста и развития ярового ячменя, которые сложились в 2020 году, выявлена наибольшая за годы исследований натура – 718,5-721,7 г/л, которая не изменялась в зависимости от исследуемых вариантов.

При аномально жаркой погоде в период налива и созревания ячменя в 2021 году установлены минимальные значения натуры зерна – 635,4-645,4 г/л. При этом наибольшие значения выявлены на вариантах с прямым посевом с применением биопрепарата и комплексным применением азотных удобрений и биопрепарата – 643,4-645,4 г/л, что на 5,4-14,4 г/л (0,8-2,3 %) больше остальных вариантов.

В среднем за три года за счёт значений 2020 года выявлены высокие значения натуры – 672,1-676,6 г/л, которые, как и в другие годы исследований согласно ГОСТу 28672-2019 соответствуют первому классу качества.

Наряду с массой 1000 семян и натурой зерна основным показателем качества зерна ячменя является содержание белка, которое по данным многочисленных исследований имеет обратную взаимосвязь с урожайностью зерна [43, 53, 154, 210].

В наших исследованиях эта тенденция подтвердилась. За исключением варианта со вспашкой и внесением азотных удобрений выявлена тесная обратная линейная взаимосвязь урожайности зерна с белком ( $r=-0,97\dots-0,99$ ).

Из погодных условий на содержание белка наибольшее влияние оказывала относительная влажность воздуха за июнь и сентябрь-апрель ( $r=-1,00^{**}$ ). На вариантах с прямым посевом содержание белка зависело от относительной влажности воздуха за май-июнь и массы зерна с растения ( $r=-0,98\dots-1,00^{**}$ ).

В 2019 году при самой низкой урожайности выявлено наибольшее содержание белка в зерне за годы исследований – 10,9-12,5 % (таблица 29).

На естественном по плодородию фоне наибольшее содержание белка установлено на контроле – 11,9-12,5 %, что на 0,4-1,2 % больше прямого посева. При внесении удобрений не установлено существенных изменений содержания белка в зависимости от исследуемых технологий и улучшения минерального питания растений.

Таблица 29 – Влияние изучаемых элементов технологий на содержание белка в зерне, %

Фактор А	Фактор В	Годы			Среднее
		2019	2020	2021	
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	11,9	9,6	9,5	10,3
	фунгицид	12,5	9,6	10,9	11,0
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	11,7	9,7	9,9	10,4
	фунгицид	10,9	9,8	10,6	10,4
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	11,3	9,7	10,7	10,6
	фунгицид	11,5	9,6	10,3	10,5
4. Фон + биопрепарат	0	11,4	9,9	9,6	10,3
	фунгицид	11,9	9,4	10,0	10,4
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	11,8	9,4	10,1	10,4
	фунгицид	10,9	9,6	10,2	10,2
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	11,4	9,4	9,5	10,1
	фунгицид	11,7	9,7	10,5	10,6
Среднее по фактору В	0	11,6	9,6	9,9	10,4
	фунгицид	11,6	9,6	10,4	10,5
НСР <sub>05</sub> : варианты		0,5	0,3	0,8	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>
Фактор А		0,3	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>
Фактор В		F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	0,3	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>
Взаимод. факторов		0,5	0,3	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>т</sub>

Внесение фунгицида на контроле способствовало увеличению содержания белка на 0,6 %. При внесении азотных удобрений на традиционной технологии наблюдалась обратная тенденция. Обработка фунгицидом при улучшении азотного питания растений, увеличивая урожайность зерна, снижало содержание белка в нём на 0,8 %.

При благоприятных условиях для роста и развития ячменя в 2020 году установлено наименьшее содержание белка в зерне, которое не зависело от исследуемых вариантов и составило 9,4-9,9 %.

При аномально-жаркой погоде в период налива и созревания зерна в 2021 году выявлено среднее содержание белка за годы исследований – 9,5-10,9 %. При вспашке и прямом посеве с комплексным применением удобрений выявлено увеличение содержания белка при обработке посевов фунгицидом на 0,7-1,4 %.

В среднем за годы исследований содержание белка в зерне было низким и колебалось от 10,1 до 11,0 %, при наибольших значениях на контроле с внесением фунгицида в фазу трубкования. Обработка посевов фунгицидом на контрольном варианте способствовала увеличению содержания белка на 0,7 %.

Таким образом, в среднем за годы исследований на естественном по плодородию фоне выявлено преимущество по урожайности контроля, по сравнению с прямым посевом на 0,38 т/га (27,7 %).

Применение аммиачной селитры существенно увеличивало густоту продуктивного стеблестоя и за счёт этого урожайность ячменя на варианте со вспашкой на 0,66 т/га (37,7 %), с прямым посевом – 1,11 т/га (81,0 %).

Наибольшая урожайность зерна, при практически одинаковом содержании белка, натуры зерна и массы 1000 семян с другими вариантами, выявлена на прямом посеве, где применялись аммиачная селитра и биопрепарат – 2,67 т/га, что на 0,19-0,26 т/га (7,6-10,8 %), больше интенсивных по удобрениям фонам с со вспашкой и прямым посевом и в 1,5-2,0 раза выше контроля и вариантов прямого посева без внесения удобрений.

Применение фунгицида существенно увеличивало урожайность на всех исследуемых вариантах при этом наибольшая прибавка 0,25 т/га (10,1 %) отмечена на варианте с прямым посевом и внесением азотных удобрений.

## **4 ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА НА ПРОДУКЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ**

В период с 2018 по 2021 год в зернопаровом севообороте проводили исследования по изучению норм высева ярового ячменя Беркут. Схема опыта включала шесть вариантов: 5 млн./га без протравливания семян (контроль) и пять вариантов с обработкой семян протравителем Сценик Комби и нормами высева 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 млн./га всхожих семян.

В острозасушливых условиях для роста и развития растений ярового ячменя в 2018, 2019, 2021 годах и благоприятном 2020 году при хорошей эффективности гербицида Секатор Турбо установлена слабая степень засорённости посевов в период вегетации и перед уборкой урожая.

### **4.1 Особенности формирования продуктивности**

За анализируемый период установлено, что сроки посева ярового ячменя существенно колебались по годам и зависели от начала наступления весенней вегетации сельскохозяйственных культур. При раннем начале вегетации в 2020 году (6 апреля) произведён самый ранний срок посева – 16 апреля за годы исследований. При среднем сроке начала вегетации (12 и 14 апреля) посев осуществлялся в средние для региона сроки 26 (2019 год) и 30 апреля (2021 год). Относительно поздний срок посева в 2018 году 10 мая связан с поздним началом вегетации (22.04).

Сроки посева оказывали существенное влияние на появление всходов ячменя. Самое раннее появление полных всходов установлено 1 мая (2020 год), в 2019 и 2021 году сроки наступления первой фазы развития растений установлены 6 и 8 апреля. В 2018 году появление всходов отмечено 19 апреля.

При фенологическом обследовании в среднем за четыре года исследований установлено, что до фазы развития растений кущения значительных различий в сроках наступления фаз в зависимости от норм высева не наблюдалось. При дальнейшем росте и развитии на вариантах с минимальными нормами высева (1,0-2,0 млн./га), по сравнению с 5,0 млн./га, установлено затягивание наступления фаз на 2-7 дней.

При наступлении фазы восковой спелости зерна был отобран сноповый материал для анализа элементов структуры урожая.

В условиях 2018 года выявлено, что изучаемые нормы высева оказывали существенное влияние на коэффициент общей и продуктивной кустистости и густоту продуктивного стеблестоя. На фоне с применением инсектицидно-фунгицидного протравителя выявлена тенденция увеличения массы зерна с растения с уменьшением норм высева (приложение 12).

Наибольший коэффициент продуктивной кустистости в текущем году отмечен на варианте с нормой 1,0 млн./га – 3,40 стебля на растение, что на 0,5-0,8 стебля (17,2-30,8 %) больше вариантов с нормами 2,0 и 3,0 млн./га и в 1,5-2,5 раза значений, полученных на контроле и вариантах с нормами 4,0 и 5,0 млн./га.

Наибольшая густота продуктивного стеблестоя установлена при норме 5,0 млн./га (Сценик Комби) – 390 шт./м<sup>2</sup>, что на 68 шт. (21,1 %) больше нормы 4,0 млн./га. При нормах высева 2,0 и 3,0 млн./га (Сценик Комби) и контроле, по сравнению с самым плотным по стеблестоя посевом, снижалась в 1,4-1,5 раза. Наименьшая густота продуктивного стеблестоя выявлена на варианте с нормой 1,0 млн./га – 197 шт./м<sup>2</sup>, что в 1,3-2,0 раза меньше, чем на других исследуемых вариантах.

В неблагоприятных условиях 2018 года, из-за уменьшения площади питания растений, выявлено снижение высоты растений при максимальных нормах, по сравнению с нормами 1,0-4,0 млн./га на 2,8-9,3 см (6,1-22,4 %).

В более благоприятных условиях для роста и развития растений ячменя 2019 года установлены практически аналогичные тенденции зависимости элементов структуры урожая от норм высева. Изучаемые варианты оказывали

значительное влияние на коэффициент общей и продуктивной кустистости и густоту продуктивного стеблестоя, массу зерна с растения.

Максимальный коэффициент продуктивной кустистости в текущем году установлен при нормах 1,0 и 2,0 млн./га – 2,96-3,40 стеблей на растение, что на 0,76-1,84 стебля (34,5-117,9 %) больше норм 3,0, 4,0 и 5,0 млн./га и контроля (приложение 13).

Помимо коэффициента при минимальной норме высева выявлена наибольшая масса зерна с растения – 1,65 г, что на 0,47-1,01 г (39,8-157,8 %) больше вариантов с остальными изучаемыми нормами высева.

Максимальная густота продуктивного стеблестоя в 2019 году установлена на вариантах с нормой 4,0 и 5,0 млн./га (Сценик Комби) – 568-593 шт./м<sup>2</sup>. На вариантах с меньшими нормами высева и контроле, по сравнению с вариантами с самым плотным посевом, густоты стеблестоя снижалась на 70-273 шт./м<sup>2</sup> (14,1-85,3 %).

Протравливание семян четырёхкомпонентным протравителем на варианте с нормой 5,0 млн./га, из-за уменьшения площади питания, способствовало снижению высоты растений по сравнению с другими вариантами на 3,4-7,4 см (7,4-15,8 %).

В самом благоприятном для роста и развития ячменя 2020 году выявлена самая высокая за годы исследований густота продуктивного стеблестоя и высота растений.

В исследованиях установлена чёткая тенденция зависимости коэффициента кустистости, массы зерна с растения и густоты продуктивного стеблестоя от изучаемых норм высева. Уменьшение нормы до 1,0 млн./га способствовало увеличению коэффициента продуктивной кустистости на 0,30-1,02 стебля на растение (10,0-44,7 %), массы зерна с растения на 0,26-1,09 г (11,7-78,4 %), по сравнению с другими исследуемыми вариантами (приложение 14).

Как и в предыдущие годы наибольшая густота продуктивного стеблестоя в 2020 году установлена на варианте с максимальной нормой высева и протравливанием семян Сценик Комби – 630,0 шт./м<sup>2</sup>, что на 53-186 шт./м<sup>2</sup> (9,2-

41,9 %) больше вариантов с нормами 2,0-4,0 млн./га (Сценик Комби) и контроля. Минимальная густота стеблестоя выявлена на варианте с нормой 1,0 млн./га.

В отличие от предыдущих лет максимальная высота растений установлена на варианте с нормой 3,0 млн./га – 75,7 см, что существенно на 5,8-9,6 см (8,3-14,5 %) больше остальных вариантов.

В средний по погодным условиям 2021 год тенденция изменения коэффициента кустистости массы зерна с растения и густоты продуктивного стеблестоя в зависимости от изучаемых норм сохранилась.

Наибольший коэффициент продуктивной кустистости отмечен на вариантах с нормой 1,0 и 2,0 млн./га – 3,12-3,22 стебля на растение, что на 0,28-1,98 стебля (9,9-151,6 %) больше остальных вариантов (приложение 15).

Максимальная масса зерна с растения выявлена также на вариантах с нормой 1,0 и 2,0 млн./га 1,72-1,74 г, что на 0,39-1,30 г (29,3-295,5 %) больше других изучаемых вариантов.

Как и в предыдущие годы наибольшая густота продуктивного стеблестоя установлена на варианте с нормой высева 5,0 млн./га (Сценик Комби) – 490 шт./м<sup>2</sup>, что на 23,0-85,0 шт./м<sup>2</sup> (4,9-21,0 %) больше вариантов с нормами 3,0-4,0 млн./га (Сценик Комби) и контроля.

В условиях 2021 года наибольшая высота растений определена на вариантах с нормой 1,0-3,0 млн./га (Сценик Комби) – 57,4-59,0 см. Другие варианта уступили по этому показателю на 4,0-8,6 см (7,5-17,1 %).

В среднем за годы исследований, как и в отдельные годы, установлена чёткая тенденция изменения общей и продуктивной кустистости, массы зерна с растения и густоты продуктивного стеблестоя в зависимости от изучаемых норм высева, при этом количество зерна с колоса существенно не изменялось в зависимости от исследуемых вариантов.

Наибольшей коэффициент общей и продуктивной кустистости выявлен на вариантах с нормой высева 1,0 и 2,0 млн./га – 3,08-3,39 и 3,00-3,33 соответственно.

При норме высева 3,0 и 4,0 млн./га значения показателей, по сравнению с лучшими вариантами, снижались на 0,40-0,82 (15,4-36,3 %) (таблица 30).

Таблица 30 – Влияние норм высева на элементы структуры урожая ярового ячменя (среднее за 2018-2021 годы)

Варианты	Коэффициент кустистости		Масса зерна, г		Кол-во зёрен в колосе, шт.	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м <sup>2</sup>
	общей	продуктивной	с колоса	с растения		
1. 5,0 млн./га б/о семян (контроль)	1,87	1,77	0,50	0,90	12,9	435,5
2. 1,0 млн./га (Сценик Комби)	3,39	3,33	0,59	1,96	13,8	272,3
53. 2,0 млн./га (Сценик Комби)	3,08	3,00	0,55	1,65	13,0	378,5
4. 3,0 млн./га (Сценик Комби)	2,66	2,60	0,55	1,43	13,2	418,0
5. 4,0 млн./га (Сценик Комби)	2,26	2,20	0,51	1,12	12,3	477,0
6. 5,0 млн./га (Сценик Комби)	1,82	1,73	0,47	0,81	12,4	525,8
НСР <sub>05</sub>	0,37	0,39	0,07	0,24	$F_{\phi} < F_T$	56,9

Наименьшие значения общей и продуктивной кустистости выявлены на вариантах с нормой 5,0 млн./га – 1,82-1,87 и 1,73-1,77 соответственно, что в 1,2-1,9 раза меньше, чем на вариантах с нормой 1,0-4,0 млн./га.

В исследованиях выявлена значимая на 1 и 5 % уровне связь коэффициента продуктивной кустистости с количеством осадков и ГТК за май-июнь и за июнь при нормах высева 1,0 и 2,0 млн./га. При нормах 3,0-5,0 млн./га не установлено

существенной зависимости погодных условий на коэффициент продуктивной кустистости (таблица 31).

Таблица 31 – Значимая корреляционная связь погодных условий с элементами структуры урожайности в зависимости от норм высева

Признаки	Нормы высева, млн./га				
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Коэффициент продуктивной кустистости					
Количество осадков за июнь, мм	-1,0**	0,96*	-	-	-
Количество осадков за май-июнь, мм	-0,98	0,99*	-	-	-
ГТК за май-июнь	-0,98*	0,99**	-	-	-
ГТК за июнь	-1,00**	-	-	-	-
Масса зерна с колоса, г					
Относительная влажность воздуха за май-июнь, %	-0,98*	-	-0,97*	-	-0,96*
Густота продуктивного стеблестоя шт./м <sup>2</sup>					
Количество осадков за апрель, мм	-1,00**	-0,95	-0,98*	-0,99**	-0,94
Температура воздуха июля, °С	-	-0,97*	-	-	-
Относительная влажность за апрель, %	-	-	-0,97*	-	-0,99**
Высота растений					
Количество осадков за июль, мм	-0,99**	-0,98*	-	-	-
ГТК за июль	-0,98*	-0,99*	-	-	-
Относительная влажность воздуха за июль, %	-	-	-0,99**	-0,99**	-0,97*
Относительная влажность воздуха за май-июнь, %	0,99**	0,98*	0,97*	0,97*	0,99*
Относительная влажность воздуха за вегетацию ячменя, %	0,96*	0,96*	-	-	-

Примечание: \*значимо на 5% уровне, \*\*значимо на 1% уровне

При анализе массы зерна с колоса определено, что на вариантах 1,0-3,0 млн./га значения показателя не изменялись. Протравливание семян препаратом Сценик Комби на варианте с самым плотным посевом, способствовало значительному снижению массы зерна с колоса на 0,08-0,12 г (17,0-25,5 %), по

сравнению с вариантами, где посев производился нормами 1,0-3,0 млн./га (таблица 30).

Значения массы зерна с колоса из погодных условий существенно зависели от относительной влажности воздуха за период от всходов до колошения (таблица 31)

В отличие от массы зерна с колоса, наибольшая масса зерна с растения выявлена при норме высева 1,0 млн./га – 1,96 г, что на 0,31-0,84 г (18,8-75,0 %) больше значений, полученных на вариантах с нормой 2,0-4,0 млн./га. Наименьшая масса зерна с растений установлена на вариантах с нормой 5,0 млн./га – 0,81-0,90 г или в 1,2-2,4 раза меньше, по сравнению с другими изучаемыми вариантами.

Обработка семян протравителем на вариантах с нормой высева 4,0 и 5,0 млн./га способствовала существенному увеличению густоты продуктивного стеблестоя на 59,0-147,3 шт./м<sup>2</sup> (14,1-25,8 %), по сравнению с вариантами, где высевалась норма 2,0 и 3,0 млн./га. По сравнению с контролем протравитель Сценик Комби на варианте с нормой 5,0 млн./га также обеспечивал значительное увеличение густоты продуктивного стеблестоя на 90,3 шт./м<sup>2</sup> (20,7 %). Наименьшие значения показателя установлены на варианте с нормой высева 1,0 млн./га, при этом разница, по сравнению с вариантами 2,0-5,0 млн./га за счёт увеличения количества растений и коэффициента продуктивной кустистости сократилась до 1,4-1,9 раза (таблица 30).

На всех вариантах опыта густота продуктивного стеблестоя существенно зависела от количества осадков в апреле, при этом выявлена обратная связь между признаками ( $r=-0,94\dots-1,0^{**}$ ).

При наибольшей густоте продуктивного стеблестоя на варианте с протравливанием семян Сценик Комби сокращалась площадь питания растений, что способствовало снижению высоты растений, по сравнению с нормами 1,0-4,0 млн./га (Сценик Комби) и контролем на 3,8-8,3 см (7,5-16,3 %) (рисунок 4).

На нормах высева 1,0 и 2,0 млн./га высота растений находилась в 1 % и 5 % значимой зависимости от количества осадков и ГТК за июль и относительной

влажности воздуха за май-июнь. В первом случае связь была обратной ( $r=-0,98^* \dots -0,99^{**}$ ), во втором прямая ( $r=0,98^* -0,99^{**}$ ).

