

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

На правах рукописи

Першаков
Анатолий Юрьевич
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА
МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

Специальность 06.01.01 Общее земледелие, растениеводство

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Белкина Раиса Ивановна

Тюмень, 2022

Содержание

Введение.....	4
1 Аналитический обзор литературы.....	10
1.1 Народно – хозяйственное значение льна масличного.....	10
1.2 Ботаническая характеристика льна масличного.....	14
1.3 Биологические особенности льна масличного.....	15
1.4 Сорта и элементы технологии возделывания льна масличного.....	20
2 Условия, материал и методика проведения исследований.....	28
2.1 Агроклиматические условия зоны.....	28
2.2 Погодные условия в период проведения исследований	31
2.3 Материал, методика и условия проведения исследований...	35
3 Результаты изучения образцов льна масличного коллекции ВИР.....	42
3.1 Густота всходов	43
3.2 Элементы структуры и урожайность образцов льна масличного.....	47
3.2.1 Количество растений перед уборкой	47
3.2.2 Количество коробочек на растении.....	49
3.2.3 Масса семян с растений и масса 1000 семян	51
3.2.4 Урожайность и качество семян.....	55
4 Влияние норм высева и удобрений на продуктивность и качество семян сортов льна.....	61
4.1 Густота всходов и количество сохранившихся к уборке растений.....	62
4.2 Количество коробочек на растении.....	67
4.3 Масса семян с растений и масса 1000 семян.....	71
4.4 Урожайность и качество семян.....	77
5 Экономическая эффективность производства семян льна.....	90

Заключение.....	94
Практические рекомендации	96
Список литературы.....	97
Приложения	118

Введение

Актуальность темы исследований. Лён масличный – ценная техническая культура, источник высококачественного масла. Эта культура получает все большее распространение в мире, чему способствует повышенный спрос на семена льна, которые широко используются в различных отраслях промышленности (Turin E.N., Susskiy A.N. и др. 2021).

Из семян льна получают пищевое и техническое масло, а также недорогой растительный белок для животноводства. Современные сорта льна масличного отличаются высоким содержанием в семенах высококачественного масла – до 50 % и выше, и белка – до 33 %, характеризуются также рядом других ценных признаков (Лукомец В.М., Зеленцов С.В., 2019; Бушнев А.С. и др., 2020; Семеренко С.А., Бушнев А.С., 2021).

В последнее время возрос интерес к использованию льняного масла в пищу из-за его лечебных свойств. Семена льна и продукты их переработки являются источником биологически активных веществ и функциональных ингредиентов (Миневич И.Э., 2019). Льняное масло улучшает обмен веществ, выводит из организма холестерин, нормализует артериальное давление, уменьшает вероятность образования опухолей. Масло льна снижает риск сердечно – сосудистых заболеваний и используется для лечения сахарного диабета (Гайнуллин Р.М., 2005).

Применение продуктов переработки семян льна в качестве кормов обеспечивает повышение в молоке и мясе эссенциальных веществ, которые в организме человека не синтезируются. Выявлено, что использование растительного белка семян льна имеет существенное преимущество в сравнении с применением растительного белка сои (Зубцов В.А., Миневич И.Э., 2015).

Установлена высокая экономическая эффективность производства семян льна масличного: при урожайности семян 1 т/га рентабельность составляет около 100% (Лукомец В.М. и др., 2012).

Продуктивность культуры льна во многом связана с биологическими особенностями возделываемых сортов. Современной селекцией созданы высокопродуктивные сорта льна масличного, урожайность которых достигает до 2,4-2,7 т/га, а биологическая урожайность может превышать 3 т/га (Колотов А.П., 2019).

В Российской Федерации средняя урожайность льна масличного составляет не более 1 т/га, что свидетельствует о наличии факторов, сдерживающих реализацию потенциала продуктивности этой культуры.

С целью увеличения урожайности льна масличного в конкретных почвенно-климатических условиях необходимо возделывать адаптированные сорта и применять эффективные элементы технологии.

Степень разработанности темы исследований. Для европейской части России разработаны элементы технологии возделывания сортов льна масличного (Лукомец В.М., 2010, 2012; Носевич М.А., 2015; Бушнев А.С., 2021; Сорокина О.Ю., 2021). Научные сведения, полученные в восточных регионах страны, свидетельствуют о высоком потенциале продуктивности возделываемых сортов и наличии факторов, сдерживающих реализацию этого потенциала (Колотов А.П., Синякова О.В., 2013, 2014; Купцевич Н.А., Порсев И.Н., 2014; Порсев И.Н. и др., 2016; Купцевич Н.А., 2018; Сулейменова А.К., 2019; Колотов А.П., 2019, 2021 и др.). Рассматривается перспектива создания новых сортов льна масличного для условий Сибири (Минжасова А.К., Лошкомойников И.А., 2016; Сулейменова А.К., 2019).

Цель исследований: Подобрать сорта и разработать эффективные элементы технологии возделывания льна масличного, обеспечивающие высокую урожайность семян в условиях Северного Зауралья.

Задачи исследований:

- изучить образцы льна масличного коллекции ВИР в условиях северной лесостепи Тюменской области;
- исследовать влияние норм высева и фонов удобрений на продуктивность реестровых сортов льна масличного;

- дать оценку семенам сортов льна на содержание жира;
- экономически обосновать возделывание в регионе сортов льна масличного и применение оптимальных вариантов с нормами высева и удобрениями.

Научная новизна. В условиях северной лесостепи Тюменской области получены новые научные сведения о результатах изучения образцов нетрадиционной для региона культуры льна масличного. Выявлены наиболее продуктивные образцы. Установлены и научно обоснованы оптимальные варианты норм высева и удобрений для возделывания перспективных для региона сортов льна масличного.

Теоретическая и практическая значимость. На основании полученных результатов выявлены особенности формирования элементов продуктивности сортов льна масличного в условиях северной лесостепи Тюменской области. Разработаны предложения для производства по совершенствованию технологии возделывания льна масличного в регионе.

Методология и методы диссертационного исследования. При выполнении поставленных задач использовали стандартные методики исследований, а также ГОСТы. Определяли зависимости полученных данных дисперсионным и корреляционным методами.

Положения, выносимые на защиту:

1. Особенности формирования продуктивности и качества семян у образцов мировой коллекции льна масличного в условиях северной лесостепи Тюменской области.
2. Нормы высева и фоны удобрений, обеспечивающие экономически обоснованную урожайность реестровых сортов льна масличного.

Степень достоверности результатов исследований и апробация работы. Результаты исследований подтверждаются достаточным объёмом полевых опытов. Положения выводы и рекомендации научно обоснованы. Достоверность результатов исследований подтверждаются обработкой

данных методом дисперсионного вариационного и корреляционного анализов с использованием современных компьютерных программных комплексов.

Результаты исследований докладывались на заседаниях кафедры Биотехнологии и селекции в растениеводстве ГАУ Северного Зауралья в 2018-2020 гг. и на курсах повышения квалификации для товаропроизводителей агропромышленного комплекса юга Тюменской области; на международных и всероссийских научно-практических конференциях: АПК: инновационные технологии: Государственный аграрный университет Северного Зауралья (Тюмень, 2018); «Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения» (Тюмень, 2019); «Интеграция науки и практики для развития агропромышленного комплекса: Материалы 2-ой национальной научно-практической конференции» (Тюмень, 2019); Пища. Экология. Качество (Барнаул, 2019); «Роль молодых ученых в инновационном развитии сельского хозяйства» (Орел, 2019); Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве (Курган, 2019); Актуальные проблемы АПК и инновационные пути их решения (Курган, 2021); Конгресс «Человек и лекарство» под патронажем: Департамента здравоохранения Тюменской области, Тюменского государственного медицинского университета Урал – 2021; Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «Рациональное использование земельных ресурсов в условиях современного развития АПК» Тюмень 2021.

