

На правах рукописи

Галиев Рамис Ракипович

**Приемы зяблевой обработки почвы, удобрения  
и инсектициды в технологии возделывания льна масличного  
в Среднем Предуралье**

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Брянск 2021

Диссертационная работа выполнена на кафедре растениеводства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия» (2016–2019 гг.).

**Научный руководитель:** **КОРЕПАНОВА Елена Витальевна,**  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
профессор кафедры растениеводства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»

**Официальные оппоненты:** **Сорокина Ольга Юрьевна,** доктор  
сельскохозяйственных наук, профессор,  
заведующая лабораторией агротехнологий  
обособленного подразделения в г. Торжок  
Федерального государственного бюджетного  
научного учреждения «Федеральный научный  
центр лубяных культур»

**Носевич Мария Анатольевна,** кандидат  
сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры  
растениеводства им. И.А. Стебута Федерального  
государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный  
аграрный университет»

**Ведущая организация:** Уральский научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства – филиал Федерального  
государственного бюджетного научного  
учреждения «Уральский федеральный аграрный  
научно-исследовательский центр Уральского  
отделения Российской академии наук»

Защита состоится 26 марта 2021 г. в 14-00 часов на заседании диссертационного совета Д. 220.005.01 при ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а, корпус 4. E-mail: uchsovet@bgsha.com Тел. факс +7 (48341) 24-7-21

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Брянский ГАУ и на сайте организации по адресу <http://www.bgsha.com>.

Автореферат разослан \_\_\_ февраля 2021 г. и размещен на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации <http://vak.minobrnauki.gov.ru>

Учёный секретарь  
диссертационного совета  
доктор с.-х. наук

Дьяченко Владимир Викторович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Лен масличный относительно неприхотлив к условиям возделывания, обеспечивает высокую урожайность маслосемян, имеет различные направления использования (масло, льноволокно, кормовые жмыхи и шроты), отличается относительно высокой стабильностью продуктивности [Буряков Ю.П., 1971; Живетин В.В., 1995; Виноградов В.Ф., 2000; Белопухов С.Л., 2003; Гайнуллин Р.М., 2005; Куанышкалиев А.Т., 2006; Лен..., 2008; Захаренко А.В., 2009; Пономарева М.Л., 2010; Белякова В.Г., 2013; Колотов А.П., 2013; Лен..., 2013; Поздняков Б.А., 2016].

Возделывание льна масличного способствует решению проблемы кормового белка в животноводстве. Льняной жмых является ценным эне́ргонасыщенным кормом и по кормовому достоинству выше других жмыхов. Питательные вещества льняного жмыха легко усваиваются животными, повышают удо́йность коров и содержание в молоке жира [Технические..., 2006; Тихвинский С.Ф., 2007; Шиндин А.А., 2016].

Лен масличный является перспективной и высокорентабельной культурой, динамично распространяется в Среднем Предуралье, однако продуктивность его в этой зоне находится еще на относительно низком уровне. Высокую урожайность льна масличного можно получать только при возделывании его на основе принципов зонального земледелия, когда оптимально решены вопросы подбора сортов, разработана сортовая агротехника, включающая систему удобрений в сочетании с комплексом мероприятий по борьбе с вредителями, болезнями и сорняками [Живетин В.В., 2002; Буряков Н.П., 2005; Дьяков А.Б., 2006; Технические..., 2006; Перспективная..., 2010].

Одним из затратных элементов технологии возделывания полевых культур является зяблевая обработка почвы [Энергосберегающая..., 2011], которая оказывает значительное влияние на растения в течение вегетационного периода, от нее зависят показатели эффективного плодородия пахотного слоя почвы и распределение растительных остатков по почвенному профилю [Миннебаева И.Ф., 2010]. С другой стороны, вырастить экологически чистую продукцию хорошего качества без сбалансированного удобрения растений практически невозможно. Нельзя упускать из внимания и тот факт, что большинство современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур не мыслимы без применения пестицидов. В связи с этим сравнительное изучение реакции сортов льна масличного на приёмы зяблевой обработки почвы, удобрения и инсектициды является актуальным.

**Степень разработанности.** Проблеме повышения продуктивности льна масличного посвящены научные изыскания многих исследователей. Обширные исследования по изучению приемов технологии возделывания были проведены в Краснодарском крае [Бушнев А.С., 2015б; Лукомец В.М., 2013; 2019; Галкин А.В., 2008], в Ставропольском крае [Дридигер В.К., 2013], в Кабардино-Балкарской Республике [Жеруков Б.Х., 2012; Ханиев М.Х., 2009; 2015;], в Республике Татарстан [Гайнуллин Р.М., 2005; 2008; Пономарева М.Л., 2010; Гин-

дуллина Д.А., 2013], в Свердловской [Колотов А.П., 2014, 2017, 2019; Синякова О.В., 2015], в Московской [Белопухов С.Л., 2017; 2019], в Курганской [Купцевич Н.А., 2018а; 2018б; Порсев И.Н., 2017], в Ленинградской [Носевич М.А., 2017] и в Тверской [Понажев В.П., 2014; Рожмина Т.А., 2016; Сорокина О. Ю., 2017а, 2017б; 2018] областях. Однако данные регионы располагаются в других географических зонах, с иными почвенно-климатическими и абиотическими условиями. В Среднем Предуралье по льну масличному изучены предпосевная обработка семян [Кошкина К.В., 2012; Гореева В.Н., 2014], приемы предпосевной и послепосевной обработки почвы [Гореева В.Н., 2015], приемы посева [Гореева В.Н., 2013а; Гореева В.Н., 2013б; Фатыхов И. Ш., 2014] и уборки [Корепанова Е.В., 2015], но не исследована реакция сортов льна масличного на гербицид, внесенный после уборки предшественника, приёмы зяблевой обработки почвы, удобрения и инсектициды. Научная тема по выявлению реакции сортов льна масличного на гербицид, внесенный после уборки предшественника, приемы зяблевой обработки почвы, удобрения и инсектициды входила в план научно-исследовательской работы ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (номер государственной регистрации 01201454397).

**Цель исследований:** выявить эффективность применения гербицида Зеро после уборки предшественника, приемов зяблевой обработки почвы, минеральных удобрений и инсектицидов в технологии возделывания сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный для получения урожайности семян не менее 10 ц/га.