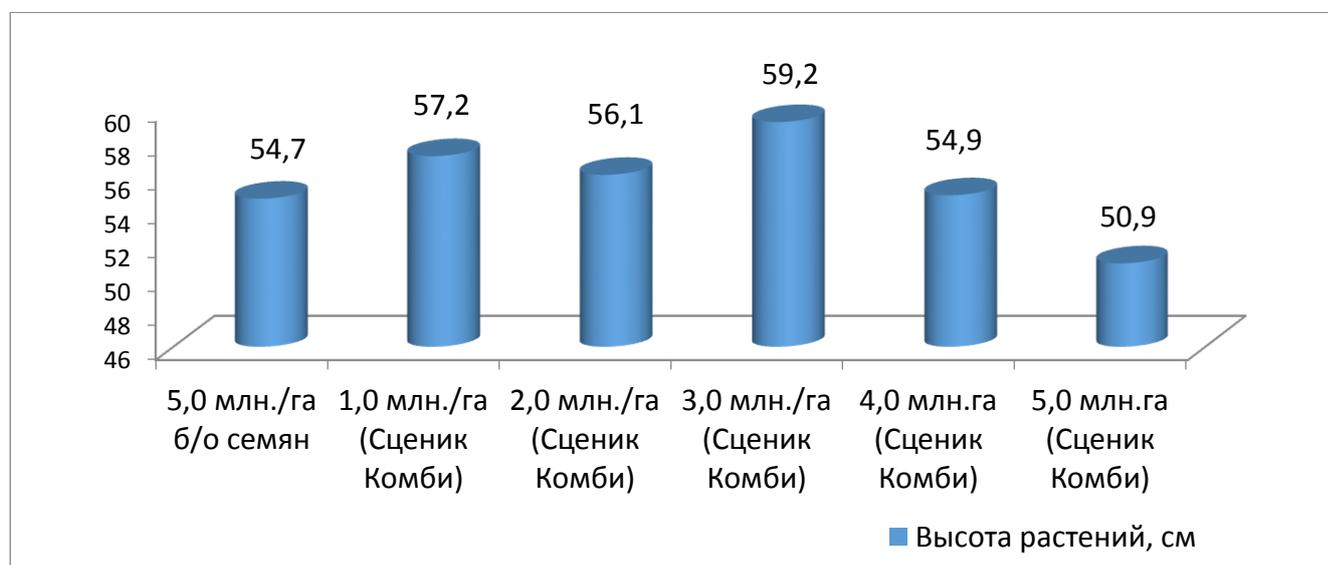


Рисунок 4 – Влияние норм высева на высоту растений ячменя  
(среднее за 2018-2021 годы)

На вариантах с нормами высева 3,0-5,0 млн./га выявлена существенная обратная связь высоты растений с относительной влажностью воздуха за июль ( $r=-0,97^* \dots -0,99^{**}$ ) и прямая с относительной влажностью за май-июнь ( $r=0,97^* -0,99^*$ ) (таблица 31).

Таким образом, в среднем за годы исследований установлено, что на вариантах с минимальными нормами высева (1,0-2,0 млн./га), по сравнению с 5,0 млн./га, начиная с фазы трубкования, происходит затягивание наступления фаз роста и развития на 2-7 дней.

При анализе элементов структуры урожая установлена чёткая тенденция обратной взаимосвязи с общей и продуктивной кустистости, массы зерна с растения и прямая взаимосвязь с густотой продуктивного стеблестоя в зависимости от норм высева семян, при этом количество зерна с колоса существенно не изменялось в зависимости от исследуемых вариантов.

## 4.2 Влияние норм высева на урожайность и качество зерна

В неблагоприятных условиях 2018 года в опыте получена самая низкая урожайность зерна ячменя за годы исследований – 1,04-1,39 т/га (таблица 32, приложение 16).

Таблица 32 – Влияние норм высева на урожайность зерна ярового ячменя (после подработки и приведённой к 14% влажности)

Варианты	Урожайность, т/га				
	2018	2019	2020	2021	среднее
1. 5,0 млн./га б/о семян (контроль)	1,19	2,09	3,40	1,56	2,06
2. 1,0 млн./га (Сценик Комби)	1,04	1,60	2,52	1,47	1,66
3. 2,0 млн./га (Сценик Комби)	1,21	2,01	3,49	1,76	2,12
4. 3,0 млн./га (Сценик Комби)	1,29	2,22	3,83	1,92	2,32
5. 4,0 млн./га (Сценик Комби)	1,38	2,14	3,99	2,06	2,39
6. 5,0 млн./га (Сценик Комби)	1,39	2,35	3,84	1,92	2,38
НСР <sub>05</sub>	0,16	0,14	0,38	0,25	0,23

Применение протравителя Сценик Комби достоверно увеличивало урожайность зерна при нормах высева 4,0-5,0 млн./га, по сравнению с контролем на 0,19-0,20 т/га (16,0-16,8 %). На остальных вариантах с применением протравителя разница с контролем была незначительной. Наименьшая урожайность ячменя в опыте получена при минимальной норме высева (1 млн./га) – 1,04 т/га, что достоверно на 0,17-0,35 т/га (16,3-33,7 %) меньше вариантов с нормами 2,0-5,0 млн./га (Сценик Комби).

В условиях 2019 года в опыте получена урожайность ячменя на уровне среднесуточных значений – 1,43-2,35 т/га (таблица 32, приложение 17).

Применение протравителя Сценик Комби значительно увеличивало урожайность зерна при норме высева 5,0 млн./га, по сравнению с контролем на

0,26 т/га (12,4 %). Наибольшая урожайность получена при применении протравителя с нормой высева 3,0 и 5,0 млн./га – 2,22-2,35 т/га, что на 0,08-0,75 т/га (3,7-46,9 %) больше, чем на контроле и других вариантах.

В благоприятных условиях 2020 года в опыте получена максимальная урожайность зерна за годы исследований – 2,52-3,99 т/га (таблица 32, приложение 18).

В отличие от предыдущих лет, применение протравителя Сценик Комби обеспечило, по сравнению с контролем, существенное увеличение урожайности на 0,43-0,59 т/га (12,6-17,4 %) на вариантах с нормой 3,0-5,0 млн./га.

На фоне с обработкой семян Сценик Комби максимальная урожайность зерна получена на варианте с нормой 3,0 млн./га – 3,99 т/га, что значительно на 0,50-1,47 т/га выше значений, полученных на вариантах с нормой 1-2 млн./га и на 0,15-0,16 т/га, где высевались нормы 3,0 и 5,0 млн./га.

При погодных условиях близких к среднегодовым значениям в 2021 году получена средняя урожайность зерна – 1,56-2,06 т/га (таблица 32, приложение 19). Как и в 2020 году выявлена существенная прибавка урожайности от применения протравителя Сценик Комби на вариантах с нормами высева 3,0-5,0 млн./га, по сравнению с контролем на 0,36-0,50 т/га (23,1-32,1 %). Наибольшая урожайность выявлена при норме 4,0 млн./га (Сценик Комби) – 2,06 т/га, что незначительно на 0,14 т/га (7,3 %) больше вариантов с нормой 3,0 и 5,0 млн./га (Сценик Комби) и значительно, контроля и вариантов, где высевались нормы 1,0-2,0 млн./га на 0,30-0,59 т/га (17,0-40,1 %).

В среднем за четыре года исследований наибольшая урожайность зерна выявлена на вариантах с обработкой семян Сценик Комби и нормой высева 3,0-5,0 млн./га – 2,32-2,39 т/га, что существенно на 0,26-0,33 т/га (12,6-16,0 %) больше контроля. Применение минимальной нормы высева существенно снижало урожайность по сравнению с контролем и другими изучаемыми нормами на 0,40-0,73 т/га (24,1-44,0 %).

Урожайность зерна из абиотических факторов на всех вариантах опыта в наибольшей степени зависела от температуры воздуха за сентябрь-июль ( $r=0,98-1,00^{**}$ ) (таблица 33).

Таблица 33 – Линейная корреляционная связь регулируемых и не регулируемых признаков с урожайностью зерна в зависимости от норм высева

Признаки	Нормы высева, млн./га				
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Нерегулируемые признаки					
Температура воздуха за сентябрь-июль	0,98*	0,99**	0,99**	0,98*	1,00**
Температура воздуха за сентябрь-апрель	0,91	0,93	0,93	0,91	0,95-0,96*
ГТК за май	0,94	0,92	0,93	0,92	0,89-0,92
Относительная влажность за июль, %	-0,93	-0,94	-0,93	-0,96*	-0,91...-0,92
Относительная влажность за май-июнь, %	0,95	0,94	0,93	0,96*	0,89-0,91
Регулируемые признаки					
Коэффициент продуктивной кустистости	-	-	-	-	0,94-0,96*
Масса зерна с колоса	-	-	0,91	-	-
Масса зерна с растения	-	-	-	-	0,94
Высота растений	0,90	-	0,95	0,98*	0,92-0,94
Масса 1000 семян, г	0,93	0,96*	0,94	-	0,97*-0,98*

Примечание: \*значимо на 5% уровне, \*\*значимо на 1% уровне

При анализе регулируемых признаков практически на всех вариантах опыта выявлена тесная взаимосвязь урожайности зерна с высотой растений ( $r=0,90-0,98^*$ ) и массой 1000 семян ( $r=0,93-0,98^*$ ).

При определении качества зерна анализировались три показателя: натура, масса 1000 зёрен и содержание белка в зерне.

При мониторинге натуры зерна в неблагоприятных условиях для роста и развития 2018 года наибольшие значения показателя выявлены на вариантах с нормой 1,0 и 2,0 млн./га – 633,0-634,0 г/л, что согласно ГОСТу 28672-2019 соответствует первому классу качества зерна (таблица 34).

Таблица 34 – Влияние норм высева на натуру зерна ярового ячменя

Варианты	Натура зерна, г/л				
	2018	2019	2020	2021	среднее
1. 5,0 млн./га б/о семян (контроль)	609,0	645,5	687,5	643,0	646,3
2. 1,0 млн./га (Сценик Комби)	633,0	656,5	689,0	630,0	652,1
3. 2,0 млн./га (Сценик Комби)	634,0	658,5	689,5	635,5	654,4
4. 3,0 млн./га (Сценик Комби)	628,0	650,0	689,0	621,0	647,0
5. 4,0 млн./га (Сценик Комби)	629,0	651,5	683,0	613,0	644,1
6. 5,0 млн./га (Сценик Комби)	620,0	654,5	682,0	627,0	645,9
НСР <sub>05</sub>	2,0	3,4	4,6	7,6	$F_{\phi} < F_T$

На остальных вариантах определён 2 класс качества, при этом на вариантах с протравливанием семян Сценик Комби и нормой 3,0 и 4,0 млн./га разница с лучшими вариантами составила 4,0-6,0 г/л (0,6-1,0 %) нормой 5,0 млн./га – 13,0-14,0 г/л (2,1-2,3 %). Наименьшая натура зерна выявлена в контроле – 609,0 г/л, что на 11,0-25,0 г/л (1,8-4,1 %), меньше других изучаемых вариантов.

Как и в предыдущем году в условиях 2019 года наибольшая натура зерна установлена на вариантах с нормой высева 1,0-2,0 млн./га – 656,5-658,5 г/л, что существенно на 5,0-8,5 г/л (0,8-1,3 %) больше вариантов с нормами высева 3,0-5,0 млн./га (Сценик Комби). Аналогично 2018 году наименьшая натура зерна в текущем году выявлена на контрольном варианте на 4,5-13,0 г/л (0,7-2,0 %) меньше вариантов, где проводилось протравливание семян, при этом на всех изучаемых вариантах натура зерна соответствовала 1 классу качества.

При благоприятных условиях 2020 года в опыте установлены наибольшие значения натуры зерна за годы исследований, которые на вариантах с нормой высева 1,0-4,0 млн./га не изменялись, по сравнению с контролем. При высокой густоте продуктивного стеблестоя на варианте с нормой 5,0 млн./га (Сценик

Комби) определены наименьшие значения натуре зерна на 5,5-7,5 г/л (0,8-1,1 %), меньше контроля и вариантов с нормой высева 1,0-3,0 млн./га.

В 2021 году при погодных условиях близких к среднемноголетним значениям натура зерна составила 613,0-643,0 г/л, при этом установлено, что к первому классу по качеству относятся варианты с нормой 1,0-2,0 млн./га и контроль. На остальных вариантах получены значения, отвечающие 2 классу качества.

В среднем за четыре года натура зерна в зависимости от норм высева колебалась незначительно и составила 644,1-654,4 г/л.

На показатель при нормах высева 1,0-4,0 млн./га наибольшее влияние оказывала относительная влажность воздуха за май ( $r=0,97^*-0,99^{**}$ ). При нормах высева 3,0-5,0 млн./га температура воздуха июля ( $r=-0,95^*...-1,00^{**}$ ).

При анализе массы 1000 зёрен в засушливых условиях 2018 года увеличение густоты продуктивного стеблестоя на вариантах с максимальной нормой высева способствовало снижению массы 1000 семян. В этих условиях наибольшие значения показателя установлены при нормах высева 1,0-3,0 млн./га – 39,5-40,4 г (таблица 35).

Таблица 35 – Влияние норм высева на массу 1000 зёрен ярового ячменя

Варианты	Масса 1000 зёрен, г				
	2018	2019	2020	2021	среднее
1. 5,0 млн./га б/о семян (контроль)	33,8	45,5	46,8	35,3	40,4
2. 1,0 млн./га (Сценик Комби)	40,2	49,9	46,4	36,3	43,2
3. 2,0 млн./га (Сценик Комби)	39,8	46,5	45,6	35,6	41,9
4. 3,0 млн./га (Сценик Комби)	39,5	46,3	47,3	37,7	42,7
5. 4,0 млн./га (Сценик Комби)	37,8	47,1	46,3	33,9	41,3
6. 5,0 млн./га (Сценик Комби)	33,5	48,9	46,1	34,5	40,8
НСР <sub>05</sub>	0,9	$F_{\phi} < F_T$	0,6	1,0	$F_{\phi} < F_T$

Увеличение нормы высева до 4,0 млн./га снижало массу 1000 семян, по сравнению с меньшими нормами на 1,7-2,6 г (4,5-6,9 %). Наименьшие значения выявлены на вариантах с нормой высева 5,0 млн./га – 33,5-33,8 г, что на 5,7-6,7 г (16,9-20,0 %) меньше лучших вариантов.

В 2019 году при анализе массы 1000 зёрен получены высокие значения – 45,5-49,9 г, при этом значительных изменений в зависимости от изучаемых норм высева не выявлено.

В благоприятных условиях 2020 года из вариантов с обработкой семян наибольшие значения выявлены на варианте с нормой 3,0 млн./га 47,3 г, что на 0,5 г (1,1 %) больше контроля и существенно на 0,9-1,7 г (1,9-3,7 %) – остальных вариантов.

В 2021 году значения массы 1000 зёрен находились на уровне 2018 года и составили 33,9-37,7 г, при этом наибольшие значения выявлены на варианте с нормой 3,0 млн./га – 37,7 г, что на 1,4-3,8 г (3,9-11,2 %), больше других изучаемых вариантов.

В среднем за четыре года исследований, наибольшая масса 1000 зёрен установлена на вариантах с нормой 1,0 и 3,0 млн./га – 42,7-43,1 г, что незначительно на 0,8-1,9 г (1,9-4,6 %) больше вариантов с нормой 2,0 и 4,0 млн./га и на 1,9-2,8 г (4,7-6,9 %) вариантов с максимальной нормой высева.

Из погодных условий на изучаемых вариантах наибольшее влияние на массу 1000 семян оказывали температура воздуха за сентябрь-июль ( $r=0,93-0,99^{**}$ ), сентябрь-апрель ( $r=0,97^*-1,00^{**}$ ).

При анализе одного из главных показателей качества зерна установлено, что в неблагоприятных условиях 2018 года наибольшее содержание белка выявлено на варианте с нормой высева 1,0 млн./га – 14,9 %, что незначительно больше контроля на 0,4 % и существенно на 0,9-1,5 % вариантов с протравливанием семян и нормой высева 2,0-5,0 млн./га (таблица 36).

В 2019 году получены высокие значения содержания белка 14,4-15,4 %, которые не зависели от изучаемых норм высева.

Таблица 36 – Влияние норм высева на содержание белка в зерне ярового  
ячменя

Варианты	Содержание белка, %				
	2018	2019	2020	2021	среднее
1. 5,0 млн./га б/о семян (контроль)	14,5	15,0	13,1	15,1	14,4
2. 1,0 млн./га (Сценик Комби)	14,9	15,4	13,4	15,5	14,8
3. 2,0 млн./га (Сценик Комби)	14,0	15,2	13,5	15,7	14,6
4. 3,0 млн./га (Сценик Комби)	13,9	14,4	13,9	15,7	14,5
5. 4,0 млн./га (Сценик Комби)	13,6	14,7	14,0	15,9	14,6
6. 5,0 млн./га (Сценик Комби)	13,4	15,2	14,2	15,5	14,6
НСР <sub>05</sub>	0,6	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	0,4	$F_{\phi} < F_T$

В благоприятных условиях 2020 года при максимальной урожайности зерна получены наименьшие за годы исследований значения содержания белка – 13,1-14,2 %, которые также как в 2019 не зависели от изучаемых норм высева.

В 2021 году установлены наибольшие значения содержания белка – 15,1-15,9 %, при этом на вариантах с нормой высева 2,0-4,0 млн./га выявлено существенное увеличение содержания белка на 0,6-0,8 %, по сравнению с контролем.

В среднем за годы исследований варианты с протравливанием семян способствовали незначительному увеличению содержания белка на 0,1-0,4 %, по сравнению с контролем.

Содержание белка при нормах 2,0-5,0 млн./га в наибольшей степени зависело от температуры воздуха за май-июнь ( $r=0,96-0,98^*$ ). При норме высева 4,0-5,0 млн./га от количества осадков за май ( $r=0,95-0,98^*$ ).

Содержание белка при норме 1,0 млн./га находилось в тесной связи с массой зерна с колоса и растения ( $r=-0,97^* \dots -0,99^*$ ).

Таким образом, в среднем за 2018-2021 годы наибольшая урожайность зерна выявлена на вариантах с обработкой семян Сценик Комби и нормой высева 3,0-5,0 млн./га – 2,32-2,39 т/га, что существенно на 0,26-0,33 т/га (12,6-16,0 %) больше контроля. Применение минимальной нормы высева существенно снижало урожайность по сравнению с другими изучаемыми нормами на 0,40-0,73 т/га (24,1-44,0 %). Урожайность зерна из абиотических факторов на всех вариантах опыта в наибольшей степени зависела от температуры воздуха за сентябрь-апрель ( $r=0,98-1,00^{**}$ ). При анализе регулируемых признаков практически на всех вариантах опыта выявлена тесная взаимосвязь урожайности зерна с высотой растений ( $r=0,90-0,98^*$ ) и массой 1000 семян ( $r=0,93-0,98^*$ ). Протравливание семян, ростостимулирующим препаратом способствуя увеличению урожайность зерна, по сравнению с контролем, не снижало качество зерна.

## 5 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ

### 5.1 Энергетическая эффективность элементов и технологий возделывания

При рыночных отношениях одной из самых объективных оценок производства растениеводческой продукции является расчёт энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур [52].

По методике В.В. Коринца и др. (1985) этот показатель складывается из отношения полученных результатов по урожайности, приведённых к значениям энергии к совокупным производственным затратам в ГДж/га [109].

При расчёте энергии, накопленной хозяйственно ценной частью урожая, согласно этой методике, брались коэффициент для ярового ячменя равный 1301 МДж/ц.

За исследуемый период в зернопаропропашном севообороте этот показатель существенно колебался. Наибольшие значения были выявлены в 2020 году. На вариантах со вспашкой в этом году значения составили 28,10-38,64 ГДж/га, на вариантах с прямым посевом разница между изучаемыми вариантами увеличивалась и равнялась 22,38-43,06 ГДж/га. Минимальные значения энергии, накопленные в урожае, выявлены в острозасушливом 2019 году. На вариантах со вспашкой они находились на уровне 13,66-21,34 ГДж/га, при ресурсосберегающих технологиях составили 12,75-25,37 ГДж/га.