Участник программы «УМНИК- 2018»: Региональная научно-практическая конференция молодых инноваторов «новые векторы развития науки и техники в Тюменской области; тема доклада «Разработка приёмов получения высококачественных, ценных по биохимическому составу семян льна масличного в условиях Северного Зауралья».

Профинансирован грант из Государственного задания МСХ РФ по теме «Разработка эффективных элементов технологии возделывания льна масличного в условиях Северного Зауралья» № 082-03-2021-273 с 09.01.2021 г.-31.12.2021 г.

За разработку усовершенствованной технологии возделывания льна масличного в условиях Северного Зауралья получена бронзовая медаль XXIII Всероссийской Агропромышленной выставки «Золотая осень» 2021 г.

Реализация результатов исследований. Элементы технологии возделывания льна масличного внедрены в хозяйстве СПК «Нива» Бердюжского района Тюменской области в 2020 году на площади 10 га, экономический эффект от внедрения составил 19750 руб./га. В хозяйстве КФХ «Замиралова О.В.» Армизонского района Тюменской области внедрение выполнено на площади 50 га, экономический эффект составил 14242 руб./га. Образцы коллекции, выделившиеся по хозяйственно-ценным признакам, используются в селекционном процессе Сибирской опытной станцией - филиалом ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при проведении занятий по таким учебным дисциплинам, как «Растениеводство», «Селекция и семеноводство», «Технология производства продукции растениеводства» для студентов бакалавриата и магистратуры, обучающихся по направлению «Агрономия».

Публикация результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 7 научных статей, в т.ч. 1 работа, входящая в Международную базу цитирования Web of Science, 4 работы в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 134 страницах компьютерного текста, включает 16 таблиц, 19 рисунков, 14 приложений, состоит из введения, 5 глав и заключения. Список литературы содержит 167 источника, в том числе 10 зарубежных публикаций.

Личный вклад. Закладка полевых опытов, наблюдения и учеты в полевых опытах выполнены лично автором диссертации. Анализ полученных экспериментальных данных, статистическая обработка результатов, апробация результатов исследований, публикации и написание текста диссертации выполнены лично автором. В соавторстве с Р.И. Белкиной

проведен анализ данных по влиянию различных доз минеральных удобрений на урожайность льна масличного; с А.К. Сулейменовой и И.А. Лошкомойниковым выполнен анализ и обобщение результатов по влиянию минеральных удобрений на качество семян льна масличного; с В.С. Рамазановой осуществлена закладка полевых опытов; с Д.К. Сорокиным – анализ данных по влиянию норм высева на хозяйственно-ценные признаки льна; с А.А. Казак сформулированы рекомендации по применению результатов исследований в производстве при возделывании льна масличного.

1 Аналитический обзор литературы

1.1 Народно – хозяйственное значение льна масличного

В мировом сельскохозяйственном производстве площади посевов льна масличного составляют более 3,5 млн. га, а валовой сбор семян достигает 2,2-2,7 млн тонн. Основными странами – производителями семян льна являются Индия, Китай, Канада, Аргентина и США (Lukomes V.M., Piven V.T. и др., 2013).

В последние годы в России площади посева льна резко увеличились и в 2018 году составили 744 тыс. га. Высокий спрос на льнопродукцию обеспечил получение экономической выгоды при выращивании этой культуры. Лидерами по возделыванию льна масличного считаются Ставропольский край, Ростовская и Самарская области, Алтайский край (Н.И. Бочкарёва, С.Д. Крохмалю, 2003).

При возделывании льна масличного получают: семена, короткое волокно, костру, жмых и шрот (Pillin I., Kervoelen A. и др. 2011. Zuk M., Richter D., Matuła J. and etc., 2015; Rennebaum H., 2002).

Семена современных сортов льна масличного содержат до 50% и выше высушающего масла и до 33% белка (Шведов И.В. и др., 2003; Поляков А.В., Загоскина Н.В., 2009).

Льняное масло ценится за его высокое качество. Краски и лаки, полученные на льняной олифе, долговечны и надежны. Масло льна широко применяется в полиграфической, кожевенно-обувной, текстильной, электротехнической, пищевой, медицинской, парфюмерной и многих других отраслях промышленности.

Т.А. Леконцева с соавторами (2014) отмечают, что получаемое из семян льна масло методом холодного отжима имеет высокую биологическую ценность. В составе семени масличного льна имеются жирные кислоты, которые оказывают положительное влияние на здоровье человека. Льняное масло обладает лечебными и диетическими свойствами.

Семена льна широко применяют во многих странах в качестве добавки к некоторым сортам хлеба и крупяным смесям, а также для обсыпки кондитерских изделий. Повсеместно применяется в медицине как противовоспалительное и смягчительное средство (Леконцева Т.А., Стаценко Е.С., 2014).

В настоящее время важным направлением является улучшение питания населения нашей страны на основе разработки и внедрения продуктов с высоким содержанием биологически активных веществ (Московенко Н.В., Степанов В.В., 2014; Московенко Н.В., Тихонова Н.В., 2015; Московенко Н.В. и др., 2016). Ценные по химическому составу семена льна могут служить сырьем для выработки таких продуктов. Отмечается, что в семенах льна достаточно высокое содержание минеральных веществ и витаминов. Из витаминов содержится аскорбиновая кислота, тиамин, рибофлавин, ниацин, пиридоксин, пантотеновая кислота. Минеральные вещества представлены кальцием, железом, магнием, фосфором, калием (Зубцов В.А. и др., 2002).

Разработаны новые рецептуры хлеба, в составе которых измельченные семена льна, рекомендованы оптимальные технологические режимы для выработки этой продукции (Османьян З.Г., 2009; Василев В.В. и др., 2015; Цыганова Т.Б. и др., 2019; Конева С.И., 2016).

Выявлена ценность липидов семян льна для технологий функциональных и специализированных пищевых продуктов. Установлено, что липиды льняного масла содержат триглицериды (92,25%), свободные жирные кислоты (3,3%), стерины (1,15%), эфиры стерина (0,15%), фосфолипиды (1,16%). Триглицериды жирных кислот льняного масла содержат 6,8–7,4% пальмитиновой, 4,0–5,7% стеариновой, 14,4–32,1% олеиновой, 13,9–18,6% линолевой и 48,6–55,9% линоленовой и изолиноленовой кислоты (Куцик Р.В., 2015).

Ценность химического состава семян льна не только в высоком содержании масла, в них содержится также до 35% белка, до 27% углеводов, имеются органические кислоты, витамины, минеральные вещества, ферменты,

стеролы (Особенности химического состава семян, 2003; Лукомец В.М., 2006; Колотов А.П., 2017).

Продукты, включающие муку из семян льна, обогащаются полиненасыщенными жирными кислотами и обладают лечебно-профилактическими свойствами. Их рекомендуется использовать для людей, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, в инновационных технологиях геродиетических продуктов, в технологиях биологически активных добавок и т. п. (Гореева В.Н. и др., 2012; Федорова Т.Ц. и др., 2017; Рубан Н.Ю., Резниченко И.Ю., 2020).

Н.В. Московенко с соавторами (2020) приводят результаты сравнительной оценки химического состава льняной муки, выработанной из сортов, созданных в Уральском регионе – «Уральский» и «Уральский желтый». Их муку сравнивали с мукой пшеничной хлебопекарной 1 сорта. Выявлено, что льняная мука содержит больше белка, золы, пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов по сравнению с мукой пшеничной 1-го сорта. Например, содержание натрия в муке льняной в 3,75 раза больше по сравнению с мукой пшеничной 1-го сорта; содержание калия в муке из семян льна в 2,4 раза превышает содержание данного микронутриента в пшеничной муке; кальция больше в 4,7 раза; магния – в 3,6 раза; меди – в 2,7 раза. В семенах льна высокое содержание макроэлементов (натрий, калий, фосфор) и микроэлементов (железо, селен, цинк и др.), витаминов группы В и витамина К и Е. Углеводы семени льна представляют собой слизи, которые являются ценным продуктом с медицинской точки зрения (Бушнев А.В., 2015). На основании данных химического состава семян сортов льна масличного «Уральский» и «Уральский желтый» авторы рекомендуют использовать семена и продукты их переработки для производства пищевой продукции, в том числе функциональной направленности.

