

Медведев Владимир Викторович

**Приемы зяблевой и предпосевной обработки почвы
в технологии возделывания ярового рапса Аккорд в условиях
Среднего Предуралья**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», на кафедре растениеводства

Научный руководитель: **Фатыхов Ильдус Шамилевич**,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные оппоненты: **Гущина Вера Александровна**,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», заведующая кафедрой растениеводства и лесного хозяйства.

Акманаев Эльмарт Данифович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет» имени академика Д.Н. Прянишникова», профессор кафедры растениеводства.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный аграрный университет».

Защита диссертации состоится «20» апреля 2020 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 999.091.03 на базе ФГБОУ ВО Самарский ГАУ по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, д. 2. Тел.: 8(846)6346131.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аграрный университет» и на сайте www.ssaa.ru.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2020 года

Ученый секретарь
Диссертационного совета

Троц Наталья Михайловна

Общая характеристика работы

Актуальность. Яровой рапс – ценная масличная и кормовая культура. В настоящее время с появлением двунолевых сортов возделывание рапса расширилось во всем мире (Зорикова А. А., 2010). Спрос на семена рапса возрос, что делает эту культуру привлекательной для сельхозпроизводителей (Францева А. Б., 2010). В 2008 г. в Российской Федерации рапс выращивали на 688 тыс. га, в 2018 г. – на 1,05 млн га, в Удмуртской Республике площади посева за аналогичный период составили 322 га и 10,12 тыс. га соответственно. При этом была получена урожайность семян по РФ 6,8–13,3 ц/га, в Удмуртской Республике 4,2–13,1 ц/га (Федеральная служба..., 2019). Одним из приемов адаптивной технологии возделывания рапса, способствующих повышению и стабилизации урожайности, является обработка почвы. В условиях Среднего Предуралья, куда географически относится Удмуртская Республика, вопросы, связанные с изучением зяблевой и предпосевной обработки почвы при возделывании рапса, изучены слабо. Поэтому актуальным является научное обоснование данных приемов в технологии выращивания рапса Аккорд на корм и семена.

Степень разработанности. Совершенствованию технологии возделывания ярового рапса в Среднем Предуралье посвящены работы – Ч. М. Салимовой (2008, 2010), Э. Ф. Вафиной (2009, 2013, 2017), И. Ш. Фатыхова (2009), А. О. Хвошнянской (2009), Р. Р. Гайфуллина (2014), Р. Н. Курбангалиева, А. С. Богатыревой, Э. Д. Акманаева (2017, 2018), М. М. Хайбуллина (2017). В России аналогичные исследования проведены Ю. К. Новоселовым (2002), Ф. Н. Сафиоллиным (2007, 2008, 2010, 2015), В. М. Ивановым (2010), О. М. Поцелуевым (2013), В. А. Гущиной (2009а, 2009б, 2016), В. Г. Васиным, С. А. Тулькубаевой (2014, 2016, 2017, 2018), Р. Б. Нурлыгаяновым (2015, 2016, 2018), Р. Р. Исмагиловым (2007, 2012, 2018), за рубежом М. J. Cooding (2002), F. A. Manum (2014), R. Lotfi (2018). В условиях Уральского региона Нечерноземной зоны России не изучена реакция ярового рапса Аккорд на приемы зяблевой и предпосевной обработки почвы.

Цель исследований – разработка приемов зяблевой и предпосевной обработки почвы в технологии возделывания ярового рапса Аккорд, обеспечивающих формирование урожайности сухого вещества надземной биомассы не менее 2,8 т/га, семян – 1,8 т/га.

Задачи исследований:

- изучить действие гербицида, зяблевой и предпосевной обработки почвы на урожайность сухого вещества надземной биомассы, семян и сбор жира с 1 га;

- научно обосновать влияние приемов обработки почвы на ее влажность и плотность, структуру урожайности, показатели фотосинтетической деятельности растений, засоренность посевов, динамику сбора сухого вещества надземной биомассы, качество сухого вещества и семян, нормативный вынос основных элементов питания;

- определить аминокислотный и элементный состав сухого вещества надземной биомассы, коэффициенты водопотребления;

- рассчитать экономическую и энергетическую эффективность изучаемых технологических приёмов.

Научная новизна. На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Среднего Предуралья определена реакция ярового рапса Аккорд на применение гербицида, внесенного после уборки предшественника, приемы зяблевой и предпосевной обработки почвы формированием урожайности сухого вещества надземной биомассы и семян. Урожайность научно обоснована ее структурой, сбором сухого вещества и влажностью почвы по фазам развития, кормовой продуктивностью, показателями фотосинтетической деятельности, коэффициентами водопотребления, засоренностью посевов, дана качественная оценка урожая. Определен аминокислотный, элементный состав сухого вещества надземной биомассы и нормативный вынос основных элементов питания. Рассчитана энергетическая и экономическая эффективность приемов зяблевой и предпосевной обработки почвы в технологии возделывания рапса Аккорд на корм и семена.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выявленные закономерности формирования урожайности, ее структуры, фотосинтетической деятельности, биохимического состава, кормовой продуктивности, качества урожая и нормативного выноса основных элементов питания ярового рапса Аккорд являются вкладом в развитие концепции адаптивного растениеводства. Сельским товаропроизводителям рекомендованы на дерново-подзолистой суглинистой почве оптимальные приемы обработки почвы под яровой рапс Аккорд: зяблевая обработка почвы – безотвальная КН-4, предпосевная

обработка почвы – боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, культивация КМН-4,2 обеспечивают наибольший сбор сухого вещества 2,91; 2,90 т/га соответственно и урожайность семян 1,91 т/га.

Методология и методы исследования. Методология исследования включает общелогические и теоретические методы: анализ, сравнение, обобщение при работе с научными публикациями и с экспериментальными данными. Методы эмпирического исследования – полевые опыты и наблюдения, лабораторные анализы; дисперсионный и корреляционный анализы экспериментальных результатов исследования.