В среднем за годы исследований, на естественном по плодородию фоне выявлено преимущество в накоплении энергии на контрольном варианте на 4,95 ГДж/га (27,8 %) больше, по сравнению с вариантом, где проводился прямой посев (таблица 37).

Таблица 37 – Влияние элементов технологий на энергетическую эффективность возделывания ярового ячменя (среднее за 2019-2021 годы)

Фактор А	Фактор В	Энергия, накопленная хозяйственно-ценной частью урожая, ГДж/га	Совокупная энергия, израсходованная на возделывание ячменя, ГДж/га	Эффективность энергозатрат
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	22,77	7,43	3,06
	фунгицид	23,68	7,77	3,05
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	31,35	11,14	2,81
	фунгицид	32,79	11,47	2,86
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	17,82	5,44	3,28
	фунгицид	18,99	5,76	3,30
4. Фон + биопрепарат	0	17,82	5,78	3,08
	фунгицид	19,38	6,08	3,19
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	32,26	9,20	3,51
	фунгицид	35,52	9,54	3,72
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	34,74	9,54	3,64
	фунгицид	36,17	9,88	3,66

Внесение азотных удобрений способствовало существенному увеличению энергии. При вспашке, по сравнению с неудобренным фоном, преимущество составило 8,58 ГДж/га (37,7 %), при прямом посеве улучшение азотного режима почвы обеспечивало возрастание энергии до 14,44 ГДж/га (81,0 %). При этом наибольшие значения энергии накопленной урожаем ячменя получены при прямом посеве и комплексном применении средств интенсификации (5, 6 варианты) – 34,74-36,17 ГДж/га, что на 1,95-4,82 ГДж/га (5,9-15,4 %) больше варианта со вспашкой (интенсивный фон) и на 2,48-18,35 ГДж/га (7,7-103, %) остальных вариантов.

Обработка посевов фунгицидом способствовала увеличению энергии в меньшей степени, чем удобрения. При вспашке преимущество вариантов по показателю, где растения защищались от болезней, составило 0,91-1,44 ГДж/га (4,0-4,6 %), при прямом посеве – возросло до 1,17-3,26 ГДж/га (6,6-10,1 %).

В отличие от энергии, накопленной урожаем, совокупная энергия, израсходованная на возделывание ярового ячменя, практически не изменялась в зависимости от погодных условий и в среднем за три года имела большие значения на вариантах со вспашкой. На естественном по плодородию фоне при прямом посеве экономия израсходованной совокупной энергии, по сравнению с вариантом, где проводилась вспашка, составила 1,67-2,33 ГДж/га (29,0-42,8 %).

При применении средств интенсификации, по сравнению с вариантами со вспашкой, варианты с прямым посевом обеспечили экономию израсходованной энергии на уровне 1,26-2,27 ГДж/га (12,8-24,7 %). При этом самой затратной статьёй из совокупной израсходованной энергии на вариантах с внесением удобрений стали затраты на приобретение аммиачной селитры. На эту статью было израсходовано от 30,3-31,2 % от всей совокупной энергии (традиционная технология) до 35,1-37,7 % (прямой посев). Второй значимой статьёй на вариантах с внесением удобрений стала израсходованная энергия на топливо и производство семян. При традиционной технологии на эти ресурсы от общей энергии приходилось 25,0-25,8 % и 19,3-19,8 % соответственно. При прямом посеве энергия, израсходованная на производство семян в структуре совокупных затрат, возросла до 22,4-24,0 %, доля израсходованной энергии на топливо снижалась до 15,7-18,0 %.

На варианте без применения удобрений в контроле основной затратной статьёй стала энергия, израсходованная на топливо, которая составила 36,6-37,3 %. На производство семян расходовалось 28,4-29,7 % от всех затрат.

При прямом посеве без удобрений наибольшей затратной статьёй стало производство семян 36,3-40,6 %, затраты на топливо снижались до 25,4-28,0 %.

При расчёте основного показателя энергетической эффективности – эффективности энергозатрат установлено, что при вспашке дополнительные

затраты на средства интенсификации не окупились прибавкой энергии, накопленной урожаем. В результате наибольшая эффективность энергозатрат установлена на контроле 3,06, что на 0,01-0,25 ед. больше интенсивного фона.

При прямом посеве выявлена обратная тенденция. Здесь дополнительная энергия, израсходованная на применение средств интенсификации, окупилась существенной прибавкой энергии, накопленной в урожае. В результате максимальная эффективность энергозатрат получена на вариантах с внесением удобрений и фунгицида 3,64-3,72 ед., что на 0,13-0,91 ед. больше контроля и остальных изучаемых вариантов.

При расчёте энергетической эффективности в зернопаровом севообороте, выявлено, что наибольшая энергия, накопленная в хозяйственно-ценной части урожая, как и в пропашном звене, получена в 2020 году. Максимальные значения показателя в этом году установлены на вариантах с нормой высева 3,0-5,0 млн./га (Сценник Комби) – 49,23-51,99 ГДж/га, что на 3,83-7,76 ГДж/га (8,4-17,5 %) больше варианта с нормой 2,0 млн./га (Сценник Комби) и контроля. Минимальные значения выявлены при норме 1,0 млн./га – 32,79 ГДж/га.

Наименьшая энергия, накопленная урожаем ячменя, получена в засушливом 2018 году – 13,53-18,08 ГДж/га. При этом тенденция увеличения урожайности зерна и соответственно накопленной энергии в нём при нормах высева 3,0-5,0 млн./га сохранилась. Преимущество в энергии по этим нормам, по отношению к варианту с нормой 2,0 млн./га (Сценник Комби) и контролю составило 1,04-2,60 ГДж/га (6,6-16,8 %), к норме 1,0 млн./га – 3,25-4,55 ГДж/га (24,0-33,6 %).

В 2019 и 2021 году энергия, накопленная урожаем, составила 20,82-30,57 и 19,12-26,80 ГДж/га соответственно.

В среднем за годы исследований, как и по отдельным годам, наибольшая энергия, накопленная в урожае, получена при нормах 3,0-5,0 млн./га – 30,18-31,09 ГДж/га, что на 2,60-4,29 ГДж/га (9,4-16,0 %) больше варианта с нормой 2,0 млн./га (Сценник Комби) и контроля. Минимальные значения показателя установлены при норме высева 1,0 млн./га – 21,60 ГДж/га, что на 5,20-9,49 ГДж/га (24,1-43,9 %) меньше остальных изучаемых вариантов (таблица 38).

Таблица 38 – Влияние норм высева на энергетическую эффективность возделывания ярового ячменя (среднее за 2018-2021 годы)

Варианты	Энергия, накопленная хозяйственно-ценной частью урожая, ГДж	Совокупная энергия, израсходованная на возделывание сельскохозяйственных культур, ГДж	Эффективность энергозатрат
1. 5,0 млн./га б/о семян (контроль)	26,80	9,76	2,75
2. Сценик Комби 1,0 млн./га	21,60	7,11	3,04
3. Сценик Комби 2,0 млн./га	27,58	7,81	3,53
4. Сценик Комби 3,0 млн./га	30,18	8,49	3,55
4. Сценик Комби 4,0 млн./га	31,09	9,15	3,40
5. Сценик Комби 5,0 млн./га	30,96	9,81	3,16

Совокупная энергия, израсходованная на возделывание ячменя в отличие от энергии, накопленной урожаем, изменялась не существенно в зависимости от погодных условий. При этом по годам и в среднем за 2018-2021 годы, она значительно колебалась в зависимости от норм высева. Наибольшие значения израсходованной энергии выявлены при нормах 5,0 млн./га – 9,76-9,81 ГДж/га, что на 0,61-1,32 ГДж/га (6,7-15,5 %) больше значений, полученных на вариантах с нормами 3,0 и 4,0 млн./га. Наименьшее количество энергии было израсходовано при возделывании ячменя с нормами 1,0 и 2,0 млн./га – 7,11-7,81 ГДж/га, что на 0,68-2,70 ГДж/га (8,7-38,0 %) меньше остальных вариантов.

В структуре совокупных затрат при максимальной норме высева установлено, что наибольшее количество энергии тратится на производство семян 33,2-33,5 % (от общей израсходованной энергии), производство удобрений 26,5-26,6 % и в меньшей степени на топливо 18,0-18,1 %. При минимальных нормах высева 1,0 и 2,0 млн./га, по отношению к совокупной израсходованной энергии, первичны расходы на удобрения – 33,3-36,6 %, вторичны на топливо – 22,7-24,3 % и семена – 9,1-16,6 %. При средних нормах высева 3,0 и 4,0 млн./га, в структуре

совокупных затрат наибольшее количество энергии тратится на производство удобрений и семян – 28,4-30,9 и 23,1-28,5 соответственно (от общей израсходованной энергии). Энергия, израсходованная на топливо, составляет 19,5-20,8 %.

При анализе основного показателя – эффективности энергозатрат, в среднем за годы исследований, наибольшие значения выявлены при нормах высева 2,0 млн./га (за счёт низкой израсходованной энергии) и 3,0 млн./га (за счёт высокой энергии, накопленной урожаем) – 3,53-3,55 ед. При более высоких нормах 4,0 и 5,0 млн./га, несмотря на максимальные значения накопленной энергии, коэффициент, по сравнению с лучшими вариантами, снижался на 0,13-0,39 ед. Минимальные значения эффективности энергозатрат выявлены в контроле – 2,75 ед., что на 0,29-0,80 ед. меньше остальных вариантов.

## **5.2 Экономическая эффективность элементов и технологий возделывания**

При рыночных отношениях основным показателем производства продукции в растениеводстве является эффективность возделывания сельскохозяйственных культур.

Проведённые исследования, в стране и за рубежом свидетельствуют о том, что в настоящее время при возделывании полевых культур более перспективны ресурсосберегающие технологии с минимальными обработками почвы и прямым посевом [81, 110, 112, 123, 127, 134, 151, 164, 181, 227, 233, 237, 242, 248].

В наших исследованиях в зернопаропропашном севообороте при анализе экономической эффективности возделывания ячменя было установлено, что в 2019 году, несмотря на острозасушливые условия при применении удобрений, за исключением 4 варианта, где применялся биопрепарат, возделывание ярового ячменя по предшественнику подсолнечнику было экономически эффективным. При этом применение прямого посева, обеспечивая снижение производственных затрат на 18-21 %, существенно увеличивало условный чистый доход и уровень

рентабельности, по сравнению с вариантами, где применялась вспашка (таблица 39).

На варианте со вспашкой внесение перед посевом ячменя аммиачной селитры обеспечило получение уровня рентабельности 10,3 %. На вариантах с прямым посевом, благодаря снижению производственных затрат, уровень рентабельности на фоне применения азотных удобрений увеличивался до 43,5-57,4 %. Наибольший условный чистый доход 6204,6 руб./га и уровень рентабельности 57,4 % получены на варианте с комплексным применением удобрений.

Применение фунгицида Солигор окупилось прибавкой урожая при применении азотных удобрений в дозе  $N_{40}$ , как при применении вспашки, так и при прямом посеве ячменя (5 вариант).

В 2020 году возделывание ярового ячменя было экономически эффективным на всех вариантах. При максимальной за годы исследований урожайности получены наибольшие показатели эффективности.

На естественном по плодородию фоне (варианты 1, 3, 4), как и в 2019 году условный чистый доход и уровень рентабельности были наименьшими и составили 7912,0-9944,8 руб./га и 74,5-85,3 % соответственно. На варианте со вспашкой внесение в период посева ячменя аммиачной селитры обеспечило увеличение уровня рентабельности на 12,4-35,5 %. При прямом посеве, благодаря снижению производственных затрат, уровень рентабельности на фоне применения азотных удобрений увеличивался до 151,5-172,2 % (таблица 40).

Наибольший условный чистый доход 20085,4 руб./га и уровень рентабельности 172,2 % получены на варианте с комплексным применением селитры и биопрепарата (вариант 6).

В 2021 году при аномально жаркой погоде тенденция существенного увеличения урожайности зерна от применения азотных удобрений сохранилась.

Таблица 39– Экономическая эффективность возделывания ярового ячменя в зависимости от изучаемых элементов технологии, руб./га, 2019 г.

Фактор А	Фактор В	Стоимость продукции	Производственные затраты	Условный чистый доход	Уровень рентабельности, %
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	9450,0	10303,6	-853,6	-8,3
	фунгицид	9990,0	11658,4	-1668,4	-14,3
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	13230,0	11999,4	1230,6	10,3
	фунгицид	14760,0	13376,2	1383,8	10,3
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	8820,0	8300,6	519,4	6,3
	фунгицид	9090,0	9649,4	-559,4	-5,8
4. Фон + биопрепарат	0	8820,0	8600,6	219,4	2,6
	фунгицид	9180,0	9951,4	-771,4	-7,8
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	14400,0	10031,4	4368,6	43,5
	фунгицид	16830,0	11428,2	5401,8	47,3
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	17010,0	10805,4	6204,6	57,4
	фунгицид	17550,0	12160,2	5389,7	44,3

Примечание\*: стоимость зерна - 9000 руб./т

Таблица 40 – Экономическая эффективность возделывания ярового ячменя в зависимости от изучаемых элементов технологии, руб./га, 2020 г.

Фактор А	Фактор В	Стоимость продукции	Производственные затраты	Условный чистый доход	Уровень рентабельности, %
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	21600,0	11655,2	9944,8	85,3
	фунгицид	22900,0	13024,0	9876,0	75,8
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	28700,0	13663,8	15036,2	110,0
	фунгицид	29700,0	15025,8	14674,2	97,7
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	17200,0	9288,0	7912,0	85,2
	фунгицид	18600,0	10658,8	7941,2	74,5
4. Фон + биопрепарат	0	17700,0	9779,8	7920,2	81,0
	фунгицид	19500,0	11158,6	8341,4	74,8
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	30600,0	11421,8	19178,2	167,9
	фунгицид	32400,0	12800,6	19599,4	153,1
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	31700,0	11643,8	20056,2	172,2
	фунгицид	33100,0	13014,6	20085,4	154,3

Примечание\*: стоимость зерна - 10000 руб/т

На варианте со вспашкой внесение в период посева ячменя аммиачной селитры обеспечило увеличение уровня рентабельности на 41,3-42,3 %. При прямом посеве благодаря снижению производственных затрат уровень рентабельности на фоне применения азотных удобрений увеличивался до 128,0-150,2 %. Наибольший условный чистый доход и уровень рентабельности получены на вариантах 5 и 6 (таблица 41).

В среднем за годы исследований при возделывании ячменя, за счёт 2020 и 2021 годов получены высокие экономические показатели. Выявлена высокая окупаемость азотных удобрений (таблица 42).

На варианте со вспашкой внесение в период посева ячменя аммиачной селитры обеспечило возрастание условного чистого дохода и уровня рентабельности на 5101,6 руб./га (77,8 %) и 29,2 % соответственно. При прямом посеве, благодаря снижению производственных затрат и более существенному увеличению стоимости продукции, уровень рентабельности на фоне применения азотных удобрений, по сравнению с вариантом без удобрений, возростал на 63,7 %, условный чистый доход увеличивался на 8348,4 руб./га (180,5 %).

Наибольший условный чистый доход получены на варианте прямого посева с комплексным применением удобрений (6 вариант) 15660,2-15837,8 руб./га, что на 1185,1-12029,8 руб./га (8,2-315,9 %) больше остальных вариантов с прямым посевом и на 4001,2-9906,0 руб./га (34,3-67,0 %) вариантов, где применялась вспашка.

Применение фунгицида Солигор окупилось прибавкой урожая только при применении азотных удобрений в дозе  $N_{40}$  при прямом посеве ячменя (5 вариант). Условный чистый доход и уровень рентабельности, по сравнению с вариантами без обработки фунгицидом увеличивались здесь на 1502,4 руб./га (11,6 %) и 12,5 % соответственно.

При анализе экономической эффективности в зернопаровом севообороте в условиях 2018 года, несмотря на урожайность близкую к среднеголетним значениям и ниже, все изучаемые варианты, обеспечили рентабельное производство зерна ярового ячменя.

Таблица 41 – Экономическая эффективность возделывания ярового ячменя в зависимости от изучаемых элементов технологии, руб./га, 2021 г.

Фактор А	Фактор В	Стоимость продукции	Производственные затраты	Условный чистый доход	Уровень рентабельности, %
Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	24360,0	13779,0	10581,0	76,8
	фунгицид	24720,0	15132,0	9588,0	63,4
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	34560,0	15849,8	18710,2	118,1
	фунгицид	35400,0	17206,8	18193,2	105,7
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	16920,0	11477,8	5542,2	47,4
	фунгицид	18000,0	12836,8	5163,2	40,2
4. Фон + биопрепарат	0	16480,0	11775,6	4664,4	39,6
	фунгицид	17880,0	13137,6	4742,4	36,1
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	33480,0	13601,6	19878,7	146,1
	фунгицид	36960,0	14980,6	21979,4	146,7
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	35400,0	14147,6	21252,4	150,2
	фунгицид	36960,0	15510,6	21449,4	138,2

Примечание\*: стоимость зерна - 12000 руб./т

Таблица 42 – Экономическая эффективность возделывания ярового ячменя в зависимости от изучаемых элементов технологии, руб./га (среднее за 2019-2021 гг.)

Фактор А	Фактор В	Стоимость продукции	Производственные затраты	Условный чистый доход	Уровень рентабельности, %
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	18470,0	11912,6	6557,4	55,1
	фунгицид	19203,3	13271,5	5931,8	44,7
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	25496,7	13837,7	11659,0	84,3
	фунгицид	26620,0	15202,9	11417,1	75,1
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	14313,3	9688,8	4624,5	47,7
	фунгицид	14403,3	10595,3	3808,0	35,9
4. Фон + биопрепарат	0	14166,7	10051,7	4115,0	40,9
	фунгицид	15520,0	11415,9	4104,1	36,0
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	24620,0	11647,3	12972,7	111,4
	фунгицид	26160,0	11684,9	14475,1	123,9
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	28036,7	12198,9	15837,8	129,8
	фунгицид	28730,0	13069,8	15660,2	119,8

Применение протравителя Сценик Комби на вариантах с нормами 1,0-4,0 млн./га было эффективнее контроля. В засушливых условиях текущего года максимальные показатели эффективности получены на варианте с нормой высева 2,0 млн./га. Условный чистый доход и уровень рентабельности здесь возростал, по сравнению с другими изучаемыми нормами, на 296,0-1420,3 руб./га и 3,3-18,7 % (таблица 43).

Таблица 43 – Экономическая эффективность при возделывании ярового ячменя Беркут с разными нормами высева, руб./га, 2018 год

Варианты	Стоимость продукции	Производственные затраты	Условный чистый доход	Уровень рентабельности, %
1. 5,0 млн./га б/о семян (контроль)	10710,0	9831,9	878,1	8,9
2. Сценик Комби 1,0 млн./га	9360,0	7671,0	1689,0	22,0
3. Сценик Комби 2,0 млн./га	10890,0	8694,0	2196,0	25,3
4. Сценик Комби 3,0 млн./га	11610,0	9710,1	1899,9	19,6
4. Сценик Комби 4,0 млн./га	12420,0	10725,2	1694,8	15,8
5. Сценик Комби 5,0 млн./га	12510,0	11734,3	775,7	6,6

Примечание\*: стоимость зерна - 9000 руб./т

Наименьшие экономические показатели получены на вариантах с нормой 5,0 млн./га и обработкой семян препаратом Сценик Комби.

В условиях 2019 года все изучаемые варианты при более высокой урожайности и стоимости продукции обеспечили увеличение эффективности возделывания ячменя, по сравнению с 2018 годом.

Наибольший условный чистый доход установлен на варианте с нормой высева 3,0 млн./га (Сценник Комби) – 11668,3 руб./га, что на 962,4-3332,1 руб./га (9,0-40,0 %) больше остальных изучаемых вариантов. Минимальный условный чистый доход выявлен при норме 1,0 млн./га (таблица 44).