Новые подходы к переработке семян льна разработаны учеными ФГБНУ «ВНИИЗ»: созданы технологии помола семян льна пищевого и масличного назначения, которые позволяют разделять зерновку на отдельные

анатомические части в зависимости от их функциональных свойств и получать новые продукты переработки зерна. Созданы различные виды льняной муки, содержащие определенные вещества, в том числе функционального назначения (Мелешкина Е.П., 2016).

В литературе также отмечается, что семена льна наряду с ценными биологически активными веществами содержат соединения, которые могут сдерживать процессы усвоения пищевых продуктов и способствовать образованию нежелательных веществ. К таким соединениям относятся цианогенные гликозиды, линатин, фитиновая кислота, ингибиторы трипсина, некоторые продукты окисления липидов. В связи с этим разработаны условия по безопасному использованию семян льна и продуктов их переработки в производстве хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий: при выпечке хлебобулочных и мучных кондитерских изделий выдерживать температуру не менее 170°C; соблюдать оптимальное содержание льняной муки в рецептуре – не более 15% относительно доли пшеничной муки (Снегирева Н. В., 2021). Также рекомендуется использовать не более 50 г сырых семян льна в сутки. Для контроля безопасности семян льна и продуктов их переработки необходимо определять кислотное число и содержание синильной кислоты по качественной пробе (Цыганова Т.Б. и др., 2017).

Таким образом, имеются широкие возможности для использования продуктов переработки семян льна в пищевой промышленности, в частности в технологии производства продукции функциональной направленности.

Побочный продукт переработки семян льна масличного является высоко энергетическим кормом для сельскохозяйственных животных. Высокое содержание белка и жира делает его незаменимым компонентом в рационе КРС в периоде откорма (Зотеев В.С., 2015).

Солома льна используется в качестве сырья для производства пакли и шпагата, также она применяется для изготовления грубых тканей и бумаги высшего качества (Пономарева М.Л., 2010).

1.2 Ботаническая характеристика льна масличного

Лен обыкновенный культурный – *Linum usitatissimum* L. относится к семейству Льновые – *Linaceae*. Растения сортов льна масличного межеумочного типа однолетние, одностебельные или ветвящиеся у основания со множеством семянных коробочек (Бирянова Е.В., 2019). Для получения масла возделывают лен-межеумок, реже лен-кудряш. Лен – однолетнее травянистое растение с цилиндрическим гладким стеблем. Корневая система стержневая, более развита, чем у льна-долгунца. Корни углубляются до 0,6-1 м, а в сухие годы – до 1,5 м. Листья сидячие, ланцетные. Цветок пятерного типа, венчик голубой, реже белый, розовый, фиолетовый. Расположены цветки на верхушках побегов. Лен – самоопылитель. Плод – коробочка шаровидной формы, разделена перегородками на 5 гнезд, с двумя семенами в каждом. Семена плоские, яйцевидной формы с клювовидным носиком, коричневой, реже кремовой окраски, гладкие, блестящие. Оболочка семени содержит слизь, при намачивании образует скользкую поверхность. Масса 1000 семян 4-8 г (Зеленцов С.В., и др., 2012).

Лен-межеумок – одно-двухстебельное растение. Высота стебля 50-70 см. Ветвление его начинается на высоте 20-30 см. На растении образуется 15-20 коробочек. Лен-кудряш – более низкорослое растение (до 30-50 см), имеет 4-5 сильно ветвящихся от основания стеблей, на растении формируется до 30-60 коробочек (Фадеева Т.М., 2008; Бирянова Е.В., 2019).

Жизненный цикл роста и развития растений льна масличного представлен пятью основными фазами: 1) всходы; 2) «ёлочка»; 3) бутонизация; 4) цветение; 5) созревание.

Фаза всходов. Растения льна имеют только семядольные листья и небольшую почку между ними, из которой впоследствии развивается растение и его репродуктивные органы. Семена льна наклеваются при температуре почвы 3-5 °С, прорастают при 6 °С, однако для получения быстрых и дружных всходов почва должна прогреться до 10-12 °С. Всходы льна в зависимости от температуры, влажности, плотности почвы и глубины заделки семян

появляются на поверхности через 4-15 суток. Фаза полных всходов наступает, когда рядки четко просматриваются (Бушнев А.С., и др., 2016).

Фаза «ёлочки». Растение достигает высоты 3-10 см и имеет 5-6 пар густо расположенных настоящих листьев. Характеризуется медленным ростом растений в высоту в начальный период и быстрым ростом корневой системы. В конце фазы наступает период интенсивного роста растений в высоту, который продолжается и в фазе бутонизации (Бушнев А.С., 2021).

Фаза бутонизации. В зависимости от погодных условий и сорта продолжительность периода быстрого роста и бутонизации составляет 12-20 дней. Растение льна достигают репродуктивной стадии развития, означающей приближение завершения всего жизненного цикла. Прирост растений в высоту достигает 3-6 см в сутки в зависимости от обеспеченности растений влагой и питательными веществами. Эта фаза имеет важное значение для формирования будущего урожая и его качества (Ровна О.В., 2014).

Фаза цветения. Продолжительность фазы цветения 7-10 дней. Рост растения в высоту замедляется, а по окончании цветения прекращается.

В засуху, при жаркой погоде, период цветения сокращается, что приводит к снижению урожая. В последующем, при выпадении обильных осадков, может наблюдаться вторичное цветение растений льна (Зеленцов С.В., 2018).

Фаза созревания. Полностью завершается формирование семян и происходит быстрое одревеснение стебля. Фаза созревания включает зеленую, раннюю желтую, желтую и полную спелость. Уборку посевов льна проводят при наступлении полной спелости, при созревании не менее 75% коробочек (Справочник агронома, 1978).

1.3 Биологические особенности льна масличного

Требования к температуре. По данным А.М. Гродзинского и Д.М. Гродзинского, потребность возделываемой культуры в температуре значительно меняется от фазы развития и вегетации (цит. по Владимирову В.П., 2018). Лён масличный – холодостойкая культура, относительно

неприхотливая к условиям возделывания (Шпаар Д. и др., 1999). В связи с этим посевы льна расширяются в восточных регионах страны. Лён масличный хорошо растет и развивается при умеренных температурах. Для прорастания семян необходима температура +5...+6 °С. Для полного развития растений от прорастания семян до созревания требуется сумма активных положительных температур 1600-1800 °С. Семена начинают прорасти при температуре почвы 3°С, более низкая температура и повышенная влажность почвы нередко способствуют их загниванию. При нормальном увлажнении и среднесуточной температуре на глубине посева семян 7-8°С всходы появляются на 6-7-й день, при более низких температурах этот период растягивается до 15 дней. Всходы льна переносят кратковременные заморозки до минус 5°С (Храмцов И.Ф., Кошелев Б.С., 2015).

Требования к влаге. Лен имеет непродолжительный вегетационный период (80-90 суток), характеризуется интенсивным ростом и отличается высоким транспирационным коэффициентом. В связи с этим лён достаточно требователен к влаге. Вместе с тем, для льна характерна приспособляемость к условиям полузасушливых степных и полустепных районов. Относительной засухоустойчивостью лён масличный отличается до фазы бутонизации. Затем в период наиболее интенсивного роста потребление воды достигает своего максимума. Обильные осадки в фазе цветения не оказывают негативного влияния на образование плодов и завязываемость семян. В то же время избыток осадков в фазе созревания приводит к стимулированию вторичного роста, ветвления, цветения. Это затрудняет уборку и снижает качество семян (Гореева В.Н., Кошкина К.В., 2011).