**Задачи исследований:**

1. Установить влияние гербицида Зеро, внесенного после уборки предшественника, приемов зяблевой обработки почвы, минеральных удобрений и инсектицидов на урожайность сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный;
2. Научно обосновать формирование урожайности при опрыскивании гербицидом после уборки предшественника и разных приемах зяблевой обработки почвы элементами её структуры, фотосинтетической деятельностью растений, засорённостью посевов и гидрофизическими показателями пахотного слоя почвы;
3. Научно обосновать формирование урожайности при применении удобрений и инсектицидов элементами её структуры, показателями фотосинтетической деятельности растений и заселённостью вредителями;
4. Определить химический состав семян, соломы и вынос основных элементов питания с урожаем льнопродукции;
5. Определить жирно-кислотный состав масла и аминокислотный состав семян сортов льна масличного;
6. Оценить энергетическую и экономическую эффективность изучаемых приёмов технологии возделывания.

**Научная новизна.** На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве Среднего Предуралья определена сравнительная продуктивность сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный при внесении гербицида Зеро после

уборки предшественника, разных приёмах зяблевой обработки почвы, минеральных удобрений и инсектицидов. Научно обоснована урожайность элементами её структуры, фотосинтетической деятельностью растений, засоренностью посевов, гидрофизическими показателями пахотного слоя почвы. Дана качественная оценка семян в урожае. Определен жирно-кислотный состав масла и аминокислотный состав семян сортов льна масличного. Установлен вынос основных элементов питания с урожаем льнопродукции. Рассчитана экономическая и энергетическая эффективность применения гербицида Зеро после уборки предшественника, приёмов зяблевой обработки почвы, минеральных удобрений и инсектицидов в технологии возделывания сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Выявленные особенности и закономерности реакции сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный на обработку гербицидом Зеро стерни предшественника, разные приемы зяблевой обработки почвы, минеральные удобрения и инсектициды, являются вкладом в решение проблемы формирования урожайности высокого уровня и повышения качества получаемой продукции.

На основе экспериментальных исследований на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве разработаны и рекомендованы приемы технологии возделывания сортов льна масличного: зяблевая обработка почвы – безотвальная КН-4; под предпосевную культивацию вносить удобрения в дозах, рассчитанных на планируемую урожайность семян; перед посевом семена обрабатывать инсектицидом Табу.

**Методология и методы исследований.** Методология научных исследований сформирована на анализе научной литературы, разработке цели и задач, постановке и проведении полевых опытов и лабораторных анализов, математической обработке данных и их обобщении.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- сравнительная реакция сортов льна масличного на гербицид Зеро, внесенный после уборки предшественника и разные приемы зяблевой обработки почвы урожайностью семян;
- эффективность применения минеральных удобрений, предпосевной обработки семян инсектицидом Табу;
- химический состав семян и соломы, вынос элементов питания с урожаем льнопродукции;
- жирно-кислотный состав масла и аминокислотный состав семян в урожае;
- научные, энергетические и экономические обоснования полученных результатов исследований.

**Степень достоверности и апробация работы.** Экспериментальные данные статистически обработаны с использованием методов дисперсионного и корреляционного анализа, сопоставлены с результатами научных исследований других ученых, подтверждены производственными испытаниями. Результаты исследований по теме диссертации были представлены на Всероссийских и

Межрегиональных научно-практических конференциях ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в 2016–2019 гг.; ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ в 2017 г., ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ в 2018 г.; на Всероссийском конкурсе научных работ по сельскохозяйственным наукам аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений МСХ РФ по Приволжскому федеральному округу в 2018 г. (ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА).

Материалы диссертационной работы опубликованы в 12 печатных работах, из них 3 работы – в рецензируемых изданиях из перечня ВАК Российской Федерации.

**Личное участие автора.** Обоснование актуальности темы, разработка схемы и методики исследований, проведение полевых опытов, анализ полученных данных и наблюдений, математическая и статистическая обработка экспериментальных данных проводилась лично автором или при его участии.

**Объем работы.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, рекомендаций производству, библиографического списка (262 источника, в том числе 13 на иностранном языке) и 27 приложений. Основной материал диссертации изложен на 148 страницах, включает 69 таблиц, 4 рисунка.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В данной главе представлен краткий анализ отечественных и зарубежных источников научной литературы о приемах зяблевой обработки почвы, роли минеральных удобрений и мер борьбы с вредителями в технологии возделывания льна.

### 2. ОБЪЕКТ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследований – сорта льна масличного ВНИИМК 620 и Северный. Лён обыкновенный, или лён посевной (*Linum usitatissimum* L.) – однолетнее травянистое растение, вид растений рода Лён (*Linum*) семейства Льновые (*Linaceae*).

Полевые опыты и лабораторные исследования проводили в 2016–2018 гг. в АО «Учхоз Июльское ИжГСХА», производственные испытания проведены в 2018–2019 гг. в СПК им. Калинина Дебесского района.

Метеорологические условия 2016–2019 гг. характеризовались относительно различным температурным режимом и количеством выпавших осадков, варьирующими в течение вегетационного периода. Опыты закладывали на дерново-подзолистых средне- и тяжелосуглинистых почвах, распространенных в пашне Среднего Предуралья. Содержание в пахотном слое гумуса от – от низкого до повышенного; подвижного фосфора – от среднего до высокого, обмен-

ного калия – от низкого до высокого. Обменная кислотность – от слабокислой до нейтральной.

**Опыт 1.** Сравнительная продуктивность сортов льна масличного при применении гербицида Зеро и разных приемов зяблевой обработки почвы.

Схема опыта: Фактор А – Сорт: ВНИИМК 620 (к); Северный. Фактор В – Гербицид сплошного действия, после уборки предшественника: 1) Без обработки (к); 2) Зеро (глифосат, 360 г/л), ВР – 4 л/га. Фактор С – Зяблевая обработка почвы: 1) Без зяблевой обработки (к); 2) Без обработки – прямой посев; 3) Безотвальная обработка КН-4 на глубину 14–16 см; 4) Отвальная обработка ПЛН-4-35 на глубину 18–20 см; 5) Мелкая обработка БДТ-3 на глубину 10–12 см. Опыт полевой, трехфакторный. Общая площадь делянки – 20 м<sup>2</sup>, учетная – 15 м<sup>2</sup>. Норма расхода рабочего раствора гербицида сплошного действия 100 л/га. Прием обработки почвы – однократное воздействие на почву рабочими органами почвообрабатываемых машин и орудий с целью выполнения одной или нескольких технологических операций [ГОСТ 16265-89].