Положения, выносимые на защиту:

– отвальная ПЛН-3-35 или безотвальная КН-4 зяблевая обработка почвы оказывают равное положительное влияние на урожайность сухого вещества, семян рапса и сбор жира с 1 га;

– предпосевная обработка, включающая боронование БЗТС-1, культивацию КПС-4+БЗСС-1, культивацию КМН-4,2 или боронование БЗТС-1, культивацию КПС-4+БЗСС-1, прикатывание ЗККШ-6А, обеспечивают среднюю урожайность 2,84 и 2,90 т/га сухого вещества, 1,86 и 1,91 т/га семян, сбор 840 и 860 кг/га жира, соответственно;

– содержание 14 аминокислот и 70 химических элементов в сухом веществе рапса, кормовая продуктивность, качество семян;

– научные, энергетические и экономические обоснования полученных результатов.

Степень достоверности и апробация работы. Экспериментальные данные статистически обработаны с использованием методов дисперсионного и корреляционного анализов, сопоставлены с результатами научных изысканий других ученых, удостоверены производственными испытаниями. Материалы диссертации были доложены на научно-практических конференциях ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (2017–2018 гг.); ФГБОУ ВО Казанский ГАУ (2017 г.) и ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ (2018 г.). Ежегодно результаты исследований заслушивались на заседаниях кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (2016–2018 гг.). Результаты диссертации по теме исследований опубликованы в 8 работах, в том числе 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

Личное участие автора. Обоснование актуальности темы, разработка схемы и методики исследований, проведение полевых опытов, анализов и

наблюдений, математическая и статистическая обработка экспериментальных данных выполнялись автором лично или при его участии.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 115 страницах, состоит из 7 глав, включает 76 таблиц, 4 рисунка, 55 приложений. Список литературы 254 источников, в том числе 13 на иностранном языке.

1 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Представлен анализ отечественных и зарубежных источников научной литературы о роли применения гербицида, приемов зяблевой и предпосевной обработки почвы в технологии возделывания полевых культур.

2 МЕСТО, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследования – яровой рапс (*Brassica napus oleifera*) сорт Аккорд. Оригинатор – ГНУ Всероссийский НИИ рапса (г. Липецк). Включен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию по 2, 3, 4, 9, 11 регионам.

Полевые опыты проводили в 2016–2018 гг. на опытном поле АО «Учхоз Июльское ИжГСХА» в экспериментальном севообороте кафедры растениеводства, производственную проверку – в 2017–2018 гг. в колхозе (СХПК) им. Мичурин Вавожского района и в АО «Учхоз Июльское ИжГСХА».

Опыт 1. Урожайность сухого вещества рапса при внесении гербицида после уборки предшественника и разных приемах зяблевой обработки почвы. Схема опыта: Фактор А – гербицид: А1 – без гербицида (к); А2 – гербицид Зеро ВР (360 г/л) норма расхода 4 л/га. Фактор В – приемы зяблевой обработки почвы: В1 – без обработки (к), В2 – мелкая обработка БДТ-3 (10-12 см), В3 – отвальная ПЛН-3-35 (18-20 см), В4 – безотвальная КН-4 (14-16 см). Опыт полевой, двухфакторный, повторность вариантов четырехкратная. Расположение вариантов систематическое, методом расщепленных делянок в два яруса. Общая площадь делянки – 20 м², учетная – 15 м².

Опыт 2. Урожайность семян рапса при внесении гербицида после уборки предшественника и разных приемах зяблевой обработки почвы. Схема опыта: Фактор А – гербицид: А1 – без гербицида (к); А2 – гербицид Зеро ВР (360 г/л) норма расхода 4 л/га. Фактор В – зяблевая обработка почвы: В1 – без обработки (к), В2 – мелкая обработка БДТ-3 (10-12 см), В3 – отвальная ПЛН-3-

35 (18-20 см), В4 – безотвальная КН-4 (14-16 см). Опыт полевой, двухфакторный, повторность вариантов четырехкратная. Расположение вариантов систематическое, методом расщепленных делянок в два яруса. Общая площадь делянки – 30 м², учетная – 25 м².

Опыт 3. Урожайность сухого вещества рапса при разных приёмах предпосевной обработки почвы. Схема опыта: А1 – боронование БЗТС-1 (к), А2 – боронование БЗТС-1, боронование БЗТС-1 (3-5 см), А3 – боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1 (10–12 см), прикатывание ЗККШ-6А, А4 – боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, культивация КМН-4,2 (5-6 см), А5 – боронование БЗТС-1, культивация КМН-4,2, А6 – культивация КМН-4,2. Опыт полевой однофакторный, повторность вариантов четырёхкратная, расположение вариантов систематическое, в один ярус. Общая площадь делянки – 20 м², учетная – 15 м².

Опыт 4. Урожайность семян рапса при разных приёмах предпосевной обработки почвы. Схема опыта: А1 – боронование БЗТС-1 (к), А2 – боронование БЗТС-1, боронование БЗТС-1 (3-5 см), А3 – боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1 (10–12 см), прикатывание ЗККШ-6А, А4 – боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, культивация КМН-4,2 (5-6 см), А5 – боронование БЗТС-1, культивация КМН-4,2, А6 – культивация КМН-4,2. Опыт полевой однофакторный, повторность вариантов четырёхкратная, расположение вариантов систематическое, в один ярус. Общая площадь делянки – 30 м², учетная – 25 м².

Закладка опытов, фенологические наблюдения, структура урожайности, морфологический анализ растений, учет урожайности проведены в соответствии с требованиями методик опытного дела (Методика государственного..., 1983; Доспехов Б.А., 1985; Методика проведения..., 2010). Анализ агрохимических свойств почвы, химического состава сухого вещества, семян – согласно методикам и ГОСТам, применяемым в земледелии, растениеводстве, агрохимии, кормопроизводстве. Площадь листьев (контурно-весовой метод), фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза по методике А. А. Ничипоровича (1961), засорённость посевов – количественно-весовым методом (Практикум по земледелию, 2004), прирост надземной биомассы (Методические указания..., 1997), запас продуктивной влаги в метровом слое и

коэффициенты водопотребления (Практикум по земледелию, 1987). Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с использованием дисперсионного анализа, по Б. А. Доспехову (1985) с помощью программ Microsoft Office 2010. Оценка технологических приемов (энергетическая и экономическая) – на основании технологических карт возделывания рапса (Типовые..., 2004; Энергетическая оценка..., 2016).