Для появления всходов льна требуется около 140 % воды от массы семян, это меньше чем требуется для других сельскохозяйственных культур. Такая особенность позволяет возделывать лён масличный в зоне недостаточного увлажнения.

В начале своего развития лён масличный растёт медленно, прирост в сутки составляет не более 4 мм (Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна масличного, 2010).

Наибольшая потребность в воде у льна масличного проявляется в фазу бутонизации. В среднем за вегетацию на образование 1 ц семян лён затрачивает 80-100 т воды. Обильные осадки в период созревания осложняют уборку, просыхание валков и послеуборочную обработку семян. (Санин А.А., 2006).

Требования к почве. Лён масличный – растение требовательное к почвам. Учитывая тот факт, что корневая система льна относительно слабая и формируется, преимущественно в пахотном слое, который наиболее рыхлый и богат питательными веществами, то выбор лучшей почвы для льна очевиден – черноземы и темно-серые лесные почвы (Бушнев А.С., Горбаченко Ф.И., Картамышева Е.В. и др., 2013).

В Европейской части России, где черноземы характеризуются благоприятным температурным режимом уже в конце весны, проблема водообеспеченности посевов стоит в меньшей степени, поскольку корневая система льна способна проникать вглубь почвы на 80-100 см. В Западной Сибири, в частности на юге Тюменской области, первая половина вегетации проходит при низких положительных температурах глубже 50 см. Это приводит к формированию поверхностной корневой системы и снижению урожайности (Прокофьев С.В., Внуков В.Г., Алтухова И.Н. и др., 2018).

А.П. Колотов считает, что еще одной особенностью льна масличного является узкий диапазон кислотности, в котором он может в полной мере раскрыть генетический потенциал. Кислая реакция почвенного раствора (менее 5,5 ед.) угнетает развитие корней и затрудняет поглощение питательных веществ. Поэтому такие почвы как подзолистые и светло-серые лесные почвы для возделывания льна масличного малопригодны. Однако, реакция почвы более 6,0 ед. также негативно сказывается на развитии растений. Причиной этого является затрудненное поглощение фосфора из

трифосфатов кальция или магния. При рН более 7,0 продуктивность льна масличного достоверно снижается вплоть до гибели растения. Это также является объяснением запрета известкования кислых почв в год посева льна. По этой причине высококарбонатные или засоленные почвы, такие как каштановые, южные черноземы, солонцы и солончаки также мало подходят для возделывания льна масличного (Колотов А.П., 2021).

Третьей биологической особенностью льна масличного в отношении почв следует считать очень хорошую отзывчивость на аэрацию корнеобитаемой зоны. Лён предпочитает хорошо оструктуренные почвы с высокой степенью водоустойчивости, что обеспечивает аэрацию даже в период затяжных дождей.

Таким образом, анализируя совокупность биологических требований льна масличного к почвам, следует выделить темно-серые лесные, черноземы выщелоченные и оподзоленные, лугово-черноземные выщелоченные почвы. Оптимальным будет для указанных почв средний или тяжелосуглинистый гранулометрический состав.

Основная обработка почвы оказывает сильное влияние на агрофизические свойства почвы. Основными источниками пополнения почвенной влаги являются атмосферные осадки и поступление воды из грунтовых вод (Миллер С.С., 2021). Наиболее пригодными считаются средние по механическому составу почвы. Тяжёлые заплывающие почвы мало пригодны для возделывания льна. Непригодны для возделывания льна песчаные, холодные, болотистые, почвы с застойной влагой. Плохо переносит лён засоление.

Оптимальная реакция почвенного раствора на тяжёлых по механическому составу почвах – рН=6,0-6,7, на более лёгких – 5,5-6,0 (Диденко В.Н., 2014)

Требования к элементам питания. Норму основного удобрения устанавливают в зависимости от содержания элементов питания в почве, главным образом подвижного фосфора в связи с высокой корреляцией уровня

урожая от содержания элемента, по результатам почвенной диагностики (Бушнев А.С., 2011).

Минеральные удобрения оказывают стимулирующие действия на развитие сельскохозяйственных культур, наиболее требовательны растения к запасам доступных форм NPK в почве (Demin E.A., 2021).

В отечественной практике возделывания льна установилось мнение, что эта культура не является требовательной к обеспеченности питательными веществами и способна произрастать на низкоплодородных почвах. Однако, многие исследователи отмечают, что данная точка зрения верна лишь частично. Дефицит питательных веществ оказывает негативное влияние не только на урожайность семян, но и на содержание в них масла. Синтез масла в растениях сопровождается высокими энергетическими затратами, поэтому необходимо их максимально быстро компенсировать. Это возможно только в хорошо развитых растениях. Установлено, что на формирование тонны семян льна из почвы поглощается от 40 до 60 кг азота; 9-12 кг фосфора и 70-100 кг калия (Нурлыгаямов Р.Б., Исламгулов Д.Р. и др., 2021).

Лен масличный отличается специфичностью питания, потребляет на формирование урожая больше питательных веществ, чем многие другие сельскохозяйственные культуры, неравномерно поглощая элементы питания в течение вегетации (Пукалова Е.Н., 2020).

Коэффициент поглощения азота из почвы составляет 60%; фосфора – 8% и калия 20%. Столь низкая эффективность поглощения фосфора и калия обусловлена своеобразной корневой системой льна масличного. Поскольку она слабая и корни не проникают глубоко в почву, то лён поглощает из почвы преимущественно те питательные вещества, которые растворимы в воде. Лён практически не может взять азот или калий из почвенно-поглощительного комплекса почвы, как это делают другие растения. Именно поэтому лён масличный хорошо отзывается на фосфорно-калийные удобрения даже при условии высокой обеспеченности этими макроэлементами в пахотном слое (Капинос А.И., Гомаско С.К., Стадник А.Т. и др., 2013).

1.4 Сорты и элементы технологии возделывания льна масличного

О возделывании льна масличного в восточных регионах страны научные сведения появились только в последние десятилетия (Колотов А.П., Синякова О.В., 2013, 2014; Купцевич Н.А., Порсев И.Н., 2014; Порсев И.Н. и др., 2016; Купцевич Н.А., 2018; Колотов А.П., 2019; Сатаев А.О. и др., 2019).

Для повышения урожайности семян льна масличного необходимо подбирать сорта, адаптированные к конкретным условиям возделывания, а также комплекс технологических приемов, обеспечивающих устойчивую урожайность и высокое качество семян (Колотов А.П., 2016). В условиях Среднего Урала и Среднего Предуралья, по мнению А.П. Колотова и С.Л. Елисеева (2014), наиболее адаптированным является сорт Северный. Высокая урожайность этого сорта обусловлена генетическими особенностями, а стабильность урожайности в большой степени определяется высокой массой 1000 зёрен.

В технологии возделывания льна масличного большое значение имеет *предшественник*. Лучшими предшественниками льна масличного являются пшеница озимая и яровая по черному пару, картофель, бахчевые культуры. Не рекомендуется сеять лен после подсолнечника, кукурузы, капустных, а также повторно после льна. Частое выращивание льна масличного на одном и том же месте снижает урожайность и качество из-за влияния эндогенных (корневые выделения) и экзогенных (патогенные бактерии и грибы) факторов. В таком случае в почве накапливаются такие возбудители болезней, как фузариоз и стеблевые гнили льна, что приводит к почвенной льноусталости (Колотов А.П., 2012).

Основная обработка почвы должна обеспечивать: очищение пахотного слоя от сорняков, максимальное накопление и сохранение влаги в почве, создание благоприятного водно-воздушного, теплового и пищевого режимов для роста и развития растений льна. Способы обработки зависят от степени и характера засоренности полей (Бирянова Е.В., 2019).