**Опыт 2.** Сравнительная продуктивность сортов льна масличного при применении минеральных удобрений и инсектицидов.

Схема опыта: Фактор А – Сорт: ВНИИМК 620 (к); Северный. Фактор В – Минеральные удобрения: 1) Без удобрений (к); 2) Удобрения на планируемую урожайность семян 12 ц/га. Фактор С – Инсектицид: 1) Без обработки (к); 2) Обработка посевов водой (к); 3) Обработка семян Табу, ВСК (имидаклоприд, 500 г/л) – 1,0 л/т; 4) Обработка посевов Каратэ Зеон, МКС (лямбда-цигалотрин, 50 г/л) – 0,1 л/га; 5) Обработка семян Табу и посевов Каратэ Зеон. Опыт полевой, трехфакторный. Общая площадь делянки – 20 м<sup>2</sup>, учетная – 15 м<sup>2</sup>. Обработку семян инсектицидом проводили за 2 недели до посева. Расход рабочего раствора 5 л/т семян. Обработка посевов инсектицидом против льняной блошки – в фазе всходов льна масличного (семядольных листочков). Расход рабочего раствора 300 л/га. Доза минеральных удобрений составила N<sub>20-40</sub> и рассчитана балансовым методом на планируемую урожайность семян 12 ц/га с учетом содержания доступных элементов питания в почве и выноса элементов с льнопродукцией.

Посев проводили сеялкой СН-16А для мелкосемянных культур обычным рядовым способом на глубину 3,0 см. Норма высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га. Повторность вариантов в опытах четырёхкратная, расположение вариантов систематическое со смещением, в два яруса, методом расщепленных делянок. Выбор гербицида, инсектицида, минеральных удобрений и нормы их расхода осуществлялся в соответствии с Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации [2016].

Опыты проводили согласно требованиям общепринятых методик опытного дела [Методика государственного..., 1983; Методика проведения..., 2010; Доспехов Б. А., 1985]. Посевные качества семян перед посевом: чистота – ГОСТ 12037-81; энергия прорастания и всхожесть – ГОСТ 12038-84; масса 1000 семян – ГОСТ 12042-80; заражённость семян болезнями – ГОСТ 12044-93 [Семена..., 1991;

ГОСТ Р 52325-2005]. Анализ агрохимических свойств почвы – по общепринятым методикам: содержание обменного калия и подвижного фосфора [ГОСТ 26207-91]; гумус [ГОСТ 26213-91]; обменная кислотность ( $pH_{KCl}$ ) [ГОСТ 26483-85]; гидролитическая кислотность [ГОСТ 26212-91]; сумма обменных оснований [ГОСТ 27821-88]; степень насыщенности основаниями [Петербургский А. В., 1968]. Анализ семян и соломы: азот и сырой протеин – ГОСТ 13496.4-93, фосфор – ГОСТ 26657-97, калий – ГОСТ 30504-97; содержание сырого жира – ГОСТ 13496.15-97, содержание аминокислот по ГОСТ 32195-2013. Жирно-кислотный состав масел по ГОСТ 31663-2012 в лаборатории ВНИИ жиров. Водно-физические свойства почвы: влажность почвы – весовым методом, объёмная масса в образцах с ненарушенным состоянием, максимальная гигроскопичность – по методу А.В. Николаева [Практикум..., 2004]. Фактическую норму высева, фенологические наблюдения, структуру урожайности, морфологические показатели растений, накопление абсолютно сухого вещества – по общепринятым методикам [Методика государственного..., 1983, Методика проведения..., 2010]. Заселённость вредителями – по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [1983]. Фотосинтетическая деятельность растений: площадь листьев (контурно-весовой метод), фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза – по методике А. А. Ничипоровича [1961]. Засорённость посевов – количественно-весовым методом [Доспехов Б. А., 1987].

Урожайность семян учитывали двойным методом: сплошной с каждой деланки при последующем перерасчёте на стандартную влажность – 12 % [ГОСТ 52325-2005] и на 100 % чистоту [ГОСТ 52325-2005], и с пробных площадок. Значимость разницы между вариантами – методом дисперсионного анализа, тесноту и форму связи – метод корреляционно-регрессионного анализа [Доспехов Б. А., 1985], среднее по повторениям за годы исследований – по методике А. В. Ваулина [1998]. Энергетическая и экономическая оценка изучаемых приемов – по технологическим картам возделывания льна масличного [Растениеводство..., 2006; Энергетическая оценка..., 2016]. Терминология и определения – по ГОСТ 6265-89 и ГОСТ Р 52784-2007.

### **3. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ГЕРБИЦИДА ЗЕРО И РАЗНЫХ ПРИЕМОМ ЗЯБЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

В среднем за три года исследований при обработке гербицидом Зеро после уборки предшественника сформировалась прибавка урожайности семян 0,6 ц/га (7,0 %), относительно урожайности в варианте без гербицида при НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 0,4 ц/га (таблица 1).

Зяблевая обработка разными почвообрабатывающими орудиями способствовала повышению на 1,8–3,2 ц/га или на 23,1–41,0 % урожайности семян в сравнении с урожайностью в варианте без зяблевой обработки почвы при НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 0,6 ц/га. Безотвальная обработка почвы КН-4 (10,9 ц/га) и отвальная ПЛН-4-35 (11,0 ц/га) обеспечили наибольшую урожайность семян, независимо от сорта и применения гербицида Зеро. Мелкая обработка БДТ-3

существенно снизила урожайность на 1,3–1,4 ц/га (12–13 %) по сравнению с урожайностью в вариантах с КН-4 и с ПЛН-4-35. Вариант с гербицидом Зеро имел преимущество на 17 кг/га по сбору масла перед вариантом без гербицида (НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 16 кг/га). Независимо от сорта и применения гербицида приемы зяблевой обработки почвы способствовали большему на 67–122 кг/га сбору масла с урожаем семян, по сравнению с данным показателем в контрольном варианте (НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 23 кг/га).

Таблица 1 – Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на урожайность семян и сбор масла с урожаем сортов льна масличного (среднее 2016-2018 гг.)

Сорт (А)	Гербицид после уборки предшественника (В)	Зяблевая обработка почвы (С)					Среднее В	Среднее А
		без обработки (к)	прямой посев	КН-4	ПЛН-4-35	БДТ-3		
Урожайность, ц/га								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	7,7	4,1	10,8	10,7	9,3	8,5	8,8
	Зеро, ВР	8,2	5,1	11,3	10,9	10,0	9,1	
Северный	Без гербицида (к)	7,4	4,1	10,3	10,9	9,1		8,7
	Зеро, ВР	8,0	5,1	11,3	11,3	9,9		
<b>Среднее С</b>		7,8	4,6	10,9	11,0	9,6		
Сбор масла, кг/га								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	287	153	412	400	351	318	328
	Зеро, ВР	296	187	424	397	370	335	
Северный	Без гербицида (к)	276	156	392	411	342		325
	Зеро, ВР	297	186	415	413	360		
<b>Среднее С</b>		289	170	411	405	356		
НСР <sub>05</sub>	Урожайность, ц/га				Сбор масла, кг/га			
	А	В	С	А	В	С		
частных различий		F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	1,4	1,2	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	50	45	
главных эффектов			0,4	0,6		16	23	

Прибавка урожайности семян 0,6 ц/га или 7,0 % при опрыскивании гербицидом Зеро по стерне предшественника, независимо от сорта и зяблевой обработки почвы, обусловлена большей на 3 % полевой всхожестью семян (НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 1 %) и на 19 шт./м<sup>2</sup> густотой стояния растений к уборке (НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 6 шт./м<sup>2</sup>). По приемам зяблевой обработки почвы увеличение урожайности семян в вариантах с КН-4, ПЛН-4-35 и БДТ-3 вызвано повышением на 5–8 % полевой всхожести семян при НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 1 %. Наибольшее 472–491 шт./м<sup>2</sup> растений перед уборкой сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный обеспечила безотвальная обработка почвы КН-4 (таблица 2). Прибавка урожайности семян при опрыскивании гербицидом по стерне предшественника была обусловлена также большим количеством на 0,2 шт. коробочек на растении при НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 0,2 шт. Герби-

цид Зеро не оказал существенного влияния на остальные элементы структуры урожайности.