Почва под опытами была дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая, со следующей характеристикой пахотного слоя: среднее и повышенное (2,20-2,29 %) содержание гумуса, слабокислая до близкой к нейтральной (рН 5,4-5,7), высокое и очень высокое содержание подвижного фосфора (168-280 мг/кг) и повышенное и очень высокое (169-302 мг/кг) – подвижного калия. Вегетационные периоды за годы исследований (2016-2018 гг.) были разнообразными по метеорологическим условиям, что характерно для Уральского региона Нечерноземной зоны России. Продолжительность периода посев – уборка на зеленый корм (в фазе бутонизации – начало цветения) составила 46-90 сут, посев – уборка на семена (в фазе полной спелости) 84–148 сут, сумма положительных температур – 703...1304 °С, 1525...2287 °С, сумма осадков – 44...313 мм, 83...433 мм, соответственно. Основная обработка почвы в опытах 1 и 2 – согласно схеме исследований, в опытах 3 и 4 – безотвальная КН-4. Предпосевная обработка почвы в опытах 1 и 2 – боронование (БЗТС-1), культивация (КПС-4 + БЗСС-1), предпосевная культивация (КМН-4,2); в опытах 3 и 4 – согласно схеме опыта. Минеральные удобрения вносили разбрасывателем Л-116; при возделывании на зеленую массу их доза была рассчитана на урожайность сухого вещества 2,8 т/га и составила $N_{57} P_{10-74} K_0$ и урожайность семян 1,8 т/га – $N_{57} P_{10-74} K_{0-10}$. Посев рапса проводили сеялкой СН-16, оборудованной анкерными сошниками для высева мелкосемянных культур, семенами, протравленными инсектицидом Табу (имидаклоприд 500 г/л, расход 6–8 л/т), с нормой высева 3 млн штук всхожих семян на 1 га, на глубину 2 см. После посева – прикатывание почвы (ЗККШ-6А). В опытах 2 и 4 в фазе 3-4-х листьев посевы обрабатывали гербицидом Галион (клопиралид 300 г/л + пиклорам 75 г/л, расход 0,27-0,31 л/га), в фазе бутонизации – инсектицидом Каратэ Зеон (лямбда-цигалотрин 50 г/л, расход 0,10-0,15 л/га).

3 ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ НАДЗЕМНОЙ БИОМАССЫ РАПСА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ГЕРБИЦИДА ПОСЛЕ УБОРКИ ПРЕДШЕСТВЕННИКА И ПРИЕМОВ ЗЯБЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Влияние гербицида на урожайность сухого вещества по годам не было выявлено (по фактору $A - F_{\phi} < F_T$). В 2016 г. по вариантам опыта была получена относительно низкая урожайность 0,13-1,48 т/га сухого вещества. Условия вегетационного периода 2017 г. способствовали формированию относительно высокой урожайности 2,88-5,54 т/га сухого вещества (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность сухого вещества рапса при применении гербицида и приемов зяблевой обработки почвы, т/га

Обработка гербицидом (А)	Прием обработки почвы (В)				Среднее (А)			
	без обработки (к)	мелкая БДТ-3	отвальная ПЛН-3-35	безотвальная КН-4				
2016 г.								
Без гербицида (к)	0,13	1,45	1,45	1,45	1,12			
Гербицид	0,13	1,45	1,46	1,51	1,14			
Среднее (В)	0,13	1,45	1,46	1,48	–			
2017 г.								
Без гербицида (к)	2,79	4,68	5,55	5,37	4,60			
Гербицид	2,97	5,21	5,54	5,51	4,81			
Среднее (В)	2,88	4,95	5,54	5,44	–			
2018 г.								
Без гербицида (к)	0,92	1,33	1,77	1,80	1,46			
Гербицид	0,93	1,34	1,78	1,83	1,47			
Среднее (В)	0,92	1,34	1,78	1,82	–			
Среднее за 2016–2018 гг.								
Без гербицида (к)	1,28	2,48	2,92	2,88	2,39			
Гербицид	1,34	2,66	2,93	2,95	2,47			
Среднее	1,31	2,57	2,92	2,91	–			
НСР ₀₅	2016		2017		2018		2016–2018	
	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.
А	F ϕ < F ₀₅		F ϕ < F ₀₅		F ϕ < F ₀₅		F ϕ < F ₀₅	
В	0,03	0,11	0,15	0,58	0,06	0,26	0,05	0,20

В среднем за 2016-2018 гг. наибольшая урожайность сухого вещества 2,91 т/га и 2,92 т/га, соответственно, была получена в двух вариантах – безотвальной КН-4 и отвальной ПЛН-3-35 обработки почвы, что существенно выше – на 1,60 и 1,61 т/га, соответственно, урожайности сухого вещества контрольного варианта и на 0,34-0,35 т/га, соответственно, данного показателя в варианте с мелкой обработкой БДТ-3 при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 0,05 т/га.

За годы исследований гербицид, внесенный после уборки предшественника, не оказал влияния на элементы структуры урожайности, но повлияли приемы зяблевой обработки почвы (табл. 2). Варианты с применением безотвальной КН-4 и отвальной ПЛН-3-35 зяблевой обработками почвы имели наибольшую – 70 % и 71 %, соответственно, полевую всхожесть семян, что существенно меньше на 13 % и 14 %, соответственно, данного показателя варианта без обработки почвы при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 1 %. Данные варианты обеспечивали формирование большей густоты стояния продуктивных растений 31 шт./м², массы одного растения 10,9 и 11,1 г, соответственно.