В отличие от льна-долгунца, технология возделывания которого, особенно уборки и переработки, достаточно сложная и требует специальной техники, технология возделывания льна масличного довольно проста и для нее используется такая же техника, что и для обычных зерновых культур (Живетин В.В. и др., 2000; Технологические аспекты..., 2010). По мнению В.Б. Ковалева (1978), количество полей в севообороте, как правило, зависит от площади посева льна и других культур. Если, например, в хозяйстве лен занимает 14% севооборотной площади, то целесообразнее ввести и освоить 7-польный севооборот, при 12,5% посева льна – 8-польный, при 11% – 9-польный, при 10% – 10-польный. Обобщая вышеупомянутое, можно сказать, что выбору места в севообороте льна масличного и способам основной обработки почвы следует уделять большое внимание, так как от этого в значительной степени зависит его урожайность (Бушнев А.С., 2009).

Сроки посева. Календарные сроки посева льна масличного в зонах его возделывания не совпадают. Оптимальный срок посева определяется биологическими особенностями сорта, характером выпадения весенних осадков, засорённостью полей и температурным режимом почвы (Сулейменова А.К., 2019).

Посев льна в разные сроки приводит к изменению параметров ряда хозяйственных признаков. Исследованиями И.Ш. Фатыхова и др. (2014), установлено, что при посеве в возможно ранний срок формируется наибольшая урожайность семян – 10,6-10,7 ц/га за счет увеличения на 4-9% их полевой всхожести, на 29-92 шт./м² густоты стояния растений к уборке и на 0,5 - 1,5 шт. коробочек на растении.

Одним из показателей, зависящих от сроков посева, является высота растений. Наибольшей высотой отличаются растения ранних сроков посева. В благоприятные для роста и развития годы разница между ранними и средними сроками в наступлении даты технической спелости почти отсутствует. Поздний срок посева льна масличного практически не рекомендуется (Шамурзаев Р.И., Ханиева И.М., 2009).

Ранний срок посева обусловлен состоянием почвы, когда она прогрета на глубине 10 см до $+7 - + 8$ °С, при этом оптимальная влажность ее составляет 40-60% от полной влагоемкости (Лен-долгунец в адаптивном земледелии, 2004). В таких условиях семена прорастают быстро (на 6-7-й день после посева). Всходы могут переносить кратковременные заморозки до минус $-3 - 4$ °С. Но если заморозки до минус 5 °С, то всходы могут повреждаться.

Как правило, время посева определяют, исходя из погодных условий. Считают, что ранние сроки сева могут обеспечить нормальный стеблестой (Дридигер В.К., 2017).

Появление всходов может задерживаться при ранних сроках посева в том случае если верхний слой почвы еще влажный и в случае глубокой заделки семян (5–7 см). В таких условиях интенсивность начального роста ослабевает.

Если почва холодная и уплотнена семена долгое время не прорастают, всходы получаются изреженными. При этом семена могут поражаться болезнями и всхожесть их практически теряется. Поэтому ранние сроки посева требуют хорошо обработанной почвы и достаточно прогретой до нужной температуры (Колотов А.П., 2014; Елисеев С.Л., Ренев Е.А., Бинияз М.Ф., 2021).

Способ посева льна масличного, как правило, рядовой; ширина междурядий 15 см. Для посева применяют сеялки СЗТ-3,6, "Клен" и другие. Поверхностный слой почвы выравнивается при помощи кольчато-шпоровых катков. Такая обработка обеспечивает необходимую глубину посева семян и получение дружных и равномерных всходов (Nosevich M., 2020).

Одним из технологических приемов, оказывающих существенное влияние на величину урожайности льна масличного, является *норма высева*. Норма высева любой культуры зависит от морфологических и биологических особенностей. Чем меньше размер растения, тем меньшую площадь оно занимает. Растения льна-долгунца занимают до $0,06$ м², таким образом на 1 га можно разместить до 25 млн. шт. растений, такая норма высева применяется

при возделывании льна на льноволокно (Рекомендации по семеноводству, 1983).

При слишком высокой густоте посева значительно ограничивается использование света, влаги, питательных веществ, снижается жизнестойкость отдельных растений, снижается коэффициент хозяйственной эффективности. При слишком низкой норме высева льна интенсивно развиваются сорные растения, снижаются компенсационные возможности посевов (Колотов А.П., 2013, Носевич М.А., 2015, Kenaschuk, E.O., 1996).

В.М. Лукомец (2010) отмечает, что высокая густота посевов отрицательно влияет на продуктивность семян льна, возрастает риск полегания, поражения болезнями, снижается попадание света, влаги и питательных веществ. Автор отмечает, что при низкой норме высева семян льна повышается засоренность посевов, тем самым ухудшается уборка.

Ф.М. Галкин и др. (2008) и С.В. Гаркуша и др. (2011) считают, что оптимальная густота растений льна к уборке 500-700 растений на 1 м², а наименьшая – 400 растений на 1 м².

Приемлемый интервал нормы высева, при которой формируется повышенный урожай находится в пределах 7,4-9,4 млн всхожих семян на 1 га. Предпочтение будет иметь норма высева семян 7,4 млн. в. с. на 1 га, так как при норме высева 9,4 млн предполагается перерасход семян (Lurovoy E.I., 2020).

Высокая урожайность культуры, считает О.Ю. Сорокина (2018), формируется при определенном количестве растений на единице площади посева. Этот оптимум для масличного льна обычно наблюдается при густоте стояния 750–800 шт./м², что позволяет не затенять стоящие рядом растения. При более низкой густоте формируются боковые стебли, на которых образуются коробочки, но для их созревания необходимы благоприятные погодные условия, что не всегда наблюдается в августе – сентябре в Нечерноземной зоне РФ.

В среднем в производственных посевах по данным А.И. Пьянкова, (1956), И.А. Минкевич (1957) формируется на одном растении от 11-12 полноценных коробочек.

По результатам исследования И.В. Бородина (1956), увеличение площади питания приводит к интенсивному ветвлению, за счет этого на растениях образуется большее число коробочек. В условиях Новосибирской области средняя урожайность льна масличного сорта Сибиряк составляла при густоте стояния 100 растений/м² – 2,3 т/га, 200–300 растений/м² – 2,3 т/га, 400–500 растений/м² – 2,4 т/га.

Ряд авторов отмечают, что при низкой густоте стояния, растения льна масличного образуют большое количество коробочек (Сизов И.А., 1952, Рогаш А.Р. 1976).

Норма высева льна масличного изменяется в зависимости от зоны возделывания. Так, Ю.П. Буряков с соавторами (1971) рекомендуют для Западной Сибири и Урала оптимальную норму высева семян льна 40-60 кг/га, а для Самарской области около 30 кг/га.

Максимальные урожаи льна масличного сорта Сибиряк были получены в Алтайском крае при норме высева в засушливый год 50 кг/га, а при условиях избыточного увлажнения 80 кг/га (Выдрин В.И., 1956).

Удобрение льна масличного. Лен масличный возделывают на почвах с высоким уровнем плодородия. По данным ряда исследователей, он хорошо отзывается на применение минеральных удобрений. На черноземных и каштановых почвах оптимальными дозами под лен масличный являются N₆₀P₆₀K₃₀ (Шамурзаев Р.И., 2009), на выщелоченном черноземе Краснодарского края N₃₀P₃₀ + N₃₀ в подкормку (Лукомец В.М., 2013). На серой лесной почве дозы фосфора и калия более высокие – N₅₀P₉₀K₇₀ (Сычев В.Г., Янишевский В.П., Янишевская О.Л., 2001). В Центральном Нечерноземье на дерново-подзолистой почве наибольший урожай семян масличного льна получен при применении дозы минеральных удобрений N_{61–77}P₂₂K_{70–90} – 0,94–1,09 т/га (Морозов И.В., 2001). Такое соотношение элементов в удобрении по

фосфору и калию близко к рекомендациям по льну-долгунцу для этой зоны – $N_{30}P_{22}K_{80}$ (Сорокина О.Ю., 2014, Сорокина О.Ю., 2015).