Таблица 2 – Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на элементы структуры урожайности сортов льна масличного (среднее 2016–2018 гг.)

Сорт (А)	Гербицид после уборки предшественника (В)	Зяблевая обработка почвы (С)					Среднее В	Среднее А
		без обработки (к)	прямой посев	КН-4	ПЛН-4-35	БДТ-3		
Густота стояния растений к уборке, шт./м <sup>2</sup>								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	410	320	472	457	455	422	433
	Зеро, ВР	435	352	489	472	467	441	
Северный	Без гербицида (к)	406	320	474	453	456		430
	Зеро, ВР	427	347	491	467	463		
<b>Среднее С</b>		420	335	481	462	460		
Масса семян с растения, г								
ВНИИМК 620 (к)	Без гербицида (к)	0,22	0,15	0,28	0,28	0,25	0,23	0,24
	Зеро, ВР	0,23	0,17	0,28	0,28	0,26	0,24	
Северный	Без гербицида (к)	0,22	0,15	0,26	0,29	0,24		0,24
	Зеро, ВР	0,23	0,18	0,28	0,29	0,26		
<b>Среднее С</b>		0,22	0,16	0,27	0,29	0,25		
НСР <sub>05</sub>	Густота, шт./м <sup>2</sup>			Масса семян, г				
	А	В	С	А	В	С		
частных различий	F <sub>φ</sub> <F <sub>05</sub>	18	18	F <sub>φ</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>φ</sub> <F <sub>05</sub>	0,03		
главных эффектов		6	9			0,02		

Прибавка 1,8–3,2 ц/га урожайности семян в вариантах с применением разных почвообрабатывающих орудий сформировалась за счёт увеличения на 40–61 шт./м<sup>2</sup> растений к уборке, на 0,8–1,4 шт. коробочек при НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 0,3 шт., на 3,8–7,2 шт. семян при НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 2,4 шт. и на 0,03–0,07 г их массы на растении при НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 0,02 г. Отвальная вспашка ПЛН 4-35 позволила существенно повысить на 0,2–0,3 г массу 1000 семян, относительно данного показателя во всех остальных вариантах с зяблевой обработкой почвы при НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 0,2 г.

Выявлена положительная сильная корреляция урожайности семян с массой семян растения (r=0,98), с количеством семян (r=0,97) и коробочек (r=0,94) на растении, с густотой стояния растений к уборке (r=0,94), с полевой всхожестью семян (r=0,94), прямая средняя корреляция – с выживаемостью растений за вегетацию (r=0,65) и с массой 1000 семян (r=0,42).

За 2016–2018 гг. исследований наибольшую долю влияния на урожайность семян льна масличного сорта ВНИИМК 620 (71,1 %), сорта Северный (72,2 %) имела зяблевая обработка почвы.

В посевах сортов льна масличного в фазе «ёлочка» в вариантах с зяблевой обработкой почвы на фоне опрыскивания гербицидом Зеро после уборки

предшественника наблюдали меньшую засорённость на 37 шт./м<sup>2</sup> (21 %) малолетними и на 8 шт./м<sup>2</sup> (40 %) многолетними сорняками. Зяблевая обработка почвы КН-4, ПЛН-4-35 и БДТ-3 снизила на 13–27 шт./м<sup>2</sup> (28–57 %) малолетних сорняков и на 2,8–4,3 г/м<sup>2</sup> (17–26 %) их абсолютно сухую массу перед уборкой льна, относительно засорённости в варианте без зяблевой обработки.

Урожайность 10,7–11,3 ц/га семян лен масличный ВНИИМК 620 сформировал при зяблевой обработке КН-4 и ПЛН-4-35 при посеве семян в почву с влажностью 22,2–22,4 %, с плотностью 1,16–1,31 г/см<sup>3</sup> и запасами продуктивной влаги за период вегетации 25 и 27 мм/га в слое 0–20 см в 2016 г., 17,4–17,9 %, 1,24–1,44 г/см<sup>3</sup>, 98 и 97 мм/га – в 2017 г., 19,5–20,7 %, 1,11–1,20 г/см<sup>3</sup>, 48 и 52 мм/га – в 2018 г. соответственно.

В варианте с обработкой гербицидом Зеро после уборки предшественника растения льна масличного имели бóльшую на 0,7 тыс. м<sup>2</sup>/га площадь листьев в фазе цветения, фотосинтетический потенциал (ФП) на 41 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га, относительно аналогичных показателей в вариантах без гербицида. Наибольший ФП (640 и 641 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га) за вегетационный период у сортов льна масличного сформировался в вариантах с зяблевой обработкой почвы КН-4 и ПЛН-4-35, который существенно превышал на 103–215 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га аналогичный показатель в контрольном варианте и в варианте с мелкой обработкой почвы БДТ-3.

Содержание жира в урожае семян сортов льна масличного в среднем по вариантам опыта составило 37,9–42,5 % в 2016 г., 37,3–44,7 % в 2017 г. и 43,6–47,1 % в 2018 г. При применении гербицида Зеро и разных приемов зяблевой обработки почвы в среднем за годы исследований содержание жира 41,0–43,5 % в урожае семян сортов льна масличного по вариантам опыта существенно не различалось.

На формирование 1 т семян с соответствующим количеством соломы лен масличный ВНИИМК 620 в среднем по вариантам опыта с применением гербицида Зеро и разных приемов зяблевой обработки почвы выносил 46,2–51,1 кг азота, 25,9–31,0 кг фосфора и 28,5–40,5 кг калия, сорт Северный – 45,1–51,2 кг азота, 25,4–30,1 кг фосфора и 30,2–39,2 кг калия.

Семена льна масличного Северный характеризовались большим на 0,2 % содержанием сырого протеина, чем семена сорта ВНИИМК 620 (НСР<sub>05</sub> главных эффектов А – 0,1 %). Зяблевая обработка почвы КН-4 или ПЛН-4-35 способствовала формированию семян льна с повышенным на 0,5–0,8 % содержанием сырого протеина, сравнительно с данным показателем в контрольном варианте и в остальных вариантах опыта (НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 0,3 %).