Таблица 2 – Влияние гербицида и приемов зяблевой обработки почвы на структуру урожайности сухого вещества рапса Аккорд (среднее 2016-2018 гг.)

Обработка гербицидом (А)	Прием обработки почвы (В)				Среднее (А)	
	без обработки (к)	мелкая БДТ-3	отвальная ПЛН-3-35	безотвальная КН-4		
Полевая всхожесть, %						
Без гербицида (к)	57	68	71	70	66	
Гербицид	57	68	71	70	66	
Среднее (В)	57	68	71	70	–	
Густота стояния растений перед уборкой, шт./м ²						
Без гербицида (к)	103	126	134	133	124	
Гербицид	103	129	134	136	125	
Среднее (В)	103	127	134	134	–	
Масса одного растения, г						
Без гербицида (к)	6,7	9,8	11,1	11,0	9,6	
Гербицид	7,0	10,3	11,0	10,9	9,8	
Среднее (В)	6,8	10,0	11,1	10,9	–	
НСР ₀₅	всхожесть, %		растений, шт./м ²		масса растения, г	
	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.
А	F _ф < F ₀₅		F _ф < F ₀₅		F _ф < F ₀₅	
В	1	2	1	3	0,4	1,5

В вариантах с безотвальной обработкой КН-4 и с отвальной ПЛН-3-35 обработками почвы растения, начиная с фазы розетки, имели наибольшую площадь листьев и в фазе стеблевания она составила 27,5 тыс. м²/га и 27,6 тыс. м²/га, соответственно, что обеспечило больший фотосинтетический потенциал – 829 и 838 тыс. м² х сут./га, соответственно, за вегетацию. В указанных вариантах сухое вещество содержало сырого протеина 11,2 % и 11,4 %

с суммой незаменимых аминокислот 6,38 %, кормовая продуктивность 1 га возросла до 2,16 и 2,24 тыс. кормовых единиц 27,72 и 28,55 ГДж обменной энергии, соответственно.

При определении элементного состава сухого вещества рапса выявлено высокое содержание калия (15476 мкг/г), кальция (7074 мкг/г), фосфора (3129 мкг/г), серы (3117 мкг/г), магния (1639 мкг/г).

Наибольший сбор сухого вещества наблюдали в вариантах с отвальной ПЛН-3-35 и безотвальной КН-4 обработками почвы: в фазе розетки – 28,9 и 29,5 г/м², в фазе стеблевания – 118,7 и 119,7 г/м², в фазе бутонизации – 165,6 и 167,2 г/м², соответственно. Применение гербицида после уборки предшественника не оказало влияние на засоренность посевов. Зяблевая обработка почвы способствовала снижению в фазе розетки на 17-41 шт./м² сорняков и на 0,9-2,2 г/м² их воздушно-сухой массы. Наименее засоренными – 54-56 шт./м² и 5,4-5,8 г/м², соответственно, были посеы в вариантах с отвальной ПЛН-3-35 и безотвальной КН-4 обработками почвы. В среднем по вариантам опыта с 1 т сухого вещества рапс Аккорд выносил N – 30,6 кг; P₂O₅ – 6,4 кг; K₂O – 21,9 кг и расходовал 1229 м³ влаги.

4 ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН РАПСА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ГЕРБИЦИДА ПОСЛЕ УБОРКИ ПРЕДШЕСТВЕННИКА И ЗЯБЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

На урожайность семян рапса влияние гербицида не было установлено, но приемы зяблевой обработки почвы обусловили разную урожайность по вариантам опыта (табл. 3). Исключение зяблевой обработки почвы способствовало получению низкой урожайности: в 2016 г. – 0,32 т/га, в 2017 г. – 1,68 т/га, в 2018 г. – 1,26 т/га. За 2016-2018 гг. наибольшую урожайность семян 1,90 и 1,91 т/га, соответственно, обеспечили отвальная ПЛН-3-35 и безотвальная КН-4 обработки почвы, что на 0,81 и 0,82 т/га соответственно превышало урожайность семян (1,09 т/га) в варианте без обработки почвы при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 0,06 т/га. Мелкая обработка почвы (БДТ-3) дала существенную прибавку урожайности 0,64 т/га относительно урожайности семян в контрольном варианте.

Таблица 3 – Урожайность семян рапса в зависимости от применения гербицида и приемов зяблевой обработки почвы, т/га

Обработка гербицидом (А)	Прием обработки почвы(В)				Среднее (А)			
	без обработки (к)	мелкая БДТ-3	отвальная ПЛН-3-35	безотвальная КН-4				
2016 г.								
Без гербицида (к)	0,33	0,56	0,58	0,60	0,52			
Гербицид	0,32	0,58	0,57	0,63	0,52			
Среднее (В)	0,32	0,57	0,58	0,62	–			
2017 г.								
Без гербицида (к)	1,68	3,08	3,42	3,31	2,87			
Гербицид	1,69	3,42	3,39	3,40	2,97			
Среднее (В)	1,68	3,25	3,41	3,36	–			
2018 г.								
Без гербицида (к)	1,24	1,38	1,70	1,74	1,52			
Гербицид	1,28	1,37	1,76	1,79	1,55			
Среднее (В)	1,26	1,38	1,73	1,77	–			
среднее 2016–2018 гг.								
Без гербицида (к)	1,08	1,67	1,90	1,89	1,64			
Гербицид	1,10	1,79	1,91	1,94	1,68			
Среднее (В)	1,09	1,73	1,90	1,91	–			
НСР ₀₅	2016 г.		2017 г.		2018 г.		2016–2018 гг.	
	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.	гл. эф.	ч. р.
А	Fф < F ₀₅		Fф < F ₀₅		Fф < F ₀₅		Fф < F ₀₅	
В	0,03	0,13	0,11	0,45	0,11	0,44	0,06	0,24