В зоне неустойчивого увлажнения (Краснодарский край) и в зоне недостаточного увлажнения (Ростовская область) действие удобрений изучали при возделывании сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Небесный. Внесение удобрений N_{60} и $N_{60}P_{30}K_{30}$ под предпосевную культивацию, а также N_{30} для подкормки посевов в фазе «елочки» способствовало повышению урожайности сортов льна на 0,03-0,23 т/га. В результате проведенных исследований выявлено, что урожайность льна масличного ВНИИМК 620 зависит от влагообеспеченности в критический период вегетации культуры (бутонизация – цветение). В годы с погодными условиями, характерными для засушливой зоны увлажнения, на урожайность культуры оказывает влияние влагообеспеченность мая и июня, что соответствует фазам «елочки», бутонизации, цветения. В годы с погодными условиями, характерными для влажной и слабо засушливой зон увлажнения, урожайность культуры зависит от влагообеспеченности июня, что соответствует фазам бутонизации и цветения. Применение удобрений способствовало увеличению биометрических показателей и элементов структуры урожая.

В условиях Ставропольского края при выращивании льна масличного на черноземе, выщелоченном для получения экономически обоснованной урожайности рекомендуется расчетная норма удобрений под планируемую урожайность льна масличного – 2,0 т/га. Для зоны неустойчивого увлажнения оптимальными дозами минеральных удобрений являются ($N_{42}P_{56}K_{34}$ и $N_{90}P_{60}K_{20}$), как обеспечивающие максимальную агротехническую и экономическую эффективность производства культуры (Кочкин А.С., 2010).

В условиях Центрального Нечерноземья установлена высокая отзывчивость льна масличного сорта ЛМ 98 на минеральные удобрения. Прибавки урожайности семян составили 15-44%. Наибольшая урожайность

семян получена в варианте с применением минеральных удобрений в дозе $N_{45}P_{60}K_{90}$ (Сорокина О.Ю., 2017; 2018).

Изучены особенности формирования продуктивности льна масличного раннеспелого сорта Уральский и позднеспелого ЛМ 98 в условиях северной части Центрального Нечерноземья на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с высоким содержанием фосфора, средним – калия и бора, низким – гумуса и цинка. Сравнивали эффективность влияния минерального удобрения азофоска и нового для льна азотно-фосфорно-калийного с бором. Более эффективно на льне масличном применение азотно-фосфорно-калийного с бором удобрения в дозах (кг д.в.): азот – 45; фосфор – 74; калий – 45; бор – 3). Прибавки урожайности семян составили по сорту ЛМ 98 – 3,4 ц/га, Уральский – 2,3 ц/га (Сорокина О.Ю., 2021).

Сроки и способы уборки. Это наиболее сложный по условиям проведения и трудоемкости этап, т.к. лён масличный созревает неравномерно. При полном созревании семян влажность стеблей может составлять 40% и более. Поэтому прямым комбайнированием уборка затруднена из-за наматывания влажных стеблей на вращающиеся части комбайна. Раздельным способом можно раньше убрать урожай и получить более качественные семена при меньших затратах труда и средств на их послеуборочную обработку по сравнению с прямым комбайнированием. К скашиванию приступают при созревании в массиве 50-75% коробочек. Влажность семян в этот период составляет 10-12%, коробочек 15-20, стеблей – более 40% (Сулейменова А.К., 2019).

Для ускорения уборки иногда применяется предуборочная десикация посевов. Подсушивание десикантами растений еще на корню дает возможность отказаться от полевой сушки и дозревания растений в снопах (Елисеев С.Л., Ренев Е.А., Бояршинова Е.В., 2021). Эта операция делается в фазе ранней спелости. С.В. Зеленцов (2014) считает, что к десикации посевов льна масличного нужно подходить внимательно, к тому же перечень разрешенных к применению на территории России десикантов состоит только

из глифосатсодержащих соединений и рекомендован только для льна-долгунца (Государственный каталог, 2014).

По данным А.А. Бородавченко (2011), за счет десикации улучшается качество урожая (посевные качества, выполненность семян, содержание жира), активизируется отток пластических веществ в плоды и семена. Так, С.А. Тулькубаевой (2015) для условий Костанайской области оптимальным сроком десикации льна масличного определен период за 10 дней до уборки, что позволило увеличить урожайность культуры на 5-7%. Установлено, что обработанные варианты льна масличного обеспечивают наибольший выход масла.

Уборку льна масличного ведут теми же машинами, которые применяют на зерновых колосовых культурах. При скашивании используют навесные жатки (ЖВН-6А; ЖНС-6-12), а также прицепную валковую жатку ЖВ-4,9. Лен скашивается труднее, чем зерновые, поэтому к режущему аппарату жаток предъявляются повышенные требования: он не должен иметь выщербленных и изношенных сегментов ножа и вкладышей пальцев, тщательно должны быть отрегулированы ход ножа и зазоры. Необходимо применять усиленные сегменты. Для повышения качества работы жаток рекомендуют увеличить частоту колебаний ножа до 647 кол./мин. путем изменения передаточного числа привода рабочих органов. Для скашивания стеблей на ножи ставят гладкие сегменты (Елисеев С.Л., Ренев Е.А., Бояршинова Е.В., 2021).

Таким образом, исследования показывают возможности получения достаточно высоких урожаев семян льна масличного при возделывании адаптированных к зональным условиям сортов и применении эффективных элементов технологий.

2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Агроклиматические условия зоны

Тюменская область расположена на территории Западно-Сибирской равнины и занимает её значительную часть. Земельный фонд области составляет 146,6 млн. га. Сельскохозяйственные угодья занимают чуть больше 20% всей территории области. Область отличается суровыми природно-климатическими условиями, большинство территории отнесено к районам Крайнего Севера или приравнено к ним. По природно-климатическим условиям территория южной части Тюменской области разделена на четыре агроклиматические зоны: тайга, подтайга, северная и южная лесостепь. Исследования проводились в северной лесостепи, которая представляет собой расчлененную, слабо заболоченную равнину. Погода в период активной вегетации является одним из важнейших факторов продуктивности сельскохозяйственных культур. Как показывают многочисленные исследования, проводимые в разных природно-климатических зонах, доля влияния погоды в формировании урожая составляет 30-60%, оставляя далеко позади механические обработки почвы и минеральные удобрения. Общеизвестно, что селекционеры при создании новых сортов берут за основу экологическую пластичность и устойчивость к неблагоприятным погодным условиям (Иваненко А.С., Кулясова О.А., 2008).

Для лесостепной зоны Тюменской области характерна холодная продолжительная зима, тёплое непродолжительное лето, короткий безморозный период, возможны поздние весенние и ранние осенние заморозки.

Постоянный снежный покров образуется в середине ноября, а максимальная его высота (35-45 см) формируется во второй половине марта.

Глубина промерзания почвы может быть до 190–200 см.

В зонах тайги и подтайги весна характеризуется как теплая и влажная, а в лесостепной зоне в этот период осадков недостаточно.

Направление ветров осенью, зимой и весной в основном юго-западное.

Переход среднесуточной температуры воздуха через 0°C и разрушение снежного покрова наблюдается в середине апреля. В мае отмечаются похолодания. Поздние весенние заморозки наблюдаются до 3 декады мая, иногда отмечаются в первой декаде июня.

Летний период характеризуется большим количеством осадков, которые выпадают чаще всего во второй половине лета. В летний период продолжительность дня достигает 18 часов, это благоприятно отражается на

Для летнего периода характерны часто повторяющиеся северо-западные и северные ветры.