Таблица 44 – Экономическая эффективность при возделывании ярового ячменя Беркут с разными нормами высева, руб./га, 2019 год

Варианты	Стоимость продукции	Производственные затраты	Условный чистый доход	Уровень рентабельности, %
1. 5,0 млн./га б/о семян (контроль)	18810,0	8459,1	10350,9	122,4
2. 1,0 млн./га (Сценник Комби)	14400,0	6063,8	8336,2	137,5
3. 2,0 млн./га (Сценник Комби)	18090,0	7218,9	10871,1	150,6
4. 3,0 млн./га (Сценник Комби)	19980,0	8311,7	11668,3	140,4
5. 4,0 млн./га (Сценник Комби)	19260,0	9348,3	9911,7	106,0
6. 5,0 млн./га (Сценник Комби)	21150,0	10444,1	10705,9	102,5

Примечание\*: стоимость зерна - 9000 руб./т

Максимальный уровень рентабельности установлен на вариантах с нормами 1,0-3,0 млн./га (Сценник Комби) 137,5-150,6 %, что на 15,1-48,1 % больше других изучаемых норм, при этом минимальные значения показателя выявлены при норме 5,0 млн./га (Сценник Комби).

При расчёте экономической эффективности, за счёт высокой урожайности и стоимости зерна, в 2020 году получены максимальные показатели за годы исследований (таблица 45).

Таблица 45 – Экономическая эффективность при возделывании ярового ячменя Беркут с разными нормами высева, руб./га, 2020 год

Варианты	Стоимость продукции	Производственные затраты	Условный чистый доход	Уровень рентабельности, %
1. 5,0 млн./га б/о семян (контроль)	34000,0	13812,5	20187,5	146,2
2. 1,0 млн./га (Сценик Комби)	25200,0	10674,0	14526,0	136,1
3. 2,0 млн./га (Сценик Комби)	34900,0	12199,0	22701,0	186,1
4. 3,0 млн./га (Сценик Комби)	38300,0	13628,0	24672,0	181,0
5. 4,0 млн./га (Сценик Комби)	39900,0	15081,1	24818,9	164,6
6. 5,0 млн./га (Сценик Комби)	38400,0	16419,7	21980,3	133,9

Примечание\*: стоимость зерна - 10000 руб./т

Применение протравителя Сценик Комби на вариантах с нормой 2,0-5,0 млн./га способствовало получению наибольшей стоимости продукции 34900,0-39900,0 руб./га (Сценик Комби), что на 900-14700 руб./га (2,6-58,3 %) выше контроля и варианта с нормой 1,0 млн./га (Сценик Комби).

Высокая стоимость продукции при применении протравителя Сценик Комби на нормах 3,0 и 4,0 млн./га обеспечила наибольший условный чистый доход из всех изучаемых вариантов – 24672,0-24818,9 руб./га, что на 1971,0-4631,4 руб./га (8,7-22,9 %) больше вариантов с нормой 2,0; 5,0 млн./га (Сценик Комби) и контроля. Наименьшие значения условного чистого дохода выявлены на варианте с минимальной нормой посева 1,0 млн./га.

В отличие от условного чистого дохода, наибольший уровень рентабельности установлен на вариантах 2,0 и 3,0 млн./га – 181,0-186,3 %, что на 16,4-19,9 % выше вариантов с нормой 4,0 млн./га (Сценник Комби) и контроля.

При максимальной за годы исследований стоимости на зерно в 2021 году стоимость продукции в зависимости от изучаемых вариантов колебалась от 17640,0 руб./га до 24720,0 руб./га, при наибольших значениях на варианте с нормой 4,0 млн./га (таблица 46).

Таблица 46 – Экономическая эффективность при возделывании ярового ячменя Беркут с разными нормами высева, руб./га 2021 год

Варианты	Стоимость продукции	Производственные затраты	Условный чистый доход	Уровень рентабельности, %
1. 5,0 млн./га б/о семян (контроль)	18720,0	10989,5	7730,5	70,3
2. 1,0 млн./га (Сценник Комби)	17640,0	8453,8	9186,2	108,7
3. 2,0 млн./га (Сценник Комби)	21120,0	9453,6	11666,4	123,4
4. 3,0 млн./га (Сценник Комби)	23040,0	10540,4	12499,6	118,6
5. 4,0 млн./га (Сценник Комби)	24720,0	11625,2	13094,3	112,6
6. 5,0 млн./га (Сценник Комби)	23040,0	12682,0	10358,0	81,7

Примечание\*: стоимость зерна - 12000 руб./т

Как и в 2020 году при анализе вариантов с протравливанием семян Сценник Комби наибольший условный чистый доход выявлен при нормах высева 3,0 и 4,0 млн./га – 12499,6-13094,3 руб./га, что на 832,8-1427,9 руб./га больше нормы 2,0 млн./га и на 2141,6-3908,1 руб./га контроля и вариантов с нормой 1,0 и 5,0 млн./га.

Наибольший уровень рентабельности, как и в 2020 году установлен при нормах 2,0 и 3,0 млн./га – 118,6-123,4 %, что на 6,0-10,8 % больше варианта с нормой 4,0 млн./га и на 9,9-41,7 % с нормой 1,0 и 5,0 млн./га.

Наименьшие экономические показатели выявлены в контроле.

В среднем за годы исследования по стоимости продукции выделились варианты, где посев производился протравленными семенами, с нормой высева 3,0-5,0 млн./га (таблица 47).

Таблица 47 – Экономическая эффективность при возделывании ярового ячменя Беркут с разными нормами высева, руб./га (среднее за 2018-2021 годы)

Варианты	Стоимость продукции	Производственные затраты	Условный чистый доход	Уровень рентабельности, %
1. 5,0 млн./га б/о семян (контроль)	20560,0	10773,3	9786,7	90,8
2. 1,0 млн./га (Сценик Комби)	16650,0	8215,7	8434,3	102,7
3. 2,0 млн./га (Сценик Комби)	21250,0	9391,4	11858,6	126,3
4. 3,0 млн./га (Сценик Комби)	23232,5	10547,5	12685,0	120,3
5. 4,0 млн./га (Сценик Комби)	24075,0	11720,0	12355,0	105,4
6. 5,0 млн./га (Сценик Комби)	23775,0	12820,0	10955,0	85,4

Как и в большинстве лет исследований, за счёт высокой стоимости продукции (нормы 3,0 и 4,0 млн./га) и низких производственных затрат (нормы 2,0 и 3,0 млн./га) наибольший условный чистый доход обеспечили варианты с протравливанием семян препаратом Сценик Комби и нормой высева 2,0-4,0 млн./га всхожих семян 11858,6-12685,0 руб./га, что на 903,6-2898,3 руб./га (8,2-29,6 %) больше варианта с нормой 5,0 млн./га с протравливанием и без

протравливания семян. Минимальный условный чистый доход выявлен при норме 1,0 млн./га.

Максимальный уровень рентабельности, как и в большинстве лет исследований, установлен при нормах высева 2,0 и 3,0 млн./га – 120,3-126,3 %, что на 14,9-25,5 % выше вариантов 1,0 и 4,0 млн./га (Сценик Комби). Наименьший уровень рентабельности выявлен при норме 5,0 млн./га с протравливанием и без протравливания семян.

Таким образом, максимальная эффективность энергозатрат в зернопаропропашном севообороте получена при прямом посеве с внесением удобрений и фунгицида 3,64-3,72 ед., что на 0,13-0,91ед. больше остальных изучаемых вариантов. В зернопаровом севообороте наибольшие значения эффективности энергозатрат выявлены при нормах высева 2,0 млн./га (за счёт низкой израсходованной энергии) и 3,0 млн./га (за счёт высокой энергии, накопленной урожаем) – 3,43-3,55 ед., что на 0,13-0,80 ед. больше остальных изучаемых вариантов.

При расчёте экономической эффективности возделывания ячменя в зернопаропропашном севообороте, наибольший условный чистый доход получен при прямом посеве и комплексном применении удобрений (6 вариант) – 15660,2-15837,8 руб./га, что на 1185,1-12029,8 руб./га (8,2-315,9 %) больше остальных вариантов с прямым посевом и на 4001,2-9906,0 руб./га (34,3-67,0 %) вариантов со вспашкой. Применение фунгицида Солигор окупилось прибавкой урожая только при применении азотных удобрений в дозе  $N_{40}$  при прямом посеве ячменя (5 вариант), где условный чистый доход и уровень рентабельности, по сравнению с вариантами без обработки фунгицидом, увеличивались на 1502,4 руб./га (11,6 %) и 12,5 % соответственно.

В зернопаровом севообороте при изучении норм высева наибольший условный чистый доход обеспечили варианты с протравливанием семян препаратом Сценик Комби и нормой высева 2,0 и 4,0 млн./га всхожих семян 11858,6-12685,0 руб./га, что на 903,6-2898,3 руб./га (8,2-29,6 %) больше варианта с нормой 5,0 млн./га с протравливанием и без протравливания семян.

Максимальный уровень рентабельности установлен при нормах 2,0 и 3,0 млн./га – 120,3-126,3 %, что на 14,9-25,5 % выше вариантов 1,0 и 4,0 млн./га (Сценарий Комби). Наименьший уровень рентабельности выявлен при норме 5,0 млн./га с протравливанием и без протравливания семян.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При изучении способов основной обработки почвы и систем удобрений в пропашном звене севооборота установлено, что водный режим почвы при возделывании ячменя не зависит от изучаемых элементов технологии. Внесение аммиачной селитры перед прямым посевом культуры способствовало более рациональному расходу влаги на единицу продукции на 83,5 м<sup>3</sup>/т (10,9 %) меньше варианта со вспашкой и применением удобрений и в 1,6-2,1 раза других изучаемых вариантов.

При возделывании ячменя на естественном по плодородию фоне не установлено существенного изменения содержания NO<sub>3</sub> в почве в течение вегетации в зависимости от способов основной обработки почвы. Применение аммиачной селитры и последствие сложных удобрений увеличивало показатель в период всходов ячменя в 4,0-4,7 раза, по сравнению с вариантами без внесения удобрений.

Применение прямого посева к всходам ячменя, по сравнению с контролем, способствовало увеличению содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в слое почвы 0-40 см на 30,6-44,0 мг/кг (17,4-20,7 %). Существенное возрастание содержания подвижного калия весной при прямом посеве на 24,0-34,8 мг/кг (13,5-19,6 %), по сравнению с вариантами, где применялась вспашка, установлено при последствии сложных удобрений и внесении аммиачной селитры.

Прямой посев ячменя, по сравнению с вариантами со вспашкой, обеспечивал значительное увеличение активности фермента фосфатазы, не снижал – уреазы. На фоне прямого посева без внесения азотных удобрений выявлено снижение активности фермента каталазы, по сравнению с более интенсивными вариантами на 5,9-13,5 %.

При уничтожении падалицы подсолнечника, возделываемого по производственной системе Экспресс Сан, в посевах ячменя выявлена высокая биологическая активность гербицидов с действующим веществом 2,4-Д (сложный 2-этилгексильный эфир) + флорасулам. Применение вариантов с прямым посевом

ярового ячменя с внесением азотных удобрений снижало общую количественную засорённость к уборке урожая, по сравнению с вариантом, где проводилась вспашка и вносились удобрения, на 3,0-3,5 шт./м<sup>2</sup> (50,0-63,6 %), по сравнению с другими вариантами в 3,3-5,5 раз.

2. Внесение аммиачной селитры и последствие сложных способствовало увеличению коэффициента продуктивной кустистости на варианте со вспашкой на 0,30 ед. (14,2 %), массы зерна с растения и количества продуктивных стеблей на 0,27 г (22,1 %) и 89,4 шт./м<sup>2</sup> (30,5 %). На вариантах с прямым посевом преимущество удобренных вариантов по коэффициенту возрастало до 0,35 ед. (18,9 %), массе зерна и густоте до 0,35-0,65 г (34,0-63,1 %) и 130,0-138,3 шт./м<sup>2</sup> (52,1-55,4 %) соответственно. При этом максимальная густота продуктивного стеблестоя выявлена на варианте с прямым посевом и комплексным применением селитры и биопрепарата.

Применение минеральных удобрений, обеспечивало существенное увеличение урожайности ячменя на варианте со вспашкой на 0,66 т/га (37,7 %), прямом посева – 1,11 т/га (81,0 %). Наибольшая урожайность зерна, при практически одинаковом содержании белка, натуры зерна и массы 1000 семян с другими вариантами, выявлена на прямом посева, где применялись аммиачная селитра и биопрепарат – 2,67 т/га, что на 0,19-0,26 т/га (7,6-10,8 %), больше интенсивных по удобрениям фонах с вспашкой и прямым посевом и в 1,5-2,0 раза вариантов без внесения удобрений. Наибольшая прибавка урожайности от обработки посевов фунгицидом 0,25 т/га (10,1 %) отмечена на варианте с прямым посевом и внесением селитры.

3. При возделывании ярового ячменя в зернопаровом севообороте, после предшественника озимой пшеницы, на вариантах с минимальными нормами высева (1,0-2,0 млн./га), по сравнению с 5,0 млн./га, начиная с фазы трубкования, происходит замедление наступления фаз роста и развития на 2-7 дней.

В исследованиях установлена чёткая тенденция обратной взаимосвязи коэффициента общей и продуктивной кустистости, массы зерна с растения и

прямая взаимосвязь с густотой продуктивного стеблестоя в зависимости от норм высева семян.

Наибольшая урожайность зерна выявлена на вариантах с обработкой семян протравителем Сценик Комби и нормой высева 3,0-5,0 млн./га – 2,32-2,39 т/га, что существенно на 0,26-0,33 т/га (12,6-16,0 %) больше контроля. Урожайность зерна из абиотических факторов на всех вариантах опыта в наибольшей степени зависела от температуры воздуха за сентябрь-июль ( $r=0,98^*-1,00^{**}$ ). Практически на всех вариантах опыта выявлена тесная взаимосвязь урожайности зерна с высотой растений и массой 1000 семян ( $r=0,90-0,98^*$ ). Протравливание семян четырёхкомпонентным препаратом, способствуя увеличению урожайности зерна, по сравнению с контролем, не снижало качество зерна.

4. Максимальная эффективность энергозатрат в зернопаропропашном севообороте получена при прямом посеве ячменя с внесением удобрений и фунгицида 3,64-3,72 ед., что на 0,13-0,91 ед. больше остальных изучаемых вариантов. При возделывании ячменя после озимой пшеницы наибольшие значения эффективности выявлены при нормах высева 2,0 млн./га (за счёт низкой израсходованной энергии) и 3,0 млн./га (за счёт высокой энергии, накопленной урожаем) – 3,53-3,55 ед., что на 0,13-0,80 ед. больше контроля и остальных изучаемых вариантов.

5. При расчёте экономической эффективности в пропашном звене, наибольший условный чистый доход получен на варианте с прямым посевом и комплексном применении селитры и биопрепарата – 15660,2-15837,8 руб./га, что на 1185,1-12029,8 руб./га (8,2-315,9 %) больше остальных вариантов с прямым посевом и на 4001,2-9906,0 руб./га (34,3-67,0 %) вариантов со вспашкой. Обработка посевов фунгицидом Солигор окупилось прибавкой урожая только при внесении селитры перед прямым посевом ячменя, где условный чистый доход и уровень рентабельности, по сравнению с вариантом без обработки фунгицидом, увеличивались на 1502,4 руб./га (11,6 %) и 12,5 % соответственно.

В зернопаровом севообороте наибольший условный чистый доход обеспечили варианты с протравливанием семян препаратом Сценик Комби и

нормой высева 2,0-4,0 млн./га всхожих семян 11858,6-12685,0 руб./га, что на 903,6-2898,3 руб./га (8,2-29,6 %) больше контроля и варианта с нормой 5,0 млн./га. Максимальный уровень рентабельности установлен при нормах 2,0 и 3,0 млн./га – 120,3-126,3 %, что на 14,9-25,5 % выше вариантов 1,0 и 4,0 млн./га (Сценик Комби).

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения урожайности зерна и эффективности возделывания ячменя на черноземе обыкновенном в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах предлагается:

– при прямом посеве в пропашном звене с нормой высева 3,5 млн./га при применении протравителя с ростостимулирующим эффектом предлагается следующая система удобрений: сложные удобрения под подсолнечник в дозе  $N_{15}P_{15}K_{15}$ , до посева ячменя внесение аммиачной селитры  $N_{40}$ , в фазу кущения культуры биопрепарат «Бионекс Кеми» Растворимый» 40:0:0:0,7 (4 кг /га). Для профилактики борьбы с болезнями в конце трубкования применять фунгицид – Солигор, КЭ (0,6 л/га);

– при применении протравителя с ростостимулирующим эффектом (Сценик Комби, МД – 1,5 л/т) норма высева семян ячменя Беркут при обычном рядовом посеве, по предшественнику озимой пшенице, должна составлять – 3,0 млн./га.

### Перспективы дальнейшей разработки темы

Для повышения устойчивости и эффективности производства ячменя в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах на перспективу планируется:

- совершенствование системы удобрений и защиты растений от сорняков и болезней;
- в пропашном звене севооборота поиск мероприятий и подбор сортов для увеличения содержания белка в зерне ячменя на фуражные цели.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абаимов, В.Ф. Эколого-биологическое обоснование технологических приемов возделывания ячменя и овса в условиях степной зоны Южного Урала: автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук: 06.01.01. / Абаимов Виктор Фёдорович. - Оренбург, 2003. – 52 с.
2. Агрохимическая оценка состояния плодородия чернозёмных почв и эффективность применения удобрений в Среднем Заволжье / И.Н. Чумаченко, В.Я. Обущенко, В.Н. Капранов, С.В. Обущенко. – Самара, 2002. – 197 с.
3. Агрофизические процессы формирования запасов продуктивной влаги в почве / Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, А.С. Линьков, Ф.П. Четвериков // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 8. – С. 10-15.
4. Активность каталазы / В.Г. Минеев, Н.З. Станков, Е.Х. Ремпе [и др.] // Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Часть 1. – Москва, 1975. – С. 148-152.
5. Агроклиматические ресурсы Куйбышевской области. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1968. – 208 с.
6. Артюхова, О.А. Влияние элементов технологий возделывания на урожайность новых пивоваренных сортов ярового ячменя / О.А. Артюхова, О.В. Гладышева, В.А. Свирина // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 2. – С. 21-25.
7. Баздырев, Г.И. Почвозащитные системы обработки плюс гербициды / Г.И. Баздырев // Земледелие. – 1990. – № 2. – С. 45–48.
8. Бакиров, Ф.Г. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки чернозёмов степной зоны Южного Урала: автореф. дис... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Бакиров Фарит Галиуллович. – Оренбург, 2008. – 48 с.
9. Бараев, А.И. Почвозащитное земледелие: избранные труды / А.И. Бараев. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 381 с. – ISBN 5-10-000415-0.

10. Белоусова, Е.Н. Влияние почвозащитных технологий на содержание подвижного органического вещества и ферментативную активность почвы / Е.Н. Белоусова, А.А. Белоусов // *Агрохимия*. – 2022. – № 5. – С. 30-37.

11. Белоусова, Е.Н. Оценка ферментативной активности чернозёма обыкновенного в условиях перехода на минимальные технологии обработки / Е.Н. Белоусова, А.А. Белоусов // *Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ*. – Красноярск, 2022. – С. 353-357.

12. Беляев, Н.Н. Экологическое сортоиспытание ярового ячменя в условиях Тамбовской области / Н.Н. Беляев, Е.А. Дубинина, В.В. Корянин // *Вестник Тамбовского государственного университета*. – 2014. – № 3. – С. 189-191.