Большее количество – 134 и 135 шт./м², соответственно, продуктивных растений рапса к уборке было при отвальной ПЛН-3-35 и безотвальной КН-4 обработках почвы по сравнению с их густотой стояния 126 шт./м² при мелкой обработке БДТ-3, в контроле – 102 шт./м² при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 2 шт./м². Наибольшее количество – 27 шт. продуктивных стручков на растении было сформировано в вариантах с зяблевой обработкой почвы. Отсутствие зяблевой обработки почвы обусловило снижение данного показателя на 6 шт. (НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 1 шт.). На растении в вариантах с отвальной и безотвальной обработками почвы было сформировано 283 шт. и 285 шт. семян, масса 1000 семян 4,62 г и 4,64 г, соответственно, что существенно выше аналогичных показателей при мелкой обработке (БДТ-3) и без обработки почвы при НСР₀₅ главных эффектов по фактору В – 5 шт. и 0,04 г, соответственно.

При безотвальной обработке КН-4 почва имела более высокую влажность в день посева – 14,7-22,6 в слое 0-10 см и 13,1-21,5 – в слое 10-20 см.

Плотность почвы в слое 0-10 см и 10-20 см при разных приемах зяблевой обработки почвы составила от 1,14 до 1,22 г/см³, соответственно. Исключение зяблевой обработки почвы обусловило увеличение до 1,27 г/см³ плотности почвы в слое 10-20 см. Внесение после уборки предшественника гербицида Зеро ВР не влияло на засоренность посевов. Отвальная ПЛН-3-35 обработка почвы способствовала снижению до 27 шт./м² сорняков и уменьшению до 31,9 г/м² их воздушно-сухой массы перед уборкой рапса на семена. Большая урожайность семян при применении отвальной ПЛН-3-35 и безотвальной КН-4 обработок почвы обусловлена формированием в этих вариантах более высокого 1179 и 1166 тыс. м² х сут./га фотосинтетического потенциала за вегетацию. Независимо от применения гербицида в вариантах отвальной ПЛН-3-35 и безотвальной КН-4 обработки почвы семена имели фосфора 1,87 %, калия 0,88 %, большую массовую долю жира в семенах 44,4-44,8 %; валовой сбор жира в отмеченных вариантах возрос до 860-880 кг/га (в контроле 490 кг/га). В среднем, независимо от применения гербицида, по вариантам опыта за 2016-2018 гг. рапс Аккорд для формирования 1 т семян с учётом побочной продукции выносил N – 53,6 кг, P₂O₅ – 27,3 кг, K₂O – 40,1 кг и коэффициент водопотребления составил 2071 м³.

5 ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ НАДЗЕМНОЙ БИОМАССЫ РАПСА ПРИ РАЗНЫХ ПРИЕМАХ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Наименьший сбор сухого вещества – 0,85 и 0,86 т/га, соответственно, в 2016 г. имели в вариантах с одно- и двукратным боронованием БЗТС-1 (табл. 4). Предпосевная обработка почвы, включающая боронование БЗТС-1, культивацию КПС-4+БЗСС-1, прикатывание ЗККШ-6А или боронование БЗТС-1, культивацию КПС-4+БЗСС-1, культивацию КМН-4,2, обеспечила прибавку урожайности 0,46 и 0,55 т/га соответственно относительно данного показателя в контрольном варианте при НСР₀₅ – 0,21 т/га. Аналогичная разница в урожайности по вариантам опыта была и в 2017 г. Варианты с боронованием БЗТС-1, культивацией КПС-4+БЗСС-1, прикатыванием ЗККШ-6А и с

боронованием БЗТС-1, культивацией КПС-4+БЗСС-1, культивацией КМН-4,2 имели более высокую урожайность сухого вещества – 5,45 т/га и 5,43 т/га, соответственно.

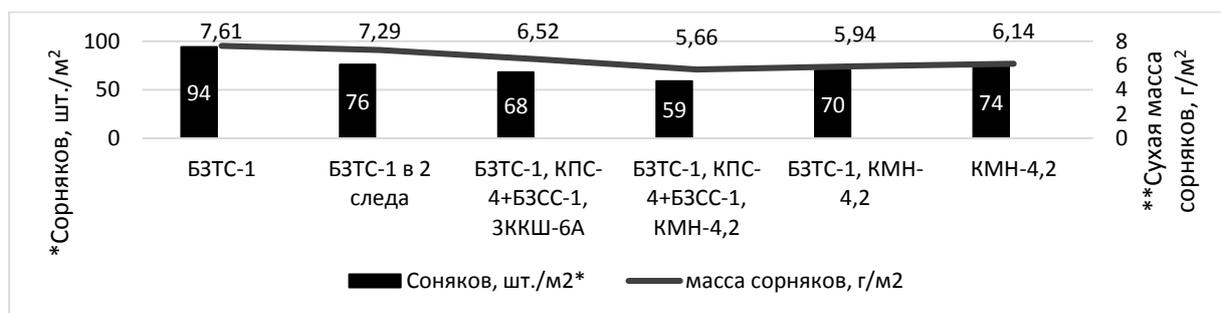
Более высокий сбор сухого вещества – 1,88 т/га – в абиотических условиях 2018 г. был получен в варианте с культивацией КПС-4+БЗСС-1+КМН-4,2 на фоне боронования БЗТС-1. В других вариантах с предпосевной обработкой почвы урожайность была ниже на 0,12-1,00 т/га при НСР₀₅ – 0,12 т/га.