Осень отличается пасмурной прохладной погодой, осадки – умеренные или обильные. Ранние осенние заморозки фиксируются, как правило, во второй половине сентября, реже – в третьей декаде августа. Возврат теплой погоды возможен во второй декаде сентября

Переход среднесуточной температуры воздуха через 0°C отмечается во второй декаде октября.

Из годового количества осадков (348–429 мм) половина выпадает в летний период. За последние 5 лет сумма положительных температур находится на уровне 1755–2033°C, продолжительность теплого периода составляет 112–199 суток. Глубина промерзания почвы 90–220 см. Среднегодовые скорости ветра 4–5 м/с (Иваненко А.С., Кулясова О.А., 2008).

Для роста и развития сельскохозяйственных культур очень важные факторы тепло- и влагообеспеченность. К началу полевых работ запасы продуктивной влаги в почве составляют 70–80% полной влагоемкости. Гидротермический коэффициент за последние 5 лет составил в зависимости агроклиматической зоны 1,2 – 2,5.

Зона северной лесостепи располагает наибольшей площадью пашни (около 50% сельскохозяйственных угодий) в сравнении с другими агроклиматическими зонами.

Особенности температурного режима зоны: холодная продолжительная зима, короткое теплое лето, непродолжительные переходные сезоны весна и осень, поздние весенние и ранние осенние заморозки, короткий безморозный период.

В северной лесостепи сумма положительных температур за период активной вегетации составляет 1786–1932°C. Безморозный период составляет в среднем 98–121 суток с колебаниями от 62 до 160 суток. Средняя дата наступления последнего заморозка весной – 19–29 мая, а первого заморозка осенью – 5–21 сентября. В сентябре бывают продолжительные затяжные дожди.

Сумма осадков за год в северной лесостепи составляет 363–422 мм, из них в теплый период выпадает до 359 мм. При этом почти третья часть всех осадков теплого периода выпадает в апреле – июне. 50% осадков выпадает в июле-сентябре, что сильно усложняет уборку урожая. В метровом слое почвы в большинстве лет Запасов влаги в почве в течение всего вегетационного периода бывает достаточно, но в пахотном слое часто наблюдается ее дефицит. Примерно раз в три года наблюдается воздушная и частично почвенная засуха (Логинов Ю.П., Клиндюк А.М., 2002).

Почвы северной лесостепи в основном лугово-черноземные, а также из чернозем выщелоченный и оподзоленный, встречаются и другие типы почв.

В центральной и восточной части зоны преобладают черноземы (выщелоченный и оподзоленный), эти почвы содержат до 5–8% гумуса, обладают мощным гумусовым горизонтом– 25–45 см. Доступного растениям азота черноземы содержат 8-10 мг на 100 г почвы, калия – 20–25 мг, что считается достаточным. Во всех черноземных почвах недостаточно фосфора около 4–5 мг на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора – нейтральная.

Уборка сельскохозяйственных культур часто осложняется неблагоприятными погодными условиями, так как в начале сентября обычно бывают продолжительные дожди и уже возможны первые осенние заморозки.

2.2 Погодные условия в период проведения исследований

Погодные условия вегетационного периода 2018 г. Первая декада мая была холодная (рис. 1). В этот период выпало 55 мм осадков, что более чем в 5 раз выше нормы (рис. 2). Пониженная температура и обильные дожди способствовали влагозарядке почвы, но существенно задерживали начало весенних работ в поле.

Во второй декаде оставалась холодная погода – среднедекадная температура была равна 7,8 °С, что существенно меньше среднегодовых значений. В этот период выпали незначительные осадки (до 3 мм), но это не оказало влияния на условия увлажнения пахотного горизонта почвы. В третьей декаде мая установились теплые дни. Посевные работы прошли при оптимальной погоде, которую можно было охарактеризовать как умеренно-теплую и влажную. В третьей декаде выпало 24 мм осадков, что в 2 раза выше нормы.

В первой декаде июня среднедекадная температура чуть отставала от многолетних значений – 11,4 градуса по Цельсию. Осадки в этот период практически отсутствовали – 4 мм при норме 23 мм.

Во второй декаде июня погода оставалась прохладной с дневными пиками прогрева воздуха до 18-23 °С, но с обязательным понижением температуры в ночное время до 8-10 градусов. Это положительно сказывалось на сохранении дождевых осадков, количество которых в эту декаду составило 28 мм при 20 мм.

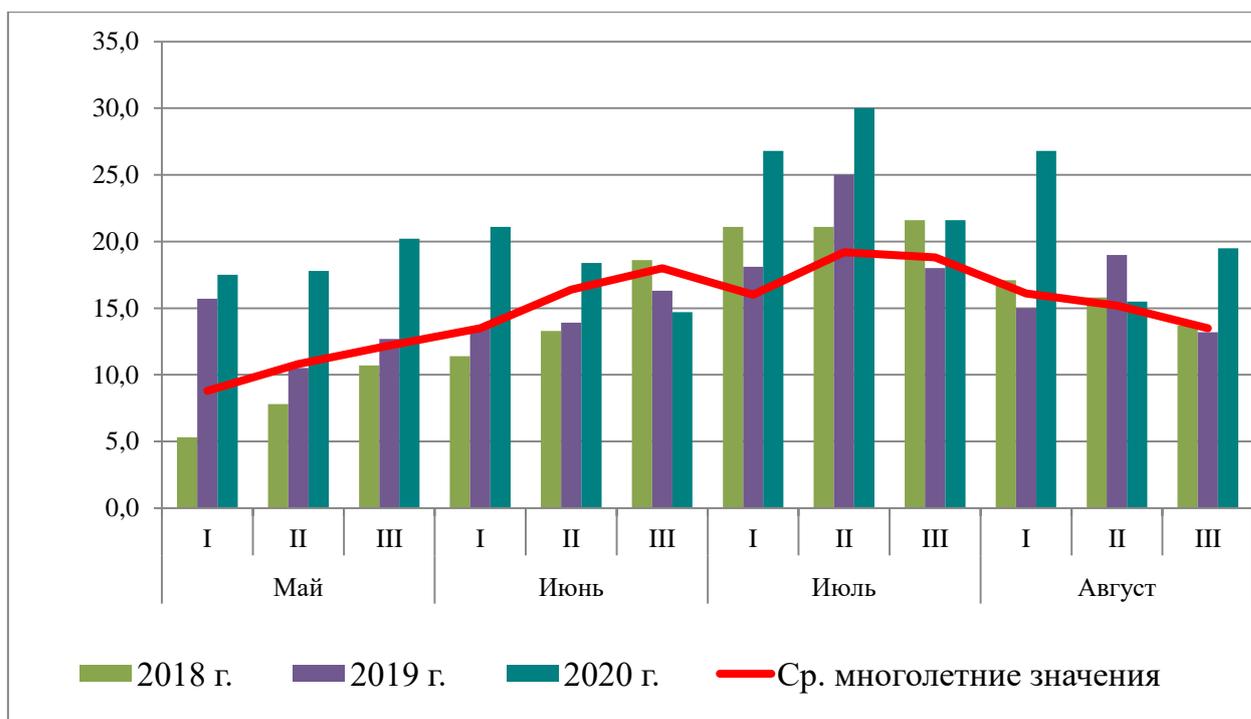


Рисунок 1 – Температура воздуха в период вегетации льна, °С

В третьей декаде июня температура воздуха соответствовала среднемноголетним значениям (18,0 °С). В это время выпало 26 мм осадков в виде дождей различной интенсивности. Норма осадков в эту декаду для Тюменского района составляет 20 мм.

Июль 2018 года был жарким и по температурному режиму превышал среднемноголетние значения на 10-30 %. В первой декаде июля дожди отсутствовали, во второй декаде прошли обильные осадки в размере 43 мм при многолетней норме 29 мм. Этих осадков хватило на третью декаду, которая характеризовалась незначительными осадками – 6 мм.