13. Беляков, И.И. Ячмень в интенсивном земледелии / И.И. Беляков. – Москва: Росагропромиздат, 1990. – 136 с. – ISBN 5-260-00392-6.

14. Бесалиев, И.Н. Моделирование продуктивности ячменя в условиях степной зоны Южного Урала / И.Н. Бесалиев, А.Г. Крючков. – Москва: Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук, 2007. – 529 с. – ISBN 5-7689-0086-1.

15. Бесалиев, И.Н. Формирование высокопродуктивных агроценозов ярового ячменя в степной зоне Южного Урала: дис. ...д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / Бесалиев Имен Ноланович. – Оренбург, 2008. – 442 с.

16. Биологизация земледелия в Среднем Поволжье: монография / В.А. Корчагин, С.Н. Зудилин, О.И. Горянин [и др.]. – Кинель, 2017. – 241 с. – ISBN 978-5-88575-484-2.

17. Биологическая активность чернозёма обыкновенного при различных способах основной обработки почвы под ячмень / В.М. Гармашов, И.М. Корнилов, Н.А. Нужная [и др.] // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2019. – № 3 (58). – С. 22-27.

18. Биологическая активность южного чернозёма Поволжья в ландшафтной системе земледелия Поволжья / В.В. Пронько, Г.К. Соловова, Н.Ф. Климова [и др.] // *Земледелие в XXI веке. Проблемы и пути решения: материалы науч.-практ.*

конф.: (к 30-летию ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии), 25-27 октября 2000 г., Курск. – Курск, 2001. – С. 237-243.

19. Битов, Х.А. Влияние сидеральных культур на ферментативную активность почвы / Х.А. Битов, В.С. Бжеумыхов // Вестник аграрной науки. – 2023. – № 2 (101). – С. 6-11.

20. Борин, А.А. Обработка почвы и урожайность культур севооборота / А.А. Борин // Земледелие. – 2009. – № 7. – С. 22-24.

21. Борисоник, З.Б. Ячмень яровой / З.Б. Борисоник. – Москва: Колос, 1974. – 255 с.

22. Буров, Д.И. Научные основы обработки почв Заволжья / Д.И. Буров. – Куйбышев: Кн. изд-во, 1970. – 293 с.

23. Вандышев, И.А. Система обработки почвы в технологиях зернобобовых и зернофуражных культур лесостепи Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Вандышев Иван Александрович. – Кинель, 1997. – 22 с.

24. Васин, В.Г. Сорта и гибриды полевых культур Самарской области и Среднего Поволжья / В.Г. Васин, А.В. Васин, О.Д. Ласкин. – Кинель, 2001. – 225 с. – ISBN 5-88575-056-4.

25. Васин, В.Г. Растениеводство / В.Г. Васин, А.В. Васин, Н.Н. Ельчанинова. – Самара: РИЦ СГСХА, 2009. – 528 с. – ISBN 978-5-88575-223-7.

26. Васюков, П.П. Минимальная обработка почвы при возделывании озимой пшеницы по различным предшественникам / П.П. Васюков, В.И. Цыганков // Земледелие. – 2008. – № 5. – С. 27-28.

27. Вислобокова, Л.Н. Урожайность ярового ячменя в зависимости от основной обработки почвы, доз минеральных удобрений, средств защиты растений / Л.Н. Вислобокова, В.А. Воронцов, Ю.П. Скорочкин // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 1. – С. 42-48.

28. Витер, А.Ф. Изменение плодородия чернозёмов при их обработке / А.Ф. Витер // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. – Москва: Агропромиздат, 1990. – С. 123-129.

29. Владимиров В.П. Продуктивность и качество зерна ячменя в зависимости от норм высева и расчетных доз удобрений в условиях лесостепи Среднего Поволжья / В.П. Владимиров, И.Р. Гареев, С.Я. Бизянов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3 (10). С. 21-26.

30. Власенко, А.Н. Почвозащитные и ресурсосберегающие технологии обработки почвы в сухостепном земледелии / А.Н. Власенко // Проблемы стабилизации и развития сельскохозяйственного производства Сибири, Монголии и Казахстана в XXI веке. Ч. 1: Земледелие, растениеводство и селекция: тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 20-23 июля 1999 г.) / Российская академия сельскохозяйственных наук. Сибирское отделение. – Новосибирск, 1999. – С. 30-31.

31. Власенко, А.Н. Интенсификация и экологизация земледелия Сибири / А.Н. Власенко // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 2-4.

32. Влияние нормы высева семян на продуктивность ячменя в условиях Алтайского Края / Г.М. Мусалитин, В.А. Борадулина, Ж.В. Кузикеев, А.П. Кузикеева // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 7. – С. 35-39.

33. Влияние обработки почвы и минерального питания на динамику биологической активности и NPK при возделывании ярового ячменя. / С.В. Микитин, А.В. Шуравилин, В.В. Бородычев, А.Е. Новиков // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2017. - № 4. – С. 295-304.

34. Влияние применения различных способов основной обработки на запасы продуктивной влаги в агрочернозёмах / А.М. Гребенщиков, А.С. Фрид, С.В. Сапрыкин, Ю.И. Четвердин // Агрохимия. – 2019. – № 8. – С. 40-47.

35. Влияние способов посева и норм высева на продуктивность и эффективность возделывания ярового ячменя в Среднем Заволжье / Б.Ж. Джангабаев, Л.В. Пронович, Е.В. Щербинина, О.И. Горянин // Молодой учёный. – 2016. – № 27-3 (131). – С. 31-33.

36. Влияние удобрений и системы обработки почвы на продуктивность пашни и плодородия почвы в системе орошаемых севооборотов / Н.П. Мелихова,

А.А. Зибаров, Л.В. Вронская, К.М. Мелихов // Научно - практические пути повышения экологической устойчивости и социально – экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства: мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. году экологии в России сост.: Н.А. Щербакова, А.П. Селиверстова. – 2017. – С. 423-428.

37. Вражнов, А.В. Адаптивная интенсификация систем земледелия на Южном Урале / А.В. Вражнов. – Челябинск, 2002. – 272 с. – ISBN 5-88156-250-х.

38. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур в Западной Сибири: справочное пособие / О.А. Иванов, Т.Д. Рунёва, М.М. Трушко [и др.]. – Новосибирск: Зап.- Сиб. кн. изд-во, 1985. – 216 с.

39. Вьюгина, Г. В. Формирование урожайности сортов ячменя при разных уровнях интенсификации земледелия / Г. В. Вьюгина, С. М. Вьюгин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2004. – № 5. – С. 27-29.

40. Гармашов, В.М. Каталазная активность чернозёма обыкновенного при минимализации обработки почвы и прямом посеве в условиях юго-востока ЦЧР / В.М. Гармашов, Л.В. Гармашова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 5-2 (119). – С. 40-43.

41. Герасимов, С.А Влияние норм высева на развитие элементов продуктивности ячменя в условиях Красноярской лесостепи / С.А. Герасимов А.Г. Липшин // Инновационные тенденции развития российской науки: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. –Красноярск, 2016. – С. 36-39.

42. Глуховцев, В.В. Яровой ячмень в Среднем Поволжье / В.В. Глуховцев. - Самара, 2001. – 150 с.

43. Глуховцев, В.В. Изучение качественного состава белка зерна ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья / В.В. Глуховцев, Н.В. Дровальева // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 3. – С. 3-5.

44. Глуховцев, В.В. Особенности реакции сортов ярового ячменя на внекорневые подкормки в условиях Среднего Поволжья / В.В. Глуховцев, Н.В.

Санина, А.А. Апаликов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (53). – С. 20-23.

45. Голова, Т.Г. Продуктивность сортов ячменя в различных вариантах посева / Т.Г. Голова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 2 (38). – С. 123-128.

46. Горянин, О.И. Способы основной обработки и ухода за чистыми парами на обыкновенном чернозёме Степного Заволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Горянин Олег Иванович. – Безенчук, 1999. – 24 с.

47. Горянин, О.И. Технологические комплексы нового поколения возделывания зерновых культур в чернозёмной степи Среднего Заволжья / О.И. Горянин, В.А. Корчагин, А.А. Цунин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 5. – С. 47-49.

48. Горянин, О.И. Эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в степном Заволжье / О.И. Горянин, Т.А. Горянина // Аграрный научный журнал. – 2013. – № 11. – С. 19-22.

49. Горянин, О.И. Дифференцированная система обработки почвы, как элемент адаптивной системы земледелия Самарской области / О.И. Горянин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета – 2014. – № 5 (49). – С. 23-25.

50. Горянин, О.И. Влияние технологических систем на водный режим почвы в степном Заволжье / О.И. Горянин, Е.В. Щербинина, И.Ф. Медведев // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 4. – С. 16-20.

51. Горянин, О.И. Влияние систем обработки почвы на плотность чернозёма обыкновенного в Заволжье / О.И. Горянин, И.А. Чуданов // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – № 7. – С. 44-47.

52. Горянин, О.И. Возделывание полевых культур в Среднем Заволжье / О.И. Горянин. – Самара, 2019. – 345 с. – ISBN 978-5-6043023-9-2.

53. Горянин, О.И. Формирование качества зерна ячменя при современных технологиях в Поволжье / О.И. Горянин, Б.Ж. Джангабаев, Л.В. Пронович // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 6. – С. 13-16.

54. ГОСТ 10842 – 89. Зерно. Метод определения массы 1000 зёрен. – Москва: Изд-во стандартов, 1981. – 4 с.
55. ГОСТ 12037 – 81. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. – Москва: Изд-во стандартов, 1981. – 18 с.
56. ГОСТ 13586.5 – 93. Зерно. Метод определения влажности. – Москва: Изд-во стандартов, 1981. – 10 с.
57. ГОСТ 26204 – 84. Почвы. Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. – Москва: Изд-во стандартов, 1984. – 5 с.
58. ГОСТ 26951 – 86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – Москва: Изд-во стандартов, 1984. – 7 с.
59. ГОСТ 28 168 – 89. Почвы. Отбор проб. – Москва: Изд-во стандартов, 1989. – 6 с.
60. ГОСТ 134964 – 84. Зерно. Методы определения азота и сырого протеина. – Москва: Изд-во стандартов, 1984. – 6 с.
61. Гребенщиков, В.Ю. Влияние гидротермических условий на продуктивность и технологические качества двурядного ячменя в условиях Иркутской области / В.Ю. Гребенщиков, В.В. Верхотуров, В.С. Копылова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 4 (44). – С. 85-90.
62. Гребенщиков, В.Ю. Влияние нормы высева и сроков посева на урожайность ячменя в условиях Присаянья Иркутской области / В.Ю. Гребенщиков, В.С. Копылова, В.В. Верхотуров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4 (48). – С. 29-34.
63. Грязнов, А.А. Ячмень Карабалыкский: (корм, крупа, пиво) / А.А. Грязнов. – Кустанай, 1996. – 448 с. – ISBN 5-76667-3760-2.
64. Гулидова, В.А. Минимализация обработки почвы под озимую пшеницу / В.А. Гулидова // Земледелие. – 1998. – № 5. – С. 21.

65. Гуляев, Г.В. Совершенствовать систему семеноводства / Г.В. Гуляев // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 1992. – № 4. – С. 17-21.
66. Демеуов, С.Н. Ферментативная активность почвы в условиях чернозёма в посевах яровой пшеницы при различных способах обработки почв Костанайской области / С.Н. Демеуов, Г. Исенова, Г. Кайсанова // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – № 3. – С. 109-116.
67. Дериглазова, Г.М. Влияние технологий разного уровня на урожайность ярового ячменя / Г.М. Дериглазова, И.Г. Пыхтин // Земледелие. – 2012. – № 7. – С. 31-33.
68. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
69. Добруцкая, Е.Г. Экологическая роль сорта в XXI веке / Е.Г. Добруцкая, В.Ф. Пивоваров // Селекция и семеноводство. – 2000. – № 1. – С. 28-30.
70. Дояренко, А.Г. Факторы жизни растений / А.Г. Дояренко. – Москва: Колос, 1966. – 279 с.
71. Дубачинская, Н.Н. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур на малосоленцеватых землях / Н.Н. Дубачинская, В.В. Каракулев, С.Н. Дубачинский // Земледелие. – 2007. – № 6. – С. 24-26.
72. Еряшев, А.П. Эффективность возделывания пивоваренного ячменя на разных фонах минерального питания и нормах высева / А.П. Еряшев, А.А. Козлова, А.С. Железнов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2021. – № 1 (33). – С. 40-45.
73. Жученко, А.А. Адаптивный потенциал культурных растений: (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 768 с. – ISBN 5-376-00458-9.
74. Жученко, А.А. Проблемы ресурсосбережения в процессах интенсификации сельскохозяйственного производства / А.А. Жученко // Проблемы адаптивной интенсификации земледелия в Среднем Поволжье: сб.

науч. тр., посвящ. 135-летию со дня рождения Н. М. Тулайкова. – Самара: СамНЦ РАН Самарский НИИСХ, 2012. – С. 8-33.

75. Зайцев, А.М. Эффективность способов посева и аммиачной селитры при возделывании ярового ячменя в Предбайкалье / А.М. Зайцев, А.Ю. Свириденко // Вестник Иркутской ГСХА. – 2020. – № 97. – С. 23-33.

76. Земледелие в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков, Р.В. Авраменко, А.А. Марковский [и др.]. – Москва: Колос, 2008. – 308 с. – ISBN 978-5-10-004014-9.

77. Зинченко, М. К. Ферментативная активность серой лесной почвы при различных приемах основной обработки / М.К. Зинченко, С.И. Зинченко // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 4. – С. 17-21.

78. Зубков, А.С. Результаты изучения способов основной обработки почвы под ячмень / А.С. Зубков // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 39-41.

79. Иванов, П.К. Плоскорезная система обработки почвы на Юго - Востоке / П.К. Иванов. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1976. – 81 с.

80. Иванова, А.Н. Приёмы основной обработки и свойства дерново-подзолистых почв / А.Н. Иванова, В.И. Панов, И.Н. Донских // Земледелие. – 2007. – № 5. – С. 20-21.

81. Ивенин, А.В. Экономическая эффективность выращивания зерновых культур в зависимости от систем обработки почвы и применения удобрений / А.В. Ивенин, Ю.А. Богомолова, А.П. Саков // Вестник Казанского ГАУ. – 2021 – № 1 (61). – С. 22-27.

82. Инновационные технологии возделывания полевых культур в АПК Самарской области: учебное пособие / В.А. Корчагин, С.Н. Шевченко, С.Н. Зудилин, О.И. Горянин. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2014. – 192 с. – ISBN 978-5-88575-357-9.

83. Инструкция по методике отбора проб и анализов почвы и растений. – Безенчук, 1971.- Ч.1. – 32 с.; Ч. 2. – 36 с.

84. Интегрированная защита яровой твердой пшеницы в Среднем Заволжье / О.И. Горянин, И.Ш. Шакуров, Б.Ж. Джангабаев [и др.] // Защита и карантин растений. – 2015. – № 12. – С. 24-26.
85. Иодко, Л.Н. Преимущества безотвальной обработки пара неоспоримо / Л.Н. Иодко, И.Г. Иодко // Земледелие. – 1990. – № 1. – С. 63-64.
86. Исаенко, А.В. Особенности формирования ярового ячменя при разных способах посева и нормах высева / А.В. Исаенко // Вестник Курганской ГСХА. – 2013. – № 3 (7). – С. 29-33.
87. Исайкин, И.И. Плуг – сорнякам друг / И.И. Исайкин, М.К. Волков // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 23-24.
88. Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков. – Самара, 1997. – 200 с. – ISBN 5-88575-009-2.
89. Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье: монография / Г.И. Казаков. – Самара: Изд-во Самарской ГСХА, 2008. – 251 с. – ISBN 978-5-88575-200-8.
90. Казаков, Г.И. Экологизация и энергосбережение в земледелии Среднего Поволжья / Г.И. Казаков, В.А. Милюткин. – Самара: РИЦ СГСХА, 2010. – 245 с. – ISBN 978-5-88575-264-0.
91. Калашник, Н.А. Генетика продуктивности и показателей качества зерна пивоваренного ячменя в условиях Среднего Прииртышья / Н.А. Калашник, Г.Я. Козлова, Н.И. Аниськов. – Новосибирск, 2005. – 132 с. – ISBN 5-9657-0057-1.
92. Калимуллин, А.Н. Совершенствование структуры производства и внедрение ресурсосберегающих технологий — основное направление стабилизации растениеводства / А.Н. Калимуллин // Наука и хлеб: сб. науч. тр. / Оренбургский НИИСХ. – Оренбург, 1998. – Вып. 5. – С. 108-113.
93. Калимуллин, А.Н. Научные основы производства семян зерновых культур в Среднем Поволжье. – Самара, 1999. – 178 с.
94. Кант, Г. Земледелие без плуга: предпосылки, способы и границы прямого посева при возделывании зерновых культур / Г. Кант. – Москва: Колос, 1980. – 158 с.

95. Карамщук, З.П. Микробиологические основы почвозащитного земледелия / З.П. Карамщук. – Алма-Ата, 1989. – 200 с. – ISBN 5-628-00321-2.

96. Карпов, А.В. Формирование запасов продуктивной влаги в ценозах при различном уровне агротехногенного использования / А.В. Карпов, С.В. Шайкин, И.А. Вандышев // Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства в условиях антропогенного загрязнения: материалы Всерос. науч.-практ. конф. / Ульяновская ГСХА. – Ульяновск, 2004. – С. 137-142.

97. Картамышев, Н.И. Снижать засорённость полей в почвозащитном земледелии / Н.И. Картамышев, З.М. Шмат, Н.Ф. Гончаров // Земледелие. – 1992. – № 2. – С. 55-58.

98. Каштанов, В.В. Научно-методические основы современных систем земледелия / В.В. Каштанов. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 255 с. – ISBN 5-10-000422-3.

99. Кирдин, В.Ф. Агротехнологии противодействуют засухе / В.Ф. Кирдин // Земледелие. – 2010. – № 2. – С. 7-9.

100. Кирюшин, В.И. Биологическая активность выщелоченного чернозёма Приобья / В.И. Кирюшин, А.А. Данилова // Почвоведение. – 1990. – № 9. – С. 79-86.

101. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – Москва: Колос, 1996. – 367 с. – ISBN 5-10-003342-8.

102. Кислов, А.В. Особенности технологии возделывания зерновых и кормовых культур / А.В. Кислов // Система устойчивого ведения сельского хозяйства Оренбургской области. – Оренбург, 1999. – С. 171-184.

103. Климат Самарской области и его характеристики для климатозависимых отраслей экономики / Б.Г. Шерстюков, В.Н. Разуваев, А.И. Ефимов [и др.]. – Самара, 2006. – 168 с. – ISBN 5-9900760-1-0.

104. Коваленко, М.В. Влияние способов основной обработки почвы на её ферментативную активность / М.В. Коваленко, Г.К. Марковская // Вестник Казанского ГАУ. – 2013. – Т. 8, № 1 (27). – С. 108-111.

105. Коломейченко, В.В. Полевые и огородные культуры России. Зерновые: монография / В.В. Коломейченко. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 472 с. – ISBN 978-5-8114-3096-3.

106. Конищев, А.А. Погодные условия и выбор способа обработки почвы / А.А. Конищев, Е.Н. Конищева // Земледелие. – 2007. – № 6. – С. 12.

107. Концепция воспроизводства плодородия чернозёмных почв степных районов Среднего Заволжья / В.А. Корчагин, О.И. Горянин, С.В. Обущенко, А.П. Чичкин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 5(3). – С. 1081-1085.

108. Коренев, Г.В. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / Г.В. Коренев, П.И. Подгорный, С.Н. Щербак; под ред. Г.В. Коренева. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 575 с. – ISBN 5-10-000573-4.

109. Коринец, В.В. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур: метод. рек. / В.В. Коринец, А.Ф. Козловцев, З.Н. Козенко. – Волгоград, 1985. – 30 с.