Таблица 4 – Урожайность сухого вещества рапса при разных приемах предпосевной обработки почвы, т/га

Прием обработки почвы	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
Боронование БЗТС-1(к)	0,85	4,59	0,88	2,14
Боронование БЗТС-1+боронование БЗТС-1	0,86	5,06	0,98	2,27
Боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, прикатывание ЗККШ-6А	1,31	5,45	1,76	2,84
Боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, культивация КМН-4,2	1,40	5,43	1,88	2,90
Боронование БЗТС-1, культивация КМН-4,2	1,15	5,17	1,33	2,55
Культивация КМН-4,2	1,07	5,13	1,02	2,41
Среднее	1,11	5,00	1,31	2,52
НСР ₀₅	0,21	0,19	0,12	0,10

В среднем за 2016–2018 гг. бóльшая урожайность сухого вещества 2,84 т/га и 2,90 т/га соответственно была получена в вариантах с боронованием БЗТС-1, культивацией КПС-4+БЗСС-1, прикатыванием ЗККШ-6А и с боронованием БЗТС-1, культивацией КПС-4+БЗСС-1, культивацией КМН-4,2 при полевой всхожести семян 70 %, густоте стояния 142 и 140 шт./м² растений к уборке, массе одного растения 11,3 и 11,0 г, соответственно. При этом формировался наибольший ФП 801 и 805 тыс. м² х сут./га, сбор с 1 га 2,12 и 2,15 тыс. к. ед. и обменной энергии 27,2 и 27,8 ГДж.

При проведении боронования БЗТС-1, культивации КПС-4+БЗСС-1, культивации КМН-4,2 количество сорных растений в посевах было существенно меньше на 35 шт./м² засоренности аналогичного показателя контрольного варианта 94 шт./м² (рис. 1). В данном варианте наблюдали снижение массы сорняков 5,66 г/м².



Примечание: * – НСР₀₅ (сорняков) = 3 шт./м²

** – НСР₀₅ (масса сорняков) = 0,96 г/м²

Рисунок 1 – Влияние приемов предпосевной обработки почвы на количество и сухую массу сорняков в фазе розетки рапса (среднее 2016–2018 гг.)

Сухое вещество в контрольном варианте содержало 32,3 % сырой клетчатки, в вариантах с приёмами предпосевной обработки почвы оно было относительно меньшим на 0,8-2 %. При проведении боронования БЗТС-1, культивации КПС-4+БЗСС-1, прикатывания ЗККШ-6А или боронования БЗТС-1, культивации КПС-4+БЗСС-1, культивации КМН-4,2 возрастало содержание сырого протеина в сухом веществе на 0,6 %, фосфора на 0,08-0,07 % и калия на 0,07-0,06 %. В среднем по вариантам опыта нормативный вынос на 1 т сухого вещества рапса Аккорд составил: N – 30,7 кг, P₂O₅ – 6,3 кг, K₂O – 21,7 кг.

6 ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН РАПСА ПРИ РАЗНЫХ ПРИЕМАХ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

За годы исследований в среднем по вариантам опыта относительно низкая средняя урожайность 0,73 т/га семян была получена в 2016 г., высокая – 2,86 т/га в 2017 г. (табл. 5). В 2016 г. наибольшую прибавку урожайности 0,23 т/га имел вариант боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, культивация КМН-4,2 по сравнению с урожайностью 0,62 т/га в контрольном варианте при НСР₀₅ – 0,09 т/га. В абиотических условиях 2017 г. наибольшую урожайность – 3,06; 3,19; 3,21 т/га, соответственно, обеспечили варианты – боронование БЗТС-1, культивация КМН-4,2; боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, культивация КМН-4,2; боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, прикатывание ЗККШ-6А, что превышало урожайность в варианте с боронованием БЗТС-1 на 0,71; 0,84; 0,86 т/га, соответственно, в вари-

анте с боронованием БЗТС-1+боронование БЗТС-1 на 0,69; 0,82; 0,84т/га, соответственно, в варианте с культивацией КМН-4,2 на 0,10; 0,23;0,25 т/га, соответственно при НСР₀₅ – 0,17 т/га.

Таблица 5 – Урожайность семян рапса при разных приемах предпосевной обработки почвы, т/га

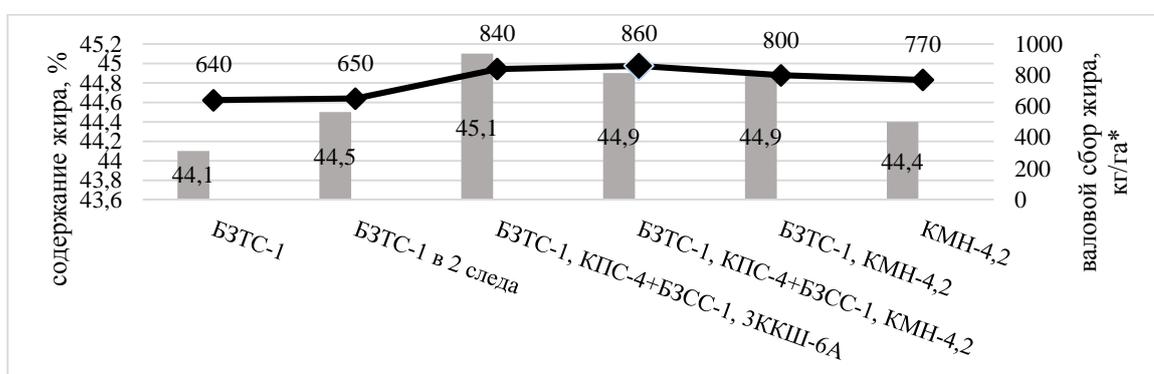
Прием обработки почвы	Урожайность			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
Боронование БЗТС-1(к)	0,62	2,35	1,36	1,46
Боронование БЗТС-1+боронование БЗТС-1	0,65	2,37	1,37	1,46
Боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, прикатывание ЗККШ-6А	0,76	3,21	1,63	1,86
Боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, культивация КМН-4,2	0,85	3,19	1,69	1,91
Боронование БЗТС-1, культивация КМН-4,2	0,74	3,06	1,60	1,80
Культивация КМН-4,2	0,75	2,96	1,56	1,75
Среднее	0,73	2,86	1,53	1,71
НСР ₀₅	0,09	0,17	0,08	0,08