Варианты с гербицидом Зеро имели больший на 12 кг/га сбор сырого протеина (НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 8 кг/га). Независимо от сорта и гербицида при безотвальной обработке, вспашке и мелкой обработке сбор сырого протеина составил 179–212 кг/га, что на 33–127 кг/га выше сбора сырого протеина в контрольном варианте и в варианте с прямым посевом (НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 12 кг/га).

#### **4. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИНСЕКТИЦИДОВ**

В среднем за три года исследований минеральные удобрения обеспечили прибавку 1,0 ц/га или 10,9 % урожайности семян сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный относительно урожайности в варианте без удобрений при НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 0,2 ц/га, но планируемая урожайность 12 ц/га не была достигнута (таблица 3). Не зависимо от сорта и удобрений в вариантах с предпосевной обработкой семян инсектицидом Табу, с опрыскиванием посевов в фазе всходов инсектицидом Каратэ Зеон и их последовательное применение способствовали существенному повышению на 0,5–1,5 ц/га (5,5–16,7 %) урожайности семян, по сравнению с урожайностью семян в контрольных вариантах - без обработки семян и опрыскивания посевов водой при НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 0,3 ц/га. Опрыскивание посевов инсектицидом Каратэ Зеон уступало на 1,0 ц/га (9,5 %) по урожайности семян варианту с предпосевной обработкой семян инсектицидом Табу. Изучаемые сорта льна масличного ВНИИМК 620 и Северный не имели существенных различий по урожайности семян. Доля влияния на урожайность семян инсектицидов составила 50 %, минеральных удобрений – 31 %.

Лен масличный ВНИИМК 620 обеспечил больший на 11 кг/га сбор масла с урожаем семян относительно аналогичного показателя у сорта Северный при НСР<sub>05</sub> главных эффектов А – 7 кг/га (таблица 2). Независимо от сорта и инсектицидов при внесении удобрений достигался больший на 38 кг/га сбор масла с урожаем семян (НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 10 кг/га). Аналогичную разницу по вариантам опыта наблюдали и по урожайности семян. Независимо от сорта и вносимых удобрений в вариантах с применением одного инсектицида Табу, с опрыскиванием посевов Каратэ Зеон и с их последовательным применением отмечено увеличение на 14–59 кг/га сбора масла относительно данного показателя в контрольных вариантах (НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 12 кг/га).

Использование инсектицида Табу для предпосевной обработки семян отдельно и поочередно с Каратэ Зеон на фоне с удобрениями повысило на 4–5 % полевую всхожесть семян у сорта ВНИИМК 620, без их применения – на 4 %, и на 4 % соответственно у сорта Северный, относительно полевой всхожести семян в варианте без обработки (НСР<sub>05</sub> частных различий С – 2 %). Не зависимо от сорта и минеральных удобрений предпосевная обработка семян инсектицидом Табу отдельно и поочередно с инсектицидом Каратэ Зеон – опрыскивание посевов, увеличивало на 2–3 % выживаемость растений в период вегетации по сравнению с аналогичным показателем в контрольных вариантах при НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 2 %. Применение препарата Табу отдельно и с последующим опрыскиванием посевов Каратэ Зеон обеспечивало возрастание густоты стояния растений к уборке сортов льна масличного ВНИИМК 620 на 41–46 шт./м<sup>2</sup> и Северный – на 38–40 шт./м<sup>2</sup> в варианте без минеральных удобрений, на 45–48 шт./м<sup>2</sup> и на 34–45 шт./м<sup>2</sup> соответственно – в варианте с минеральными удоб-

рениями относительно количества растений на 1 м<sup>2</sup> в контрольных вариантах (НСР<sub>05</sub> частных различий С – 20 шт./м<sup>2</sup>). Этим обусловлена разница в урожайности семян при применении изучаемых инсектицидов в разных сочетаниях.

Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений и инсектицидов на урожайность семян и сбор масла с урожаем семян сортов льна масличного (среднее 2016–2018 гг.)

Сорт (А)	Удобрение (В)	Инсектицид (С)					Среднее В	Среднее А
		без обработки (к)	обработка посевов водой	обработка семян Табу	обработка посевов Каратэ Зеон	обработка семян Табу, посевов Каратэ Зеон		
Урожайность семян, ц/га								
ВНИИМ К 620 (к)	без удобрений (к)	8,6	8,7	10,0	9,4	9,9	9,2	9,8
	на планируемую урожайность	9,5	9,5	11,3	9,9	11,1	10,2	
Северный	без удобрений (к)	8,3	8,3	9,7	9,1	9,8		9,6
	на планируемую урожайность	9,6	9,5	11,0	9,8	11,2		
<b>Среднее С</b>		9,0	9,0	10,5	9,5	10,5		
Сбор масла, кг/га								
ВНИИМ К 620 (к)	без удобрений (к)	337	334	380	359	365	347	372
	на планируемую урожайность	359	363	433	363	427	385	
Северный	без удобрений (к)	312	305	370	339	371		361
	на планируемую урожайность	360	359	412	362	416		
<b>Среднее С</b>		342	340	399	356	395		
НСР <sub>05</sub>	урожайность, ц/га			сбор масла, кг/га,				
	А	В	С	А	В	С		
частных различий	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	0,7	0,6	22	33	24		
главных эффектов		0,2	0,3	7	10	12		

Прибавка урожайности семян 1,0 ц/га или 10,9 % при применении удобрений была получена за счет увеличения на 0,7 шт. коробочек (НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 0,1 шт.), на 2,7 шт. семян (НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 0,2 шт.), на 0,02 г массы семян на растении (НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 0,01 г) относительно аналогичных показателей в варианте без применения удобрений. Повышение урожайности семян в вариантах с предпосевной обработкой семян инсектицидом Табу, обработкой посевов инсектицидом Каратэ Зеон, с сочетанием перечисленных инсектицидов, было обусловлено более высокими показателями: на 0,2–0,8 шт. коробочек, на 2,5–2,7 шт. семян, на 0,01–0,02 г массой семян растения по сравнению с аналогичными данными в контрольных вариантах при НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 0,2 шт., 1,1 шт., и 0,01 г соответственно.

Выявлена прямая сильная корреляция урожайности семян с массой семян ( $r=0,87$ ), с количеством семян ( $r=0,86$ ) и с количеством коробочек на растении ( $r=0,77$ ), с густотой стояния растений к уборке ( $r=0,87$ ), с полевой всхожестью семян ( $r=0,83$ ), положительная средняя корреляция – с выживаемостью растений за вегетацию ( $r=0,57$ ) и с общей длиной стебля ( $r=0,37$ ).