110. Корчагин, В.А. Ресурсосберегающие технологические комплексы возделывания зерновых культур в степных районах Среднего Поволжья / В.А. Корчагин, О.И. Горянин, В.Г. Новиков // Научные основы адаптивных систем земледелия в степных районах Среднего Заволжья: сб. науч. тр.: К 100 - летию Самарского НИИСХ. – Самара: Изд-во «НТЦ», 2003. – С. 226-248.

111. Корчагин, В.А. Основные тенденции изменения агрометеорологических показателей погодных условий в Среднем Заволжье за последние 100 лет (1904-2004) / В.А. Корчагин, О.И. Горянин. – Самара, 2005. – 76 с.

112. Корчагин, В.А. Экономическая оценка современных ресурсосберегающих технологий / В.А. Корчагин, О.И. Горянин // Концепция формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / Самарский НИИСХ. - 2-е изд., перераб. – Самара, 2008. – С. 70 -72.

113. Корчагин, В.А. Почвозащитная обработка почвы в Среднем Поволжье / В.А. Корчагин, Г. И. Казаков // Земледелие. – 2009. – № 1. – С. 26-28.

114. Кузина, В.П. Почвы опытной станции / В.П. Кузина // Приёмы повышения культуры земледелия в степном Заволжье. – Куйбышев, 1973. – С. 5-8.

115. Кузина, Е.В. Влияние основной обработки почвы на запасы продуктивной влаги и агрофизические свойства чернозёма выщелоченного / Е.В. Кузина // Пермский аграрный вестник. – 2016. – № 3 (16). – С. 35-41.

116. Куликова, А.Х. Экологические аспекты основной обработки почвы в условиях лесостепи Поволжья / А.Х. Куликова // Дифференциация систем земледелия и плодородие чернозёма лесостепи Поволжья: сб. науч. тр. / Ульяновская ГСХА. – Ульяновск, 1996. – С. 60-67.

117. Куликова, А. Х. Ферментативная активность почвы в зависимости от системы удобрения / А. Х. Куликова, С. А. Антонова, А. В. Козлов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2017. – № 4(40). – С. 36-43.

118. Куликова, А.Х. Влияние соломы и сидератов на баланс элементов питания в чернозёме типичном Среднего Поволжья / А.Х. Куликова, Е.А. Яшин, А.Е. Яшин // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2019. – № 2 (46). – С. 79-84.

119. Курдюков, Ю.Ф. Совершенствование системы обработки почвы в засушливой степи Поволжья / Ю.Ф. Курдюков, З.М. Азизов, Г.А. Куликова // Развитие адаптивных почвозащитных систем земледелия в Поволжье: тез. докл. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию А.И. Бараева, 7-8 июля 1998 г. НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1999. – С. 32-36.

120. Куркова И.В. Влияние сроков посева и норм высева на урожайность ярового ячменя сорта Амур / И.В. Куркова, А.С. Кузнецова // Вестник Новосибирского ГАУ. – 2016. – № 2 (39) – С. 17-21.

121. Ладонин, В.Ф. Обработка почвы в северной степи Украины / В.Ф. Ладонин // Земледелие. – 1997. – № 3. – С. 21-23.

122. Ламажап Р.Р. Изучение влияния норм высева и сроков посева на урожайность сортов ярового ячменя / Р.Р. Ламажап // The scientific heritage. – 2021. – Vol. 1, № 74. – P. 8-10.

123. Лапина, Е.Н Влияние основной обработки почвы на урожайность зерновых культур и экономическая эффективность мероприятий / Е.Н. Лапина, М.В. Карпова, Н.В. Рознина // Приоритетные направления регионального развития: материалы Всерос. науч.– практ. конф. с междунар. участием. – Курган, 2020. – С. 707-710.

124. Левакова, О.В. Отзывчивость нового сорта ярового ячменя Знатный на норму высева в условиях Рязанской области / О.В. Левакова // Аграрная наука. – 2021. – № 3. – С. 70-73.

125. Леонтьев, И.П. Сортовые ресурсы – основа интенсификации отраслей растениеводства / И.П. Леонтьев, А.А. Золотов // Резервы повышения эффективности агропромышленного производства: материалы регион. науч.- практ. конф. / Башкирский НИИСХ. – Уфа, 2004. – С. 116-119.

126. Листопадов, И.Н. Минимализация, а не упрощение / И.Н. Листопадов // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 25-27.

127. Макаров, И.П. Задачи по разработке и внедрению ресурсосберегающей обработки почвы в зональных системах земледелия / И.П. Макаров // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. – Москва: Агропромиздат, 1990. – С. 3-11.

128. Максютлов, Н.А. Плодородие почвы и урожай / Н.А. Максютлов. – Оренбург, 1996. – 91 с.

129. Максютлов, Н.А. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала / Н.А. Максютлов. – Оренбург, 2004. – 203 с.

130. Мальцев, Т.С. Вопросы земледелия / Т.С. Мальцев. – Москва: Колос, 1971. – 391 с.

131. Медведев, В.В. Изменчивость оптимальной плотности сложения почв и её причины / В.В. Медведев // Почвоведение. – 1990. – № 5. – С. 20-30.

132. Микробная биомасса и ферментативная активность целинных и пахотных почв как показатели физиологического состояния микробных сообществ / Е.В. Чернышева, К.С. Душанова, Т.Э. Хомутова, А.В. Борисов // Успехи современной биологии. – 2023. – Т. 143, № 4. – С. 403-416.

133. Минимализация обработки почвы в Республике Башкортостан / К.З. Халиуллин, Т.И. Киекбаев, С.А. Лукьянов, И.А. Гайнулин // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 1. – С. 34-36.

134. Минимализация основной обработки почвы в полевых севооборотах степной зоны Оренбуржья / Н.А. Максютков, В.М. Жданов, Г.А. Кремер, Л.Ф. Матвиенко // Сборник научных работ НПО «Южный Урал». – Оренбург, 2001. – С. 110-132.

135. Моргун, Ф.Т. Агроэкологическая оценка почвозащитной обработки почвы в Полтавской области / Ф.Т. Моргун, А.В. Фисюнов, М.Г. Тютюшин // Земледелие. – 1980. – № 8. – С. 22-25.

136. Мурашкина, А.Б. Влияние систем удобрений, севооборотов и основной обработки на показатели биологической активности почвы в условиях лесостепи Заволжья / А.Б. Мурашкина // Проблемы повышения эффективности сельскохозяйственного производства в XXI веке: материалы 41-ой науч. конф. молодых учёных, аспирантов и студентов агрономического факультета / Пензенская ГСХА. – Пенза: РИО ПГСХА, 2002. – С. 6-8.

137. Наумкин, В.Н. Технология растениеводства / В.Н. Наумкин, А.С. Ступин. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 592 с. – ISBN 978-5-8114-1712-4.

138. Научно-практическое обоснование биологизации земледелия лесостепной зоны Поволжья: монография / А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов, М.И. Подсевалов [и др.]. – Ульяновск, 2020. – 386 с. – ISBN 978-5-6043485-2-9.

139. Немцев, Н.С. Почвозащитное земледелие в лесостепном Поволжье / Н.С. Немцев. – Ульяновск, 1996. – 161 с.

140. Неттевич, Э.Д. Зернофуражные культуры / Э.Д. Неттевич, А.В. Сергеев, Е.В. Лызлов. – Москва: Россельхозиздат, 1980. – 238 с.

141. Неттевич, Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства / Э.Д. Неттевич // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2001. – № 3. – С. 3-6.

142. Никифоров, В.М. Урожайность и качество зерна сортов ярового ячменя в интенсивных технологиях возделывания / В.М. Никифоров, М.И. Никифоров, В.В. Мамеев // Вестник Брянской ГСХА. – 2019. – № 6 (76). – С. 8-13.

143. Новиков, В.Н. Способы обработки почвы и засорённость посевов / В.Н. Новиков, А.П. Исаев // Земледелие. – 1996. – № 6. – С. 9-11.

144. Определение активности уреазы // Справочник инженера эколога нефтегазодобывающей промышленности по методам загрязнителей окружающей среды: (основные положения). – Москва: Недра, 1999. – Ч. 2. – С.581-585.

145. Определение активности фосфатазы // Справочник инженера эколога нефтегазодобывающей промышленности по методам загрязнителей окружающей среды: (основные положения). – Москва: Недра, 1999. – Ч. 2. – С.578-581.

146. Оптимизация технологических операций при возделывании ярового ячменя в Среднем Поволжье / О.И. Горянин, Л.В. Пронович, Б.Ж. Джангабаев Е.В. Щербинина // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 8. – С. 55-60.

147. Органическое вещество и ферментативная активность чернозёма выщелоченного в зависимости от приёмов основной обработки почвы и удобрения / З.З. Аюпов, Л.В. Сидорова, Н.С. Анохина [и др.] // Вестник Башкирского ГАУ. – 2010. – № 2. – С. 11-16.

148. Основные пути повышения эффективности растениеводства Самарской области: науч.- практ. рек. / С.Н. Шевченко, А.В. Милёхин, В.А. Корчагин [и др.]; Самарский НИИСХ. – Самара, 2008. – 131 с.

149. Особенности технологии возделывания ярового ячменя / Е.В. Дудинцев, В.Н. Федорищев, Н.А. Старовойтов [и др.] // Агро XXI. – 2001. – № 9. – С. 20-21.

150. Отзывчивость сорта ярового ячменя Камашевский на норму высева / В.И. Блохин, И.М. Сержанов, М.А. Лапочкина [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 5. – С. 39-41.

151. О целесообразности освоения системы прямого посева на чернозёмах России / А.Л. Иванов, В.В. Кулинцев, В.К. Дридигер, В.П. Белобров // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 4. – С. 8-16.

152. Оценка ферментативной активности почв Зауралья Республики Башкортостан при различных системах обработки почв / Г.Р. Ильбулова, Я.Т. Суюндуков, Х.М. Сафин [и др.] // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2021. – Т. 17, № 1. – С. 19-24.

153. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрения и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 512 с.

154. Парамонов, А.В. Влияние метеорологических условий на урожайность и качество зерна ярового ячменя в приазовской зоне Ростовской области / А.В. Парамонов, А.В. Федюшкин, О.А. Целуйко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2020. – № 2 (38). – С. 151-162.

155. Почвозащитное земледелие / под ред. А.И. Бараева. – Москва: Колос, 1975. – 304 с.

156. Почвенная биология: учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по агроном. спец. / Ю.В. Корягин, А.И. Иванов, С.М. Надежкин [и др.]. – Пенза: РИО ПГСХА, 2001. – 280 с.

157. Почвы Куйбышевской области. – Куйбышев, 1985. – 392 с.

158. Применение жидких минеральных удобрений Мегамикс на посевах ячменя (*Hordeum vulgare* L.) в условиях лесостепи Среднего Поволжья / А.Н. Бурунов, В.Г. Васин, А.О. Стрижаков, Р.Н. Багаутдинов // Проблемы агрохимии и агроэкологии. – 2020. – № 2. – С. 16-17.

159. Применение макро- и микроудобрений в современных технологиях возделывания зерновых культур / Н.В. Войтович, И.Н. Чумаченко, Б.А. Сушеница [и др.]. – Москва, 2003. – 92 с. – ISBN 5-9238-026-8

160. Продуктивность зернопарового севооборота и плодородие южного чернозёма Поволжья при применении разных систем удобрений / М.П. Чуб, Н.В. Потатурина, В.В. Пронько [и др.] // Агрохимия. – 2009. – № 5. – С. 29-41.

161. Продуктивность ячменя в зависимости от доз минеральных удобрений / Н.М. Доманов, П.И. Солнцев, С.А. Прокопенко, Д.П. Столяров // Земледелие. – 2011. – № 7. – С. 39-40.

162. Прогноз и картографирование сорняков в севооборотах / В.И. Морозов, А.Х. Куликова, М.И. Подсевалов, Е.А. Петухов // Защита растений. – 1994. – № 6. – С. 48-53.

163. Пронин, В.М. Как сосчитать будущие затраты: Экспрессный метод экономической оценки сельскохозяйственных машин и агрегатов / В.М. Пронин, В.А. Прокопенко // Агро-Информ. – 2002. – № 1. – С. 11-13.

164. Прямой посев зерновых культур в степных районах Среднего Поволжья / В.А. Корчагин, С.Н. Шевченко, О.И. Горянин, В.Г. Новиков. – Самара: СамНЦ РАН, 2008. – 111 с.

165. Пуртова, Л.Н., Влияние агротехнических приёмов обработки почвы на биологическую активность агротемногумусовой глеевой почвы с посевом *Calega Orientalis* / Л.Н. Пуртова, И.В. Киселева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – № 9. – С. 59-63.

166. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов [и др.]: под ред. П.П. Вавилова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1986. – С. 91-98.

167. Растениеводство: (биология и приёмы возделывания на Юго-Востоке) / В.Г. Васин, Н.Н. Ельчанинова, А.В. Васин [и др.]. – Самара, 2003. – 360 с. – ISBN 5-88575-097-1.

168. Ревут, И.Б. Физика почв / И.Б. Ревут – Ленинград: Колос, 1972. – 368 с.

169. Ресурсосбережение при основной обработке почвы / В.Л. Андреев, С.Л. Демшин, Р.Р. Нуризянов [и др.] // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 22-23.

170. Родина, Н.А. Возделывание пивоваренного ячменя: (рекомендации) / Н.А. Родина; НИИСХ Северо-Востока. – Киров, 2003. – 104 с. – ISBN 5-7352-0084-4.

171. Садохина, Т.П. Фитосанитарная оптимизация посевов ячменя в условиях лесостепи Западной Сибири / Т.П. Садохина, Н.Г. Власенко, Н.А.

Коротких; под общ. ред. А.Н. Власенко; Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отделение, СибНИИЗиХ. – Новосибирск, 2011. – 192 с. – ISBN 978-5-904424-78-7.

172. Саранин, К.И. Система обработки дерново-подзолистых почв в интенсивном земледелии / К.И. Саранин, Н.А. Старовойтов // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. – Москва: Агропромиздат, 1990. – С. 20-32.

173. Сахибгареев, А.А. Возделывание ячменя в Башкортостане / А.А. Сахибгареев, Д.Б. Гареев. – Уфа, 1997. – 96 с. – ISBN 5-900944-07-7.

174. Сираев, М.Г. Оптимизация обработки почвы в зернопаропропашных севооборотах степных агроландшафтов: автореф. дис... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Сираев Марат Габдрахманович. – Кинель, 2000. – 44 с.

175. Система обработки почвы в современных ресурсосберегающих технологических комплексах возделывания зерновых культур на чернозёмных почвах степных районов Среднего Заволжья / В.А. Корчагин, С.В. Обущенко, О.И. Горянин, Б.Ж. Джангабаев // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т. 17, № 4 (3). – С. 546-550.

176. Слесарёв, В.Н. Чернозёмы Западной Сибири / В.Н. Слесарёв. // Переуплотнение пахотных почв: причины, следствия, пути уменьшения. – Москва: Наука, 1987. – С. 127-139.

177. Слесарёв, В.Н. Почвенная деформация пахотного слоя сибирских чернозёмов / В.Н. Слесарёв // Земледелие. – 2008. – № 2. – С. 22-23.

178. Смуров, С.И. Урожайность и качество зерна ярового ячменя в зависимости от различных предшественников и фонов минерального питания / С.И. Смуров, В.Н. Научкин, С.И. Ермолаев // Вестник аграрной науки. – 2020. – Т. 4, № 1. – С. 139-145.

179. Совершенствование способов посева и норм высева озимой пшеницы в Заволжье / О.И. Горянин, И.Ш. Шакуров, Б.Ж. Джангабаев, Т.А. Горянина // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 3 (63). – С. 10-13.

180. Содержание основных питательных веществ в чернозёме обыкновенном и продуктивность полевых культур в севооборотах Среднего

Заволжья / О.И. Горянин, А.П. Чичкин, Б.Ж. Джангабаев, Е.В. Щербинина // Агрехимический вестник. – 2017. – № 6. – С. 62-67.

181. Солодовников, А.П. Отзывчивость ярового ячменя на технологии сберегающего земледелия в условиях Саратовского Правобережья / А.П. Солодовников, Е.П. Денисов, Ю.А. Тарбаев // Известия Оренбургского ГАУ. – 2015. – № 2 (52). – С. 50-51.

182. Солодовников, А.П. Приёмы повышения адаптации ярового ячменя к засушливым условиям Саратовского Заволжья / А.П. Солодовников, Л.В. Хвостащев, Г.А. Солодовникова // Актуальные проблемы использования почвенных ресурсов и пути оптимизации антропогенного воздействия на агроценозы: цифровизация, экологизация, основы органического земледелия: материалы междунар. науч.-практ. конф. (посвящ. 181-летию Донского ГАУ). – Персиановский, 2021. – С. 137-142.

183. Сорока, С.В. Роль защиты растений приоритетно и в 2007 году [Прогнозирование фитосанитарной ситуации и разработка защитных мероприятий] / С.В. Сорока // Земляробство і ахова раслін. – 2007. – № 2. – С. 5-6.

184. Состояние, перспективы производства и использования зерна в животноводстве Российской Федерации / С.Г. Митин, В.Г. Рябов, А.С. Шпаков [и др.] // Кормопроизводство. – 2006. – № 8. – С. 2-7.

185. Сохранение плодородия почвы и повышение продуктивности ячменя после фитомелиорации / А.П. Солодовников, Е.П. Денисов, Г.И. Шестёркин [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 29-34.

186. Способы сохранения и воспроизводства почвенного плодородия, рациональное применение удобрений: науч.-практ. пособие для агрономов / С.Н. Шевченко, О.И. Горянин, В.А. Корчагин, А.П. Чичкин; Самарский НИИСХ. – Самара, 2015. – 24 с.

187. Сысуев, И.А. Урожайность ячменя при различных системах зяблевой обработки почвы и способах посева / И.А. Сысуев, А.Н. Ерошкин, В.Н. Герасимов // Современные аспекты развития АПК: материалы 45-ой науч.-практ. конф. студентов агрономического факультета. – 2006. – С. 119-121.

188. Сычѳв В.Г. Влияние агрохимических свойств на эффективность минеральных удобрений / В.Г. Сычѳв, С.А. Шафран. – Москва: Изд-во ВНИИА, 2012. – 200 с. - ISBN 978-5-9238-0144-6.

189. Таланов, И.П. Эффективность плоскорезной обработки / И.П. Таланов // Земледелие. – 1995. – № 6. – С.13.

190. Технологии возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Поволжья / О.И. Горянин, Е.В. Мадякин, Л.В. Пронович [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 9. – С. 42-47.

191. Тимофеев, В.Г. Эффективность гербицидов на ячмене в зависимости от фона обработки почвы / В.И. Тимофеев, О.А. Вьюшина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 5 (50). – С.19-27.

192. Тихонов, Н.И. Научно-обоснованная технология производства пивоваренного ячменя в Российской Федерации: учеб. пособие / Н.И. Тихонов. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2007. – 84 с. – ISBN 978-5-9669-0269-8.

193. Тихонович, И.А. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия / И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов // Почвоведение. – 2006. – № 5 (32). – С. 9-12.

194. Торилов, В.Е. Обработка почвы, посев и посадка полевых культур / Е.В. Торилов, О.В. Мельникова. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 244 с. – ISBN 978-5-8114-3557-9.

195. Трегубов, Б.А. Оценка земель Куйбышевской области / Б.А. Трегубов, Г.Г. Лобов, М.Г. Холина. – Куйбышев, 1988. – 176 с.

196. Трофимова, Т.А. Основная обработка под ячмень / Т.А. Трофимова // Зерновые культуры. – 1999. – № 5. – С. 28-29.