В условиях 2018 г. наименьшую урожайность семян 1,36 т/га и 1,37 т/га, соответственно, имели варианты – боронование БЗТС-1 и боронование БЗТС-1+боронование БЗТС-1. Относительно высокая урожайность семян – 1,63 т/га; 1,69 т/га – сформировалась в вариантах с применением боронования БЗТС-1, культивации КПС-4+БЗСС-1, прикатывания ЗККШ-6А; боронования БЗТС-1, культивации КПС-4+БЗСС-1, культивации КМН-4,2. В среднем за 2016–2018 гг. варианты с предпосевной обработкой почвы, включающей боронование БЗТС-1, культивацию КПС-4+БЗСС-1, прикатывание ЗККШ-6А или боронование БЗТС-1, культивацию КПС-4+БЗСС-1, культивацию КМН-4,2 обеспечили более высокую урожайность семян – 1,86 т/га и 1,91 т/га, соответственно, при полевой всхожести семян 72 %, густоте стояния растений 133 и 136 шт./м² и продуктивности растения 1,51 и 1,52 г, соответственно. В данных вариантах растения сформировали бóльшую площадь листьев в фазе стеблевания – 26,1 и 26,3 тыс. м²/га, ФП за вегетацию 1132 и 1137 тыс. м² × сут./га, соответственно.

В варианте с боронованием БЗТС-1, культивацией КПС-4+БЗСС-1, культивацией КМН-4,2 наблюдали снижение на 22 шт./м² засоренности посевов рапса, что существенно ниже аналогичного показателя на 53 шт./м² в варианте с ранневесенним боронованием при НСР₀₅ – 2 шт./м². Наибольшая су-

хая масса сорняков перед уборкой была в варианте с однократным боронованием ($52,58 \text{ г/м}^2$), что существенно выше на $19,42 \text{ г/м}^2$ массы сорных растений в варианте с боронованием БЗТС-1, культивацией КПС-4+БЗСС-1, культивацией КМН-4,2 при $\text{НСР}_{05} = 4,58 \text{ г/м}^2$.

Наибольший валовой сбор жира – 840 и 860 кг/га, соответственно, имели в вариантах с боронованием БЗТС-1, культивацией КПС-4+БЗСС-1, прикатыванием ЗККШ-6А; боронованием БЗТС-1, культивацией КПС-4+БЗСС-1, культивацией КМН-4,2, что превышало на 200 и 220 кг/га, соответственно, аналогичный показатель контрольного варианта при $\text{НСР}_{05} = 30 \text{ кг/га}$ (рис. 2).



Примечание: * – НСР_{05} (валовой сбор жира) = 30 кг/га

Рисунок 2 – Влияние приемов предпосевной обработки почвы на массовую долю жира в семенах рапса Аккорд и валовой сбор жира (среднее 2016–2018 гг.)

Выявлено увеличение содержания фосфора в семенах на 0,05 % в вариантах с боронованием БЗТС-1, культивацией КПС-4+БЗСС-1, культивацией КМН-4,2 или боронованием БЗТС-1, культивацией КПС-4+БЗСС-1, прикатыванием ЗККШ-6А относительно аналогичного показателя контрольного варианта – боронование БЗТС-1 – 1,81 %. На содержание азота и калия в семенах изучаемые приемы предпосевной обработки почвы не оказали влияния. В среднем по вариантам опыта для формирования 1 т семян с учётом побочной продукции рапс Аккорд выносил N – 53,4 кг, P_2O_5 – 27,0 кг, K_2O – 39,8 кг.

7 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ

Производственная проверка в 2017 г. в колхозе (СХПК) им. Мичурина Вавожского района показала, что при безотвальной зяблевой обработке почвы КН-4 сформировалась наибольшая урожайность сухого вещества 4,12 т/га и

семян рапса 2,21 т/га. В 2018 г. в АО «Учхоз Июльское ИжГСХА» Удмуртской Республики производственная проверка выявила, что предпосевная обработка почвы, включающая боронование БЗТС-1, культивацию КПС-4+БЗСС-1, культивацию КМН-4,2, обеспечила урожайность сухого вещества 1,81 т/га, семян 1,41 т/га. В варианте с культивацией КМН-4,2 на фоне ранневесеннего боронования урожайность семян 1,40 т/га была сравнима с урожайностью варианта с боронованием БЗТС-1, культивацией КПС-4+БЗСС-1 и культивацией КМН-4,2. Экономическая и энергетическая оценки показали эффективность безотвальной КН-4 зяблевой обработки почвы без применения гербицида после уборки предшественника при возделывании рапса на корм и семена: коэффициент энергетической эффективности 6,90 и 2,16, уровень рентабельности 39,9 и 112,2 % соответственно. Предпосевная обработка почвы, включающая боронование БЗТС-1, культивацию КПС-4+БЗСС-1, культивацию КМН-4,2 на корм обеспечивала наибольший 30,7 % уровень рентабельности. На семена коэффициент эффективности составил 2,15 и уровень рентабельности 118,3 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Гербицид сплошного действия Зеро внесенный после уборки предшественника, не оказывал влияния на урожайность надземной биомассы рапса. Наибольшая урожайность 2,92 и 2,91 т/га сухого вещества, выход с 1 га обменной энергии 28,46 и 27,87 ГДж, 2,24 и 2,18 тыс. кормовых единиц соответственно сформировались в вариантах с отвальной ПЛН-3-35 и безотвальной КН-4 обработками почвы при 134 шт./м² растений к уборке, ФП 838 и 829 тыс. м² х сут./га. Сухое вещество рапса содержало 6,38 % незаменимых аминокислот, 15476 мкг/г калия, 7074 мкг/г кальция, 3129 мкг/г фосфора, 3117 мкг/г серы, 1639 мкг/г магния. На формирование 1 т сухого вещества рапс Аккорд выносил N – 30,6 кг, P₂O₅ – 6,4 кг, K₂O – 21,9 кг, расходовал 1229 м³ влаги.