Площадь листьев у растений сортов льна масличного не имела существенной разницы. Независимо от сорта и инсектицидов в вариантах с удобрением растения льна масличного сформировали площадь листьев на 1,3 тыс. м<sup>2</sup>/га больше в фазе бутонизации, на 1,8 тыс. м<sup>2</sup>/га – в фазе цветения, и на 0,6 тыс. м<sup>2</sup>/га – в фазе ранней желтой спелости, чем площадь листьев у растений в данные фазы в варианте без удобрений (НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 0,1 тыс. м<sup>2</sup>/га, 0,4 тыс. м<sup>2</sup>/га, 0,2 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно). В фазе цветения площадь листьев у сорта ВНИИМК 620 была больше на 2,5–2,7 тыс. м<sup>2</sup>/га в вариантах с предпосевной обработкой семян инсектицидом Табу отдельно и с поочередной обработкой семян и посевов инсектицидами на фоне применения удобрений и на 2,5–2,9 тыс. м<sup>2</sup>/га без применения удобрений относительно аналогичного показателя в контрольных вариантах (НСР<sub>05</sub> частных различий С – 0,9 тыс. м<sup>2</sup>/га). У сорта Северный площадь листьев в фазе цветения в вариантах, включающих предпосевную обработку семян Табу, возросла на 2,5–3,3 тыс. м<sup>2</sup>/га на фоне применения удобрений и на 2,7–3,0 тыс. м<sup>2</sup>/га без удобрений.

Не зависимо от сорта и инсектицидов внесение минеральных удобрений способствовало увеличению на 87 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га ФП за вегетацию относительно данного показателя в варианте без удобрений (НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 9 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га). ФП сорта ВНИИМК 620 в вариантах с предпосевной обработкой семян инсектицидом Табу отдельно и поочередно с опрыскиванием инсектицидом Каратэ Зеон существенно превышал на 108–137 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га на фоне применения удобрений, на 105–132 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га без удобрений ФП, чем в контрольных вариантах и в вариантах с опрыскиванием посевов Каратэ Зеон (НСР<sub>05</sub> частных различий С – 26 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га). У сорта Северный обработка семян инсектицидом Табу отдельно и в сочетании с обработкой посевов Каратэ Зеон увеличивала ФП на 117–147 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га на фоне применения удобрений и на 115–125 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га без удобрений, относительно данного показателя в контрольных вариантах и в варианте с опрыскиванием посевов инсектицидом. Существенного влияния на чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) растений льна масличного сорта, удобрения и инсектициды не оказали. В среднем за вегетацию по вариантам опыта данный показатель составил 6,0–6,4 г/м<sup>2</sup> в сутки.

Растения льна масличного, как на фоне с удобрениями, так и без них повреждались блошками одинаково. Независимо от сорта и удобрений в вариантах с предпосевной обработкой семян инсектицидом Табу в среднем за 2016, 2018 гг. наблюдали существенное снижение на 12–13 шт./м<sup>2</sup> заселенности растений льяными блошками в сравнении с аналогичным показателем в контрольных вариантах и в варианте с опрыскиванием растений инсектицидом Ка-

ратэ по вегетации при НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 4 шт./м<sup>2</sup>. Этим обусловлено изменение урожайности семян в перечисленных вариантах опыта.

В среднем за три года исследований по вариантам с применением минеральных удобрений и инсектицидов содержание жира в семенах сорта ВНИИМК 620 составляло 41,9–44,8 %, в семенах сорта Северный – 41,8–43,7 %. В масле семян сортов льна масличного из 10 жирных кислот наибольшую долю 57,6–58,8 % имела α-Линоленовая кислота, линолевая – 15,8–16,7 %, олеиновая – 12,1–15,5 %, пальмитиновая 5,6–6,0 %, стеариновая 3,1–4,3 % и 0,1 % пальмитолеиновая, арахиновая, гондоиновая, бегоновая и лигноцериновая кислоты. В среднем за два года исследований масло семян льна масличного сорта Северный содержало на 1,3 % больше олеиновой жирной кислоты и на 0,5 % – линолевой. В масле семян сорта ВНИИМК было выявлено бóльшее на 0,2 % содержание α-линоленовой жирной кислоты.

На формирование 1 т семян с соответствующим количеством соломы по вариантам опыта лен масличный Северный выносил 41,8–47,1 кг азота, 27,0–28,7 кг фосфора и 29,6–31,9 кг калия, сорт ВНИИМК 620 – азота 41,4–44,6 кг, фосфора 25,2–28,4 кг и калия 29,5–32,0 кг.

Семена льна масличного сорта ВНИИМК 620 характеризовались содержанием 19,7–20,6 % сырого протеина, семена сорта Северный – 19,5–21,6 %. Существенное повышение на 0,5 % содержания сырого протеина в семенах, независимо от сорта и инсектицидов, было при внесении удобрений, относительно содержания протеина в семенах в варианте без удобрений (НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 0,4 %). По вариантам с обработкой инсектицидами разница по концентрации протеина в семенах была не существенна. Сбор сырого протеина по вариантам опыта в среднем составил 141–209 кг/га. При внесении удобрений с 1 га был получен больший на 22 кг сбор сырого протеина, чем сбор протеина в варианте без удобрений (НСР<sub>05</sub> главных эффектов В – 3 кг/га). Обработка семян инсектицидом Табу отдельно, опрыскивание посевов Каратэ Зеон и сочетание этих приемов в технологии возделывания льна масличного способствовали увеличению на 7–33 кг/га сбора сырого протеина по отношению к аналогичному показателю в контрольных вариантах (НСР<sub>05</sub> главных эффектов С – 5 кг/га).

В семенах сортов льна масличного было определено содержание 13 аминокислот, шесть из которых незаменимы – треонин, валин, метионин, лейцин и изолейцин, фенилаланин, лизин и семь заменимые аминокислоты – аргинин, тирозин, пролин, гистидин, серин, аланин, глицин. В среднем за два года исследований общее количество всех аминокислот по сортам не различалось и составило 12,56 % на сухое вещество у сорта ВНИИМК 620 и 12,52 % у сорта Северный. Среди незаменимых аминокислот относительно бóльшей на 0,1 %, 0,05 % и 0,11 % соответственно концентрацией в семенах сорта Северный выделились валин, лейцин и изолейцин, фенилаланин. По содержанию заменимых аминокислот преимущество на 0,19 % имел сорт ВНИИМК 620 по сравнению с аналогичным показателем у сорта Северный. В семенах льна масличного ВНИИМК 620 среди

заменимых аминокислот относительно большей на 0,05 %, 0,07 %, 0,15 %, 0,13 % соответственно концентрацией выделились тирозин, пролин, серин, глицин.