197. Трофимовская, А.Я. Ячмень: (эволюция, классификация, селекция) / А.Я. Трофимовская. – Ленинград: Колос, 1972. – 296 с.

198. Турусов, В.И. Ферментативная активность чернозѳма обыкновенного в различных севооборотах при разных способах обработки почвы / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, Т.И. Дьячкова // Агрохимия. – 2012. – № 9. – С. 21-25.

199. Улигова, Т.С. Ферментативная активность различных типов почв лесной зоны и лесостепного пояса в условиях Центрального Кавказа / Т.С. Улигова, Ф.В. Хежева // Новые технологии. – 2019. – № 2. – С. 1-5.

200. Уразалиев, Р.А. Селекция, семеноводство и сортоиспытание на современном этапе / Р.А. Уразалиев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1993. – № 1-2. – С. 21-23.

201. Усанова, З.И. Формирование урожаев ячменя и овса при разных сроках сева / З.И. Усанова // Известия ТСХА. – 1985. – Вып. 6. – С. 29-37.

202. Факторы биологизации земледелия лесостепной зоны Поволжья / А.Л. Тойгильдин, В.И. Морозов, М.И. Подсевалов [и др.] // Ресурсосберегающее земледелие. – 2019. – № 4. – С. 18-23.

203. Федосеев, А.П. Агротехника и погода / А.П. Федосеев. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. – 240 с.

204. Федотов, В.А. Пивоваренный ячмень России / В.А. Федотов. – Москва: Агролига России, 2006. – 272 с. – ISBN 5-85-879-267-7.

205. Фокеев, П.М. Возделывание яровых зерновых хлебов / П.М. Фокеев // Итоги работ Безенчукской опытной станции за 32 года. – Куйбышев: Куйбышевское изд-во, 1937. – С. 128-164.

206. Фомин, Д.С. Влияние видов землепользования на ферментативную активность дерново-подзолистой почвы / Д.С. Фомин, М.Т. Васбиева, Н.Е. Завьялова // Плодородие. – 2020. – № 5 (116). – С. 25-28.

207. Хазиев, Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. – Москва: Наука, 2005. – 252 с. – ISBN 5-02-033940-7.

208. Хамова, О.Ф. Биологическая активность чернозёма выщелоченного при минимализации основной обработки почвы в южной лесостепи Западной Сибири / О.Ф. Хамова, Л.В. Юшкевич, В.В. Леонова // Агрехимия. – 2002. – № 4. – С. 11-16.

209. Хоконова, М.Б. Фотосинтетическая деятельность пивоваренного ячменя в зависимости от норм высева / М.Б. Хоконова // Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты: материалы

Междунар. науч.-практ. конф. Западно-Сибирского науч. центра. – Кемерово, 2016. – С. 453-456.

210. Хоконова, М.Б. Влияние минерального питания на содержание белка в зерне ячменя / М.Б. Хоконова, М.В. Гешева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2017. – № 7. – С. 26-30.

211. Хоконова, М.Б. Качество зерна ярового ячменя в зависимости от норм высева / М.Б. Хоконова // Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Кемерово, 2017. – С. 92-94.

212. Холмов, В.Г. Влияние ресурсосберегающих систем обработки и средств химизации на плодородие почвы и урожайность зерновых в южной лесостепи Западной Сибири / В.Г. Холмов, М.И. Шуляков // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Кыргызстана: сокр. тр. 8-й Межд. науч.-практ. конф. (Барнаул, 26-28 июля 2005г.) /Российская академия сельскохозяйственных наук. Сибирское отделение. – Новосибирск, 2005. – С. 277– 281.

213. Церлинг, В.В. Физиологические основы формирования урожая / В.В. Церлинг // Земледелие. – 1993. – № 7. – С. 11-13.

214. Цилюрик, А.И. Влияние мульчирующей обработки почвы на питательный режим чернозёма в посевах ячменя ярового / А.И. Цилюрик, В.П. Шапка // Вестник Прикаспия. – 2017. – № 3 (18). – С. 31-42.

215. Чайлдс, Д. Борьба с сорняками при беспашотной системе обработки почвы / Д. Чайлдс, Т. Джордан // Агро XXI. – 1997. – № 6. – С. 18-19.

216. Черкасов, Г.Н. Комбинированная система основной обработки наиболее эффективна и обоснована / Г.Н. Черкасов, И.Г. Пыхтин // Земледелие. – 2006. – № 6. – С. 20-22.

217. Черкасов, Е.А. К вопросу применения критериев существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения / Е.А. Черкасов, Б.К. Саматов, А.Х. Куликова // Агрехимический вестник. – 2015. – Т. 3, № 3. – С. 15-18.

218. Чевердин, А.Ю. Ферментативная активность чернозёма обыкновенного при применении ассоциативных препаратов / А.Ю. Чевердин // Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2022. – С. 106-108.

219. Чичкин, А.П. Система удобрений и воспроизводство плодородия обыкновенных чернозёмов Заволжья / А.П. Чичкин. – Москва, 2001. – 250 с.

220. Чуданов, И.А. Плодородие почв – основа стабилизации сельскохозяйственного производства / И.А. Чуданов // Проблемы земледелия Среднего Поволжья. – Самара, 1997. – С. 13-18.

221. Чуданов, И.А. Ресурсосберегающие системы обработки почв в Среднем Поволжье / И.А. Чуданов; Самарский НИИСХ. – Самара, 2006. – 236 с. – ISBN 978-5-904164-02-7.

222. Чуркина, Г.Н. Влияние систем обработки почвы на микробиологическую активность в паровых и плодосменных севооборотах / Г.Н. Чуркина, И.В. Рукавицина, И.Н. Булгакова // Наука и мир. – 2020. – № 6 (82). – С. 44-47.

223. Шабаев, А.И. Адаптивно - экологические системы земледелия в агроландшафтах Поволжья / А.И. Шабаев. – Саратов, 2003. – 320 с. – ISBN 5-7011-0326-9.

224. Шишлянников, И.Д. Современные и инновационные технологии минимализации обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур / И.Д. Шишлянников. – Волгоград: Авторское перо, 2004. – 576 с. – ISBN 5-98207-010-6.

225. Шевченко, С.Н. Минимальные обработки и прямой посев зерновых в севооборотах Среднего Поволжья / С.Н. Шевченко, И.А. Чуданов, Ю.В. Щербаков //Агро–Информ. – 2003. – № 3. – С. 17-19.

226. Шевченко, С.Н. Подбор сортов адаптивных к ресурсосберегающим технологиям / С.Н. Шевченко, А.П. Чичкин // Концепция формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания

зерновых культур в Среднем Поволжье /Самарский НИИСХ. - 2-е изд., перераб. – Самара, 2008. – С. 53-55.

227. Шевченко, С.Н. Предпосылки перехода на новые технологии / С.Н. Шевченко, В.А. Корчагин // Концепция формирования современных ресурсосберегающих технологических комплексов возделывания зерновых культур в Среднем Поволжье / Самарский НИИСХ. 2-е изд., перераб. – Самара, 2008. – С. 7-10.

228. Шикула, Н.К. Минимальная обработка чернозёмов и воспроизводство их плодородия / Н.К. Шикула, Г.В. Назаренко. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 320 с. – ISBN 5-10-001422-9.

229. Шпанёв, А.М. Эффективность комплексного применения средств химизации при возделывании ярового ячменя на Северо-Западе РФ / А.М. Шпанёв, М.А. Фесенко, В.В. Смук // Агрехимия. – 2019. – № 12. – С. 47-55.

230. Шульмейстер, К.Г. Борьба с засухой и урожай. – Москва: Колос, 1975. – 336 с.

231. Щенникова, И.Н. Влияние погодных условий на рост и развитие растений ячменя в Кировской области / И.Н. Щенникова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2014. – № 4 (41). – С. 9-12.

232. Экономическая эффективность технологий No-till в засушливой зоне Ставропольского края / В. К. Дридигер, А. Ф. Невечеря, И. Д. Токарев [и др.] // Земледелие. – 2017. – № 3. – С. 16-19.

233. Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы по технологиям прямого посева в условиях Среднего Поволжья / А.Л. Тойгильдин, М.И. Подсевалов, И.А. Тойгильдина [и др.] // Нива Поволжья. – 2022. – № 3 (63). – С. 1006.

234. Эффективность длительного применения удобрений в агроценозах степной зоны Саратовского Поволжья в условиях аридного климата / М.П. Чуб, В.В. Пронько, Т.М. Ярошенко [и др.] // Бюллетень Географической сети опытов с удобрениями. Вып. 15. – Москва: ВНИИА, 2014. – 56 с.

235. Эффективность применения жидкого гуминового удобрения Гумавит в посевах ярового ячменя / С.Н. Родионов, С.А. Родионова, Н.Ю. Петров [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 1 (65). – С. 219-227.

236. Эффективность применения удобрений в засушливых условиях Поволжья / О. И. Горянин, С. В. Обущенко, Б. Ж. Джангабаев [и др.] // Земледелие. – 2020. – № 8. – С. 29-33.

237. Юшкевич, Л.В. Влияние ресурсосберегающих систем обработки и интенсификации земледелия на элементы плодородия чернозёмных почв и урожайность зерновых культур в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, О.Ф. Хамова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2005. – № 3. – С. 9-18.

238. Ягафаров, Р.Г. Минимализация обработки почвы и гербициды: плодородие чернозёмных почв, засорённость посевов, урожайность яровой пшеницы и ячменя / Р.Г. Ягафаров, Р.С. Кираев / Башкирский ГАУ // Совершенствование систем земледелия в Башкортостане: сб. статей-рекомендаций. – Уфа, 2012. – С. 133-136.

239. Ячмень – основная яровая культура в Самарской области / О.И. Горянин, А.П. Чичкин, Т.А. Горянина [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 41-44.

240. Agrotechnological fundamentals of direct sowing of grain crops in Russia's arid conditions / O. I. Goryanin, S. N. Zudilin, I. F. Medvedev [et al.] // Revista geintec-gestao inovacao e tecnologias. – 2021. – Vol. 11, No. 2. – P. 204-215.

241. Amerman, C. Tillage and hydrology / C. Amerman // U.S. Department of Agric, 1977. – P. 57, 73-88.

242. Conservation tillage – Strategies for the future // National conference. Oktober 3-5. Nashville. Fernsee, Nashvill, 1984. – P. 48.

243. Crop rotation and residue management effects on soil enzyme activities, glomalin and aggregate stability under zero tillage in the Indo-Gangetic Plains / G.

Singh, R. Bhattacharyya, T. K. Das, [et al.] // Soil and Tillage Research. – 2018. – Vol. 184. – P. 291-300.

244. Davidson, S. Cultivation and soil organic matter / S. Davidson. – Rural Res., 1986. – № 131. – P. 13-18.

245. Epplin, F. Economies of conservation tillage systems for winter wheat production in Oklahoma / F. Epplin. // J. Soil Water Conserv. - 1983. - Vol 38, № 3. – P. 294 -297.

246. Functional response of soil microbial communities to tillage cover crops and nitrogen fertilization / E. Nivelles, J. Verzeaux, H. Habbib, [et al.] // Applied Soil Ecology. – 2016. – Vol. 108. – P. 147-155.

247. Influence of the main tillage on the enzymatic activity of ordinary chernozem / E. Kh. Nechaeva O. I. Goryanin, N. A. Melnikova [et al.] // IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 839. – P. 042-060.

248. Influence of tillage practices on soil biologically active organic matter content over a growing season under semiarid Mediterranean climate / D. Martín-Lammerding, J. L. Tenorio, M. M. Albarrán [et al.] // Spanish Journal of Agricultural Research. – 2013. – №. 11. – P. 232–243.

249. Kutilkin, V.G. Weediness and yield of spring barley depending on the farmingsystem elements / V. G. Kutilkin, S. N. Zudilin, S. N. Shevchenko [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9, № 5. – P. 911-918.

250. Schmidt, W. Ackerbau light in Sachsen. Erfahrungen mit Konservierender Bodenbearbeitung / W. Schmidt, D. Doil. O. Nitzsche // Neue Landwirtsch. – 1999. – № 5. – S. 40-44.

251. Scientific bases of stabilization of humus in ordinary chernozem in Russia / O.I. Goryanin, A.P. Chichkin, B.Z. Dzhangabaev, E.V. Shcherbinina // Polish journal of soil science. – 2019. – Vol. 52, №1. – P.113-128.

252. Treue, K. Bei Mulchsaat haben Wasser und Wind keine Chance / K. Treue // Top Agrar Spezial. – 1996. – № 9. – S. 26-29.

Количество осадков вегетационных периодов, мм  
(по данным Безенчукской аэрологической станции)

Месяцы	Декады	Годы				
		2018	2019	2020	2021	Среднемно-голетнее
Апрель	II	10,0	0,0	7,6	0,0	13,3
	III	34,8	2,3	13,6	16,7	9,9
	За месяц	62,8	12,4	21,2	33,4	31,9
Май	I	3,3	22,8	4,7	2,3	8,4
	II	5,7	2,0	15,3	4,1	10,5
	III	7,9	3,3	3,8	31,0	10,8
	За месяц	16,9	28,1	23,8	37,4	29,7
Июнь	I	3,7	2,8	10,7	22,5	13,8
	II	0,7	1,9	20,2	44,1	16,7
	III	0,0	2,2	8,3	2,0	21,9
	За месяц	4,4	6,9	39,2	68,6	52,4
Июль	I	5,1	7,0	0,0	9,1	19,8
	II	42,0	49,3	0,0	16,0	15,1
	III	25,3	6,2	7,9	5,9	16,3
	За месяц	72,4	62,5	7,9	31,0	51,2

Температура воздуха  $^{\circ}\text{C}$  вегетационных периодов  
(по данным Безенчукской аэрологической станции)

Месяцы	Декады	Годы				
		2018	2019	2020	2021	Среднемно-голетнее
Апрель	II	6,6	7,5	6,7	13,8	7,5
	III	7,9	10,0	9,4	8,4	11,0
	За месяц	5,6	7,7	7,3	8,8	7,1
Май	I	16,1	15,7	16,2	16,4	13,8
	II	17,5	18,3	12,0	22,9	14,7
	III	15,4	17,5	16,9	21,1	16,7
	За месяц	15,3	17,2	15,0	20,1	15,3
Июнь	I	14,0	20,6	18,4	18,2	18,1
	II	17,2	19,2	19,7	21,1	19,9
	III	23,5	22,0	16,8	26,8	20,7
	За месяц	18,2	20,6	18,3	22,0	19,6
Июль	I	24,8	20,0	25,7	23,4	20,6
	II	23,1	20,4	24,9	24,7	21,7
	III	22,5	19,9	21,4	21,4	21,6
	За месяц	23,5	20,1	24,0	23,2	21,3

## Влияние элементов технологий на наступление фаз ярового ячменя, 2019 год

Фактор А	Фактор В	Фазы развития								
		посев	всходы	кущение	трубкование	колошение	цветение	спелость		
								молочная	восковая	полная
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	22.04	2.05	13.05	24.05	13.06	15.06	27.06	9.07	20.07
	фунгицид	22.04	2.05	13.05	24.05	13.06	15.06	27.06	10.07	21.07
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	22.04	2.05	12.05	23.05	10.06	12.06	23.06	5.07	16.07
	фунгицид	22.04	2.05	12.05	23.05	10.06	12.06	24.06	6.07	17.07
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	22.04	2.05	13.05	24.05	13.06	15.06	27.06	10.07	21.07
	фунгицид	22.04	2.05	13.05	24.05	13.06	15.06	27.06	10.07	21.07
4. Фон + биопрепарат	0	22.04	2.05	13.05	24.05	13.06	15.06	27.06	10.07	21.07
	фунгицид	22.04	2.05	13.05	24.05	13.06	15.06	27.06	10.07	21.07
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	22.04	2.05	12.05	22.05	9.06	11.06	22.06	4.07	15.07
	фунгицид	22.04	2.05	12.05	22.05	9.06	11.06	22.06	5.07	16.07
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	22.04	2.05	12.05	22.05	9.06	11.06	22.06	4.07	15.07
	фунгицид	22.04	2.05	12.05	22.05	9.06	11.06	23.06	5.07	16.07

## Влияние элементов технологий на наступление фаз развития ярового ячменя, 2020 год

Фактор А	Фактор В	Фазы развития								
		посев	всходы	кущение	трубкование	колошение	цветение	спелость		
								молочная	восковая	полная
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	14.04	29.04	8.05	20.05	11.06	14.06	25.06	8.07	19.07
	фунгицид	14.04	29.04	8.05	20.05	11.06	14.06	25.06	9.07	20.07
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	14.04	29.04	7.05	17.05	7.06	10.06	20.06	2.07	12.07
	фунгицид	14.04	29.04	7.05	17.05	7.06	10.06	20.06	2.07	12.07
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	14.04	29.04	8.05	20.05	11.06	14.06	25.06	8.07	20.07
	фунгицид	14.04	29.04	8.05	20.05	11.06	14.06	25.06	8.07	20.07
4. Фон + биопрепарат	0	14.04	29.04	8.05	20.05	11.06	14.06	25.06	8.07	20.07
	фунгицид	14.04	29.04	8.05	20.05	11.06	14.06	25.06	8.07	20.07
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	14.04	29.04	7.05	17.05	7.06	10.06	20.06	2.07	12.07
	фунгицид	14.04	29.04	7.05	17.05	7.06	10.06	20.06	2.07	12.07
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	14.04	29.04	7.05	17.05	7.06	10.06	20.06	2.07	12.07
	фунгицид	14.04	29.04	7.05	17.05	7.06	10.06	20.06	3.07	13.07

## Влияние элементов технологий на наступление фаз ярового ячменя, 2021 год

Фактор А	Фактор В	Фазы развития								
		посев	всходы	кущение	трубкование	колошение	цветение	спелость		
								молочная	восковая	полная
Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	25.04	6.05	16.05	28.05	18.06	20.06	1.07	13.07	20.07
	фунгицид	25.04	6.05	16.05	28.05	18.06	20.06	1.07	14.07	21.07
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	25.04	6.05	16.05	26.05	15.06	17.06	27.06	8.07	15.07
	фунгицид	25.04	6.05	16.05	26.05	15.06	17.06	27.06	9.07	16.07
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	25.04	6.05	16.05	28.05	18.06	20.06	1.07	13.07	20.07
	фунгицид	25.04	6.05	16.05	28.05	18.06	20.06	1.07	13.07	20.07
4. Фон + биопрепарат	0	25.04	6.05	16.05	28.05	18.06	20.06	1.07	13.07	20.07
	фунгицид	25.04	6.05	16.05	28.05	18.06	20.06	1.07	13.07	20.07
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	25.04	6.05	16.05	26.05	15.06	17.06	27.06	8.07	15.07
	фунгицид	25.04	6.05	16.05	26.05	15.06	17.06	27.06	8.07	15.07
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	25.04	6.05	16.05	26.05	15.06	17.06	27.06	8.07	15.07
	фунгицид	25.04	6.05	16.05	26.05	15.06	17.06	27.06	9.07	16.07

## Влияние элементов технологий на элементы структуры урожая и высоту растений ячменя, 2019 год

Фактор А	Фактор В	Коэффициент кустистости, шт.		Масса зерна, г		Количество зёрен с колоса, шт.	Количество продуктивных стеблей шт./м <sup>2</sup>	Высота растений, см
		общей	продуктивной	колоса	растения			
Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	1,76	1,76	0,44	0,78	11,4	259	39,8
	фунгицид	1,96	1,96	0,38	0,74	10,1	312	41,8
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	2,26	2,26	0,46	1,04	11,4	340	54,1
	фунгицид	2,24	2,24	0,51	1,13	12,7	342	48,1
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	1,86	1,86	0,45	0,84	11,2	238	46,1
	фунгицид	2,08	1,98	0,46	0,90	11,4	240	47,4
4. Фон + биопрепарат	0	1,72	1,72	0,49	0,84	11,7	220	45,4
	фунгицид	1,86	1,86	0,46	0,86	11,5	242	42,7
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	1,76	1,72	0,55	0,95	13,0	311	50,5
	фунгицид	1,76	1,76	0,60	1,06	13,9	332	51,6
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	2,02	2,02	0,60	1,21	14,0	335	49,8
	фунгицид	2,36	2,36	0,58	1,37	13,3	356	51,2
Среднее по фактору В	0	1,90	1,89	0,50	0,94	12,1	284	47,6
	фунгицид	2,04	2,03	0,50	1,01	12,2	301	47,1