2. Наибольшую урожайность 1,90 и 1,91 т/га семян с содержанием жира 44,4–44,8 %, валовой сбор жира 860–880 кг/га соответственно обеспечили отвальная ПЛН-3-35 и безотвальная КН-4 зяблевая обработка почвы за счет формирования к уборке 134 и 135 шт./м² растений, 1,27 и 1,30 г их массы, 1179 и 1166 м² х сут./га ФП, соответственно, и коэффициента водопотребления 2071 м³ на 1 т семян. На формирование 1 т семян с учётом побочной продукции рапс выносил N – 53,6 кг, P₂O₅ – 27,3 кг, K₂O – 40,1 кг.

3. Более высокая урожайность 2,84 и 2,90 т/га сухого вещества надземной биомассы, выход с 1 га обменной энергии 27,2 и 27,8 ГДж, кормовых единиц 2,12 и 2,15 тыс., соответственно. имели варианты предпосевной обработки почвы боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, прикатывание

ЗККШ-6А или боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, культивация КМН-4,2. Данная урожайность была сформирована при 70 % полевой всхожести семян, 140 и 142 шт./м² растений к уборке, массе одного растения 11,3 и 11,0 г соответственно. В среднем по опыту нормативный вынос у рапса Аккорд составил: N – 30,7 кг, P₂O₅ – 6,3 кг, K₂O – 21,7 кг на 1 т сухого вещества надземной биомассы.

4. Наибольшая урожайность 1,86 и 1,91 т/га семян, валовой сбор жира 840 и 860 кг/га при 133 и 136 шт./м² продуктивных растений, массе семян на растении 1,51–1,52 г, ФП 1132–1137 тыс. м² х сут./га формировалась в вариантах предпосевной обработки почвы – боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, прикатывание ЗККШ-6А; боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, культивация КМН-4,2. В варианте боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, культивация КМН-4,2 засоренность посевов рапса снижалась на 22 шт./м² относительно аналогичного показателя в варианте ранневесеннее боронование БЗТС-1 (НСР₀₅ – 2 шт./м²). Для формирования 1 т семян с учётом побочной продукции рапсу Аккорд требовалось N – 53,4 кг, P₂O₅ – 27,0 кг, K₂O – 39,8 кг.

5. Безотвальная зяблевая обработка почвы КН-4, без применения гербицида после уборки предшественника, обеспечили прибавку урожайности сухого вещества 1,60 т/га, наибольший уровень рентабельности 39,9 % и коэффициент энергетической эффективности 6,90. При возделывании на семена в этом же варианте более высокий коэффициент энергетической эффективности составил 2,16, уровень рентабельности 112,2 %.

6. При возделывании рапса на корм и семена с предпосевной обработкой почвы – боронование БЗТС-1, культивация КПС-4+БЗСС-1, культивация КМН-4,2 достигался наибольший коэффициент энергетической эффективности 6,36 и 2,15 и уровень рентабельности 30,7 % и 118,3 %, соответственно.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

При возделывании ярового рапса Аккорд на корм и семена на дерново-подзолистых почвах Среднего Предуралья:

- 1) зяблевую обработку почвы проводить безотвально (КН-4).
- 2) предпосевная обработка почвы – боронование (БЗТС-1), культивацию (КПС-4+БЗСС-1), культивацию (КМН-4,2).

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ В рецензируемых научных журналах

1. Фатыхов, И. Ш. Урожайность надземной биомассы ярового рапса при разных приемах предпосевной обработки почвы / И. Ш. Фатыхов, **В. В. Медведев**, Э. Ф. Вафина // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2017. – Т. 12. – № 4–2 (47). – С. 50-52.
2. Вафина, Э. Ф. Реакция ярового рапса Аккорд на гербицид, приемы зяблевой обработки почвы урожайностью и качеством семян / Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов, **В. В. Медведев** // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2019. – № 2. – С. 70-76.
3. Фатыхов, И.Ш. Влияние приемов предпосевной обработки почвы на кормовую продуктивность рапса и вынос элементов питания / И. Ш. Фатыхов, Э. Ф. Вафина, **В. В. Медведев** // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2019. – № 6. – С. 23-28.

Статьи в журналах, материалах конференций и тематических сборниках

1. Вафина, Э. Ф. Формирование урожайности надземной биомассы ярового рапса Аккорд в зависимости от применения гербицида и зяблевой обработки почвы в Среднем Предуралье / Э. Ф. Вафина, **В. В. Медведев** // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры земледелия и землеустройства Владимира Михайловича Холзакова. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 61-66.
2. Медведев, В. В. Засоренность посевов ярового рапса Аккорд при разных приемах предпосевной обработки почвы / **В. В. Медведев** // Инновационные технологии для реализации программы научно-практической конференции. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 73-77.
3. Медведев, В. В. Фотосинтетическая деятельность растений ярового рапса Аккорд в зависимости от применения гербицида и зяблевой обработки почвы / **В. В. Медведев**, Э. Ф. Вафина // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики, почетного работника высшей школы Российской Федерации профессора Вячеслава Павловича Ковриго. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2018 – С. 245-247.
4. Медведев, В. В. Сбор абсолютно сухого вещества ярового рапса Аккорд при разных приемах предпосевной обработки почвы / **В. В. Медведев**, Э. Ф. Вафина // Современному АПК – эффективные технологии: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Валентины Михайловны Макаровой. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – Т. 1. Агрономия. – С. 312-315.
5. Вафина, Э. Ф. Влияние применения гербицида и зяблевой обработки почвы на сбор сухого вещества рапсом / Вафина Э. Ф., **Медведев В. В.** // Актуальные вопросы кормопроизводства, состояние, проблемы, пути решения: сборник научных трудов национальной научно-практической конференции, посвящённой памяти заслуженного деятеля науки РФ, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ельчаниновой Надежды Николаевны. – Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 30-34.

Подписано в печать 14 февраля 2020 г.
Формат 60 × 84 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 1,2. Уч.-изд. л. 1,0.
Тираж 100 экз. Заказ № _____
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11