## **5. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА**

В 2018 г. в СПК им. Калинина Дебесского района Удмуртской Республики при возделывания льна масличного сорта ВНИИМК 620 по безотвальной зяблевой обработке почвы с предпосевной обработкой семян инсектицидом Табу и внесении удобрений на планируемую урожайность 12 ц/га была получена урожайность семян 12,4 ц/га при 454 шт./м<sup>2</sup> растений к уборке, 51,5 шт. семян на растении и 0,35 г их массе. Урожайность льна масличного Северный при тех же приемах технологии возделывания была на 1,1 ц/га ниже при меньшей на 140 шт./м<sup>2</sup> растений к уборке, большем на 10,4 шт. семян на растении и их массе на 0,07 г по сравнению с аналогичными показателями у сорта ВНИИМК 620. В условиях 2019 г. лен масличный Северный при комплексе разработанных приемов технологии возделывания сформировал урожайность семян 7,8 ц/га, которую обеспечили 511 шт./м<sup>2</sup> растений к уборке, 30 шт. семян на растении и 0,18 г их масса, при массе 1000 семян – 6,1 г.

Анализ энергетической эффективности технологии возделывания сортов льна масличного в АО «Учхоз Июльское ИжГСХА» в среднем за 2016–2018 гг. исследований показал, что зяблевая обработка почвы в технологии возделывания льна масличного ВНИИМК 620, как на фоне применения гербицида после уборки предшественника, так и без гербицида, обеспечила коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) 1,12 и 1,28 соответственно, что на 0,15 и 0,31 выше, чем данный показатель в вариантах без зяблевой обработки. Среди вариантов с зяблевой обработкой почвы наибольший коэффициент энергетической эффективности 1,28 был получен при безотвальной обработке КН-4 без гербицида Зеро, где достигался наибольший 139 % уровень рентабельности. На фоне применения гербицида после уборки предшественника в этом же варианте зяблевой обработки почвы уровень рентабельности снизился на 20 %. Технология возделывания льна масличного ВНИИМК 620 с предпосевной обработкой семян Табу и с внесением минеральных удобрений обеспечила наибольший 1,34 коэффициент энергетической эффективности, или на 0,20 выше, чем КЭЭ в контрольном варианте без инсектицидов и удобрений, а также наибольший уровень рентабельности 162 %.

Безотвальная обработка почвы, предпосевная обработка семян Табу и внесение минеральных удобрений в СПК им. Калинина Дебесского района обеспечили выход энергии с урожаем у сорта ВНИИМК 620 в 2018 г. – 25643 МДж/га, коэффициент энергетической эффективности 1,40, чистый доход 29924 руб./га, уровень рентабельности 152 %. Полные затраты энергии на возделывание сорта Северный в среднем за два года исследований при той же технологии были ниже на 712 МДж/кг, при этом коэффициент энергетической эффективности снизился на 0,28 единиц, но на 3,6 МДж затраты энергии на про-

изводство 1 кг семян были больше, чистый доход составил 20121 руб./га, уровень рентабельности 110 %. Себестоимость 1 ц семян сорта ВНИИМК 620 на 317 руб. была ниже, чем себестоимость 1 ц семян у сорта Северный.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Сорта льна масличного ВНИИМК 620 и Северный проявили одинаковую реакцию урожайностью семян на гербицид Зеро, внесенный после уборки предшественника и приемы зяблевой обработки почвы. Обработка гербицидом Зеро после уборки предшественника способствовала возрастанию на 0,6 ц/га (7,0 %) урожайности семян данных сортов льна масличного за счет большей на 3 % полевой всхожести семян, на 19 шт./м<sup>2</sup> густоты стояния растений к уборке, ФП за период вегетации на 41 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га, меньшей засорённости на 37 шт./м<sup>2</sup> малолетними и на 8 шт./м<sup>2</sup> многолетними сорняками в фазе «ёлочка».

2. Наибольшее влияние на урожайность семян оказали приёмы зяблевой обработки почвы, доля влияния данного фактора в 2016 г. составила 70 %, в 2017 г. – 77 % и в 2018 г. – 82 %. Зяблевая обработка почвы КН-4, ПЛН-4-35, БДТ-3 обеспечила прибавку урожайности семян 1,8–3,2 ц/га или 23,1–41,0 % сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный, при возрастании на 40–61 шт./м<sup>2</sup> растений к уборке, на 0,8–1,4 шт. коробочек, на 3,8–7,2 шт. семян и на 0,03–0,07 г массы семян растения, на 111–215 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га ФП за период вегетации, при меньшей на 13–27 шт./м<sup>2</sup> и на 2,8–4,3 г/м<sup>2</sup> засорённости малолетними сорняками перед уборкой. Безотвальная зяблевая обработка почвы КН-4 по урожайности семян льна масличного ВНИИМК 620 (10,8–11,3 ц/га) и Северный (10,3–11,3 ц/га) не уступала урожайности при отвальной обработке почвы ПЛН-4-35 (10,7–10,9 ц/га и 10,9–11,3 ц/га соответственно).

3. Средняя урожайность семян сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный 10,3–11,3 ц/га при зяблевой обработке КН-4 или ПЛН-4-35 формировалась при посеве семян в почву с влажностью 22,2–22,4 % и с плотностью 1,16–1,31 г/см<sup>3</sup> в слое 0–20 см и запасами продуктивной влаги в этом слое за период вегетации 25–27 мм/га в 2016 г., соответственно в 2017 г. – 17,4–17,9 %, 1,24–1,44 г/см<sup>3</sup> и 98–97 мм/га, в 2018 г. – 19,5–20,7 %, 1,11–1,20 г/см<sup>3</sup> и 48–52 мм/га.

4. В среднем за три года исследований доля влияния применяемых инсектицидов составила 50 %, минеральных удобрений – 31 %. Реакция сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный на минеральные удобрения проявилась прибавкой урожайности семян 1,0 ц/га или 10,9 %, которая сформировалась за счет увеличения на 2 % полевой всхожести семян, на 16 шт./м<sup>2</sup> растений к уборке, на 0,7 шт. коробочек, на 2,7 шт. семян, на 0,02 г массы семян на растении, фотосинтетического потенциала на 87 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га.

5. Предпосевная обработка семян инсектицидом Табу отдельно и поочередно с опрыскиванием инсектицидом Каратэ Зеон, обеспечили наибольшую прибавку 1,5 ц/га урожайности семян льна масличного ВНИИМК 620 и

Северный за счёт возрастания на 4 % их полевой всхожести, на 2–3 % выживаемости растений в период вегетации, на 40–44 шт./м<sup>2</sup> растений перед уборкой, на 1,7–1,8 шт. коробочек, на 2,5–2,7 шт. семян и на 0,02 г их массы на растении, ФП за вегетационный период на 125–130 тыс. м<sup>2</sup>×сут./га и меньшей на 12 шт./м<sup>2</sup> заселенности растений льняными блошками.