## Влияние элементов технологий на элементы структуры урожая и высоту растений ячменя, 2020 год

Фактор А	Фактор В	Коэффициент кустистости, шт.		Масса зерна, г		Количество зёрен с колоса, шт.	Количество продуктивных стеблей шт./м <sup>2</sup>	Высота растений, см
		общей	продуктивной	колоса	растения			
Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	2,60	2,60	0,56	1,46	11,3	375	66,0
	фунгицид	2,64	2,60	0,65	1,69	13,3	372	60,0
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	2,54	2,50	0,66	1,65	12,6	445	68,8
	фунгицид	2,64	2,60	0,68	1,77	13,0	447	65,6
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	2,32	2,32	0,56	1,30	11,8	317	58,2
	фунгицид	2,24	2,24	0,62	1,39	12,9	315	54,8
4. Фон + биопрепарат	0	2,64	2,60	0,64	1,66	13,3	296	60,2
	фунгицид	2,50	2,50	0,66	1,65	13,5	315	54,2
5. Фон + N <sub>40</sub> + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	2,64	2,64	0,66	1,74	12,5	474	64,8
	фунгицид	2,56	2,52	0,69	1,74	13,8	480	60,8
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последствие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	3,00	3,00	0,68	2,04	13,6	476	65,8
	фунгицид	3,00	3,00	0,70	2,10	13,7	483	60,1
Среднее по фактору В	0	2,62	2,61	0,63	1,64	12,5	397	64,0
	фунгицид	2,60	2,58	0,67	1,72	13,4	402	59,3

## Влияние элементов технологий на элементы структуры урожая и высоту растений ячменя, 2021 год

Фактор А	Фактор В	Коэффициент кустистости, шт.		Масса зерна, г		Количество зёрен с колоса, шт.	Количество продуктивных стеблей шт./м <sup>2</sup>	Высота растений, см
		общей	продуктивной	колоса	растения			
1. Зяблевая вспашка + протравливание семян + гербициды (контроль)	0	1,96	1,96	0,73	1,43	15,6	246,0	47,2
	фунгицид	1,96	1,92	0,72	1,38	15,2	252,0	47,4
2. Контроль + N <sub>40</sub> + последействие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	2,76	2,46	0,74	1,82	16,0	363,0	57,8
	фунгицид	2,84	2,84	0,75	2,13	15,2	370,0	54,6
3. Прямой посев + протравливание семян + гербициды (Фон)	0	1,42	1,38	0,66	0,91	15,8	194,0	45,8
	фунгицид	1,32	1,32	0,67	0,88	15,4	203,0	44,6
4. Фон + биопрепарат	0	1,50	1,44	0,66	0,95	15,4	197,0	46,2
	фунгицид	1,60	1,46	0,67	0,98	15,2	207,0	47,4
5. Фон + N <sub>40</sub> + последействие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	2,24	2,24	0,68	1,52	15,5	354,0	53,7
	фунгицид	2,36	2,24	0,71	1,59	15,9	366,0	49,2
6. Фон + N <sub>40</sub> + биопрепарат + последействие сложных удобрений N <sub>15</sub> P <sub>15</sub> K <sub>15</sub>	0	2,52	2,48	0,74	1,84	15,6	353,0	52,1
	фунгицид	2,52	2,44	0,72	1,73	15,8	372,0	49,6
Среднее по фактору В	0	2,07	1,99	0,70	1,41	15,7	284,5	50,5
	фунгицид	2,10	2,04	0,71	1,45	15,5	295,0	48,8

Влияние элементов технологий на урожайность зерна ячменя т/га, 2019 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А\*В)-R  
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 6

Число градаций фактора В = 2

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1,09	1,01	1,06	1,05
2	1,14	1,11	1,08	1,11
3	1,48	1,43	1,49	1,47
4	1,69	1,62	1,60	1,64
5	0,91	1,03	1,00	0,98
6	0,99	1,02	1,03	1,01
7	0,88	1,08	0,97	0,98
8	1,05	1,01	1,01	1,02
9	1,52	1,61	1,68	1,60
10	1,81	1,79	2,00	1,87
11	1,75	1,93	1,99	1,89
12	1,87	1,90	2,07	1,95

Восстановленные даты:

---

$\bar{x} = 1,381$      $s_x = 0,041$      $p = 2,94 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	5,251	35			
Блоки	0,027	2	0,013	2,704	
Варианты	5,116	11	0,465	94,003*	0,119
Фактор А	4,954	5	0,991	200,259*	0,084
Фактор В	0,098	1	0,098	19,842*	0,049
Взаим. АВ	0,064	5	0,013	2,579	
Остат.	0,109	22	0,005		

Множественные сравнения частных средних:

---

1,05 a 1,11 a 1,47 b 1,64 d  
0,98 a 1,01 a 0,98 a 1,02 a  
1,60 cd 1,87 efg 1,89 fg 1,95 g

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ( $S_a = 0,029$ )  
1,08; 1,55; 1,00; 1,00; 1,74; 1,92

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

---

1,08 a 1,55 b 1,00 a 1,00 a  
1,74 c 1,92 d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ( $S_b = 0,017$ )  
1,33; 1,43

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

---

1,33 a 1,43 b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Влияние элементов технологий на урожайность зерна ячменя т/га, 2020 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А\*В)-R  
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 6

Число градаций фактора В = 2

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	2,24	2,01	2,24	2,16
2	2,43	2,09	2,34	2,29
3	2,63	3,01	2,97	2,87
4	2,74	3,13	3,03	2,97
5	1,73	1,77	1,67	1,72
6	1,88	1,91	1,79	1,86
7	1,76	1,83	1,73	1,77
8	1,99	2,00	1,85	1,95
9	3,15	3,10	2,94	3,06
10	3,19	3,29	3,24	3,24
11	3,21	3,21	3,08	3,17
12	3,28	3,34	3,32	3,31

Восстановленные даты:

---

$x = 2,531$      $sx = 0,071$      $p = 2,79 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	13,301	35			
Блоки	0,013	2	0,006	0,421	
Варианты	12,960	11	1,178	78,922*	0,207
Фактор А	1,771	5	2,554	171,096*	0,146
Фактор В	0,182	1	0,182	12,196*	0,084
Взаим.АВ	0,007	5	0,001	0,093	
Остат.	0,328	22	0,015		

Множественные сравнения частных средних:

---

216 bc 2,29 c 2,87 def 2,97 efg  
1,72 a 1,86 a 1,77 a 1,95 a  
3,06 fgh 3,24 hi 3,17 ghi 3,31 i

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ( $S_a = 0,050$ )  
2,23; 2,92; 1,79; 1,86; 3,15; 3,24

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

---

2,23 b 2,92 c 1,79 a 1,86 a  
3,15 de 3,24 e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ( $S_b = 0,029$ )  
2,46; 2,60;

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

---

2,46 a 2,60 b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Влияние элементов технологий на урожайность зерна ячменя т/га, 2021 год

ДВУХФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (А\*В)-R  
(А-фикс. В-фикс.)

Число градаций фактора А = 6

Число градаций фактора В = 2

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1,99	2,07	2,03	2,03
2	2,05	2,10	2,03	2,06
3	2,97	2,92	2,75	2,88
4	3,02	3,02	2,81	2,95
5	1,45	1,40	1,37	1,41
6	1,54	1,57	1,40	1,50
7	1,33	1,40	1,39	1,37
8	1,51	1,52	1,44	1,49
9	2,60	2,97	2,79	2,79
10	3,11	3,16	2,96	3,08
11	2,99	2,89	2,96	2,95
12	3,11	3,14	3,00	3,08

Восстановленные даты:

---

$\bar{x} = 2,299$      $s_x = 0,044$      $p = 1,93 \%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	17,321	35			
Блоки	0,064	2	0,032	5,383*	
Варианты	17,126	11	1,557	262,289*	0,130
Фактор А	16,929	5	3,386	570,389*	0,092
Фактор В	0,137	1	0,137	23,063*	0,053
Взаим. АВ	0,060	5	0,012	2,035	
Остат.	0,131	22	0,006		

Множественные сравнения частных средних:

---

2,03 bc 2,06 c 2,88 efg 2,95 ghi  
 1,41 a 1,50 a 1,37 a 1,49 a  
 2,79 de 3,08 hi 2,95 fghi 3,08 i

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору А: ( $S_a = 0,031$ )

2,04; 2,91; 1,45; 1,43; 2,93; 3,02

Множественные сравнения частных средних для фактора А:

---

2,04 b 2,91 cd 1,45 a 1,43 a  
 2,93 de 3,02 e

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Средние по фактору В: ( $S_b = 0,018$ )

2,24; 2,36

Множественные сравнения частных средних для фактора В:

---

2,24 a 2,36 b

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Влияние норм высева на элементы структуры урожая и высоту растений  
ярового ячменя, 2018 год

Варианты	Коэффициент кустистости		Масса зерна, г		Кол-во зёрен в колосе, шт.	Густота продукт. стеблестоя, шт./м <sup>2</sup>	Высота растений, см
	общей	продуктивной	с колоса	с растения			
1. 5,0 млн./га б/о семян	1,72	1,68	0,52	1,04	13,2	275	45,6
2. 1,0 млн./га (Сценик Комби)	3,40	3,40	0,55	1,87	13,7	197	50,8
3. 2,0 млн./га (Сценик Комби)	3,04	2,90	0,52	1,65	13,1	252	48,4
4. 3,0 млн./га (Сценик Комби)	2,60	2,60	0,50	1,30	13,0	288	50,7
5. 4,0 млн./га (Сценик Комби)	2,28	2,24	0,52	1,16	13,2	322	46,7
6. 5,0 млн./га (Сценик Комби)	1,44	1,36	0,44	0,60	11,4	390	41,5

Влияние норм высева на элементы структуры урожая и высоту растений  
ярового ячменя, 2019 год

Варианты	Коэффициент кустистости		Масса зерна, г		Кол-во зёрен в колосе, шт.	Густота Продукт. стеблестоя, шт./м <sup>2</sup>	Высота растений, см
	общей	продуктивной	с колоса	с растения			
1. 5,0 млн./га б/о семян	2,00	1,88	0,49	0,92	13,5	447	51,1
2. 1,0 млн./га (Сценик Комби)	3,40	3,40	0,50	1,65	12,4	320	52,9
3. 2,0 млн./га (Сценик Комби)	2,96	2,96	0,40	1,18	10,6	498	49,1
4. 3,0 млн./га (Сценик Комби)	2,24	2,20	0,49	1,08	13,0	473	52,8
5. 4,0 млн./га (Сценик Комби)	2,04	1,92	0,39	0,75	10,4	568	49,5
6. 5,0 млн./га (Сценик Комби)	1,56	1,56	0,41	0,64	13,7	593	45,7

Влияние норм высева на элементы структуры урожая и высоту растений ярового  
ячменя, 2020 год

Варианты	Коэффициент кустистости		Масса зерна, г		Кол-во зёрен в колосе, шт.	Густота продукт. стеблестоя, шт./м <sup>2</sup>	Высота растений, см
	общей	продуктивной	с колоса	с растения			
1. 5,0 млн./га б/о семян	2,28	2,28	0,61	1,39	14,2	577	69,6
2. 1,0 млн./га (Сценик Комби)	3,30	3,30	0,75	2,48	15,2	303	66,2
3. 2,0 млн./га (Сценик Комби)	3,00	3,00	0,74	2,22	14,2	444	68,8
4. 3,0 млн./га (Сценик Комби)	2,90	2,74	0,72	1,97	14,2	506	75,7
5. 4,0 млн./га (Сценик Комби)	2,60	2,60	0,68	1,77	14,0	551	69,9
6. 5,0 млн./га (Сценик Комби)	2,30	2,30	0,62	1,43	13,8	630	66,1

Влияние норм высева на элементы структуры урожая и высоту растений ярового  
ячменя, 2021 год

Варианты	Коэффициент кустистости		Масса зерна, г		Кол-во зёрен в колосе, шт.	Густота продукт. стеблестоя, шт./м <sup>2</sup>	Высота растений, см
	общей	продуктивной	с колоса	с растения			
1. 5,0 млн./га б/о семян	1,48	1,24	0,36	0,44	10,6	443,0	52,6
2. 1,0 млн./га (Сценик Комби)	3,44	3,22	0,54	1,74	14,0	269,0	59,0
3. 2,0 млн./га (Сценик Комби)	3,32	3,12	0,55	1,72	14,0	320,0	58,2
4. 3,0 млн./га (Сценик Комби)	2,88	2,84	0,47	1,33	12,5	405,0	57,4
5. 4,0 млн./га (Сценик Комби)	2,12	2,02	0,45	0,91	11,5	467,0	53,4
6. 5,0 млн./га (Сценик Комби)	1,96	1,68	0,40	0,67	10,6	490,0	50,4

Влияние норм высева на урожайность зерна ярового ячменя т/га, 2018 год  
 ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A-R)

Число градаций фактора A = 6

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1,00	1,23	1,34	1,19
2	0,86	1,05	1,22	1,04
3	0,93	1,28	1,41	1,21
4	1,05	1,37	1,46	1,29
5	1,03	1,50	1,61	1,38
6	1,30	1,49	1,39	1,39

Восстановленные даты:

---

$\bar{x} = 1,251$   $s_x = 0,052$   $p = 4,15\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	0,812	17			
Блоки	0,468	2	0,234	29,011*	
Варианты	0,263	5	0,053	6,505*	0,163
Остат.	0,081	10	0,008		

Множественные сравнения частных средних:

---

1,19 ab 1,04 a 1,21 ab 1,29 bcd  
 1,38 cd 1,39 d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Влияние норм высева на урожайность зерна ярового ячменя т/га, 2019 год

### ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A-R)

Число градаций фактора A = 6  
Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	2,10	2,16	2,02	2,09
2	1,68	1,56	1,57	1,60
3	2,00	2,07	1,96	2,01
4	2,25	2,18	2,22	2,22
5	2,12	2,27	2,04	2,14
6	2,34	2,53	2,19	2,35

Восстановленные даты:

---

$\bar{x} = 2,070$   $s_x = 0,045$   $p = 2,20\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	1,100	17			
Блоки	0,051	2	0,025	4,077	
Варианты	0,987	5	0,197	31,798*	0,143
Остат.	0,062	10	0,006		

Множественные сравнения частных средних:

---

2,09 bc 1,60 a 2,01 b 2,22 cd  
2,14 bc 2,35 d

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Влияние норм высева на урожайность зерна ярового ячменя т/га, 2020 год  
 ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A-R)

Число градаций фактора A = 6

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	2,99	3,52	3,68	3,40
2	2,25	2,77	2,54	2,52
3	3,26	3,44	3,78	3,49
4	3,49	4,11	3,90	3,83
5	3,57	4,33	4,06	3,99
6	3,72	4,27	3,54	3,84

Восстановленные даты:

---

$\bar{x} = 3,512$   $s_x = 0,122$   $p = 3,46\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	5,629	17			
Блоки	0,878	2	0,439	9,893*	
Варианты	4,308	5	0,862	19,425*	0,383
Остат.	0,444	10	0,044		

Множественные сравнения частных средних:

---

3,40 b 2,52 a 3,49 bc 3,83 cd  
 3,99 d 3,84 cd

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

Влияние норм высева на урожайность зерна ярового ячменя т/га, 2021 год  
ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ (A-R)

Число градаций фактора A = 6

Число блоков R = 3

Таблица исходных данных

	1	2	3	Средняя
1	1,61	1,63	1,43	1,56
2	1,38	1,60	1,44	1,47
3	1,44	1,86	1,97	1,76
4	1,85	1,91	1,99	1,92
5	2,10	2,03	2,05	2,06
6	1,94	1,85	1,97	1,92

Восстановленные даты:

---

$\bar{x} = 1,781$   $s_x = 0,080$   $p = 4,51\%$

Таблица дисперсионного анализа

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	1,010	17			
Блоки	0,033	2	0,017	0,853	
Варианты	0,783	5	0,157	8,085*	0,253
Остат.	0,194	10	0,019		

Множественные сравнения частных средних:

---

1,56 ab 1,47 a 1,76 bc 1,92 cd  
2,06 d 1,92 cd

Варианты, сопровождаемые одинаковыми латинскими буквами, различаются незначимо по критерию Дункана

## АКТ

внедрения научной разработки Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН по освоению сортовой технологии возделывания ярового ячменя в Самарской области

п. Безенчук

1 сентября 2023 г.

Мы, нижеподписавшиеся директор Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН – А.В. Милехин с одной стороны и научный сотрудник отдела земледелия и новых технологий Л.В. Пронович с другой стороны составили настоящий акт в том, что в период с 1 апреля 2022 года по 1 сентября 2023 г. научным сотрудником Л.В. Пронович:

- проведена производственная оценка сортовой технологии возделывания ярового ячменя селекции Самарского НИИСХ в хозяйстве на площади 620 га;
- оказана практическая помощь в освоении современных технологий возделывания ярового ячменя.

Хозяйство при внедрении сортовой технологии использовало разработки Пронович Л.В. по теме: «Оптимизация элементов технологии возделывания ярового ячменя на чернозёме обыкновенном в степной зоне Среднего Поволжья».

Применение сортовой технологии возделывания ячменя позволило:

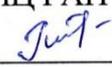
- получить урожайность зерна ячменя Беркут, Орлан, Финист в зависимости от погодных условий и средств интенсификации на уровне 2,0-3,5 т/га;
- обеспечить экономический эффект от данной разработки в размере 3400 руб./га.

Директор Самарского НИИСХ -  
филиала СамНЦ РАН

Научный сотрудник отдела  
земледелия и новых технологий  
Самарского НИИСХ - филиала  
СамНЦ РАН

  
А.В. Милехин



  
Л.В. Пронович

Продолжение приложения 20

## АКТ

внедрения научной разработки Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН по освоению сортовой технологии возделывания ярового ячменя Беркут в Самарской области

п. Безенчук

1 сентября 2023 г.

Мы, нижеподписавшиеся директор Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН – А.В. Милехин с одной стороны и директор ООО «ВолгаСемМаркет» Безенчукского района Самарской области – В.М. Удиванкин с другой стороны составили настоящий акт в том, что в период с 1 апреля 2022 года по 1 сентября 2023 г. научным сотрудником отдела земледелия и новых технологий Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН Л.В. Пронович:

- проведена производственная оценка сортовой технологии возделывания ярового ячменя селекции Самарского НИИСХ в хозяйстве на площади 300 га;
- оказана практическая помощь в освоении современных технологий возделывания ярового ячменя.

Хозяйство при внедрении сортовой технологии использовало разработки Пронович Л.В. по теме: «Оптимизация элементов технологии возделывания ярового ячменя на чернозёме обыкновенном в степной зоне Среднего Поволжья».

Применение сортовой технологии возделывания ячменя позволило:

- получить урожайность зерна ячменя Беркут в зависимости от погодных условий и средств интенсификации на уровне 2,5-4,0 т/га;
- обеспечить экономический эффект от данной разработки в размере 4500 руб./га.

Директор Самарского НИИСХ -  
филиала СамНЦ РАН

Директор ООО «ВолгаСемМаркет»  
Безенчукского района Самарской  
области

А.В. Милехин

В.М. Удиванкин