6. Семена льна масличного ВНИИМК 620 и Северный в вариантах с применением гербицида Зеро и разных приемов зяблевой обработки почвы содержали 41,0–43,5 % жира, 20,9–22,0 % сырого протеина, в вариантах с применением минеральных удобрений и инсектицидов – 41,8–44,8 % жира, 19,5–21,6 % сырого протеина. Наибольший сбор масла 405 и 411 кг/га, сырого протеина 208 и 212 кг/га обеспечивала безотвальная и отвальная зяблевая обработка почвы, а также 399 и 395 кг/га сбор масла, 192 и 187 кг/га сбор сырого протеина – предпосевная обработка семян Табу отдельно и совместно с последующим опрыскиванием посевов Каратэ Зеон.

7. В масле из семян льна масличного ВНИИМК 620 и Северный определено содержание десяти жирных кислот, среди которых наибольшую долю 57,6–58,8 % имеет α-Линоленовая, затем линолевая 15,8–16,7 % и олеиновая 12,1–15,5 %. В среднем за два года исследований суммарное количество заменимых и незаменимых аминокислот в семенах сортов льна масличного существенно не различалось и составило 12,6 % на сухое вещество у сорта ВНИИМК 620 и 12,5 % у сорта Северный.

8. На 1 т семян с соответствующим количеством соломы вынос элементов питания в среднем по всем изучаемым приемам возделывания льна масличного составил: 41,4–51,2 кг азота, 25,2–31,0 кг фосфора и 28,5–40,5 кг калия.

9. Наибольшую экономическую и энергетическую эффективность обеспечивала безотвальная зяблевая обработка почвы КН-4 и предпосевная обработка семян инсектицидом Табу с внесением удобрений на планируемую урожайность семян 12 ц/га без предварительного опрыскивания гербицидом Зеро после уборки предшественника в технологии возделывания сортов льна масличного.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

В условиях Среднего Предуралья на дерново-подзолистых суглинистых почвах при возделывании сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный:

- зяблевую обработку почвы проводить безотвально (КН-4) на глубину 14–16 см без опрыскивания гербицидом Зеро после уборки предшественника;
- перед посевом семена обрабатывать инсектицидом Табу, ВСК (1,0 л/т).

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В дальнейшем планируется провести исследования по изучению эффективности применения различных доз и способов внесения минеральных удобрений на разный уровень планируемой урожайности, современных препаратов в технологии возделывания перспективных сортов льна масличного в Среднем Предуралье.

### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

#### Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. **Галиев, Р.Р.** Реакция сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный на приемы зяблевой обработки почвы в Среднем Предуралье / Е.В. Корепанова, Р.Р. Галиев, В.Н. Гореева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14. – № 1 (52). – С. 27–33.
2. **Галиев, Р.Р.** Продуктивность сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный при применении удобрений и инсектицидов / В.Н. Гореева, Р.Р. Галиев, Е.В. Корепанова, И.Ш. Фатыхов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 25–32.
3. **Галиев, Р.Р.** Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на урожайность и формирование фотосинтетического аппарата сортов льна масличного / В.Н. Гореева, Р.Р. Галиев, Е.В. Корепанова, И.Ш. Фатыхов // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 3 (194). – С. 2–12.

#### Статьи в журналах, тематических сборниках и материалах конференций

4. **Галиев, Р.Р.** Зяблевая обработка почвы в формировании урожайности льна масличного в Среднем Предуралье / Е.В. Корепанова, Р.Р. Галиев, В.Н. Гореева // Реализация принципов земледелия в условиях современного сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской науч.-практ. конф., посвящённой 85-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры земледелия и землеустройства Владимира Михайловича Холзакова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА – 2017. – С. 141–148.
5. **Галиев, Р.Р.** Влияние гербицида и зяблевой обработки почвы на засоренность посевов льна масличного / Р.Р. Галиев, Е.В. Корепанова, В.Н. Гореева // Воспроизводство плодородия почв и их рациональное использование: материалы Международной науч.-практ. конф., 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: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА – 2018. – С. 143–147.
6. **Galiev, G.** Mineral fertilizers and insecticides in the formation of seed yield of the oil flax varieties/ E. Korepanova, V. Goreeva, R. Galiev, I. Fatihov // Digitization of Agriculture - Development Strategy: International Scientific and Practical Conference. – V. 167. – 2019. - PP. 262–267.
7. **Галиев, Р.Р.** Режимы влажности пахотного слоя почвы в посевах льна масличного в зависимости от приемов зяблевой обработки почвы / В.Н. Гореева, Р.Р. Галиев, Е.В. Корепанова // Современному АПК – эффективные технологии: материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника высшего професси-

онального образования Российской Федерации Валентины Михайловны Макаровой. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 117–122.

8. **Галиев, Р.Р.** Формирование продуктивности сортов льна масличного при применении гербицида и разных приёмах зяблевой обработки почвы / А.С. Миронова, Р.Р. Галиев // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. Электронный ресурс. – Ижевск, 2019. – С. 106–110.

9. **Галиев, Р.Р.** Химический состав семян сортов льна масличного при применении гербицида и разных приемах зяблевой обработки почвы / Р.Р. Галиев, В.Н. Гореева, Е.В. Корепанова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Национальной науч.-практ. конф. молодых ученых. – 2020. – С. 62–65.

10. **Галиев, Р.Р.** Влияние удобрений и инсектицидов на заселенность растений льна масличного вредителями / Д.А. Крысов, Р.Р. Галиев, В.Н. Гореева, Е.В. Корепанова // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Национальной науч.-практ. конф. молодых ученых. – 2020. – С. 127–130.

11. **Галиев, Р.Р.** Содержание жира и сбор масла с урожаем семян льна масличного в зависимости от минеральных удобрений и инсектицидов / Л.В. Рыбакова, Р.Р. Галиев, Е.В. Корепанова, В.Н. Гореева // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Национальной науч.-практ. конф. молодых ученых. – 2020. – С. 185–189.

12. **Галиев, Р.Р.** Инновация в растениеводстве – возделывание льна масличного в СПК им. Калинина Дебёского района Удмуртской Республики / Е.В. Пономарева, В.И. Жуйков, Е.В. Корепанова, В.Н. Гореева, Р.Р. Галиев // Роль агрономической науки в оптимизации технологий возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 65-летию работы кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в Удмуртии. – 2020. – С. 265–268.

Подписано в печать 22.01.2021 г.

Формат 60\*84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ. л. 1,2 Уч.-изд. л. 1,0

Тираж 100 экз. Заказ № \_\_\_\_\_

ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА  
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11