Процесс созревания сельскохозяйственных культур в 2018 году проходил при незначительном превышении среднедекадных температур воздуха относительно многолетних показателей. Температура воздуха постепенно снижалась с 17,1 в первой декаде, до 13,7 градусов по Цельсию в третьей декаде августа. В целом необходимо отметить, что август был умеренно теплым и влажным. Это сказалось на характере созревания и внесло

определенные коррективы в уборочные работы. Таким образом, вегетационный период 2018 года был теплым и влажным.

Погодные условия вегетационного периода 2019 года. В первой декаде мая температура воздуха была намного выше среднеемноголетнего уровня, во второй и третьей соответствовала многолетним значениям. Осадки обеспечили оптимальное увлажнение почвы к моменту посева сельскохозяйственных культур.

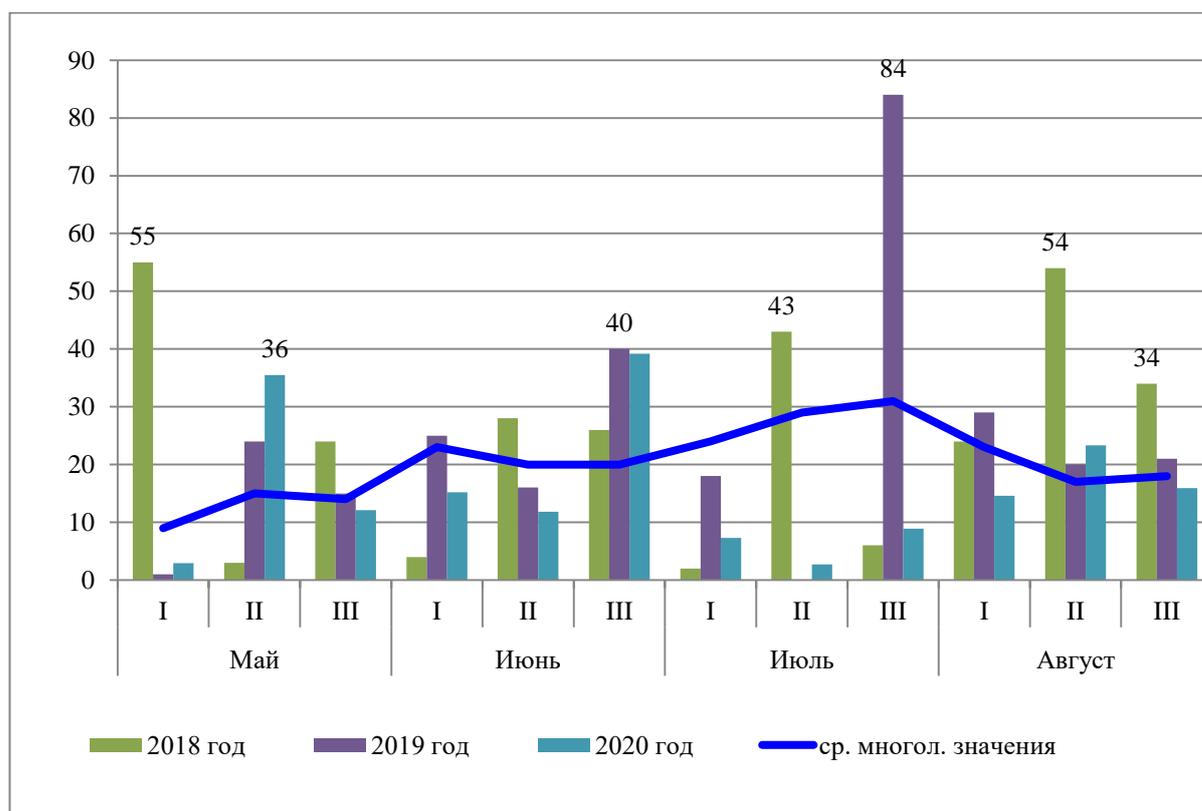


Рисунок 2 – Количество осадков в период вегетации льна, мм

Всходы и развитие растений льна в июне проходили в оптимальных гидротермических условиях: среднедекадные температура и осадки были близки к климатическим значениям.

Июль характеризовался жаркой погодой, особенно в первой и второй декадах при дефиците осадков в этот период. В третьей декаде июля температура снизилась до среднеемноголетних значений и составила 18 °С, а

осадки в количестве 84 мм (при норме 31 мм) обеспечили хорошую влагообеспеченность посевов.

Август 2019 года не имел серьезных отличий от среднемноголетних показателей. Необходимо отметить незначительное превышение температуры (19 °С) во второй декаде, что положительно сказалось на процессе созревания.

Таким образом вегетационный период 2019 года можно охарактеризовать как теплый и влажный. Количество осадков с мая по август составило 293 мм, что на 21% выше нормы по Тюменскому району.

Погодные условия вегетационного периода 2020 года. Средняя температура воздуха в мае была значительно выше многолетних значений. Осадки, выпавшие во второй декаде мая, обеспечили достаточное увлажнение почвы, что обеспечило относительно благоприятные условия для прорастания семян.

В первой декаде июня температура оставалась на отметке 21,1 °С. Вторая и третья декады характеризовались постепенным понижением температуры воздуха до 18,4 и 14,7 °С соответственно. Это дало возможность стабилизировать влагозапасы в почве, особенно за счет осадков третьей декады июня – 39 мм фактически, при норме 20 мм. Растения на полях в это время быстро набрали вегетативную массу, тем самым существенно уменьшив физическое испарение влаги с поверхности почвы.

Июль характеризовался высокими температурами и дефицитом осадков. На полях появились признаки атмосферной засухи.

На формирование урожая положительно сказались умеренные осадки первой декады августа, температура воздуха в этот период была высокой – достигла 26,8 °С. Во второй половине августа установилась теплая погода с количеством осадков близким к многолетнему уровню.

В целом вегетационный период 2020 года можно охарактеризовать как жаркий и сухой. Количество осадков с мая по август составило 189 мм, что составляет 78% от нормы.

Таким образом, годы исследований можно охарактеризовать следующим образом: 2018 и 2019 – теплые и влажные; 2020 – жаркий и сухой. Данные годы были относительно благоприятными для произрастания льна масличного.

2.3 Материал, методика и условия проведения исследований

Опытное поле ГАУ Северного Зауралья, размещается на территории УЧХОЗа около д. Утёшево. Рельеф территории равнинный с редкими блюдцеобразными понижениями. Почвообразующие породы представлены карбонатными покровными суглинками. Чернозем выщелоченный, маломощный, тяжелосуглинистый (Каретин Л.Н., 1990; Еремин Д.И., 2010).

Разрез 1. Опытное поле. Вскипание от НС1 с 100 см (описание сделано Д.И. Ереминым, проф. кафедры почвоведения и агрохимии)

$A_{\text{пах}}$ – 0-30 см. черный, уплотненный, свежий, тяжелосуглинистый, глыбистокомковатый. Встречается много корней, песчинки на поверхности структурных отдельностей. Переход в следующий горизонт постепенный.

A – 30-38 см. зернисто-комковатой, плотнее вышележащего горизонта. Переход постепенный.

AB_1 – 38-46 см. Темно-серый с буроватым оттенком, уплотнен, свежий, тяжелосуглинистый. Структура комковато-ореховатая. Встречается много корней, песчинки на агрегатах. Переход неровный.

B_2 – 46-90/115 см. Светло-бурый, плотный сверху, к низу плотность уменьшается, свежий, среднесуглинистый. Структура ореховатая. Встречаются корни и отпечатки корней, в верхней половине часто встречается галька размером не более 1,0 см и песчинки. Переход по структуре и плотности постепенный. Не вскипает.

B_k – 91-116/185 см. Неоднородной окраски: светло-бурые языки, идущие из верхнего горизонта, чередуются с желто-палевыми и палево-серыми языками, поднимающимися из нижнего горизонта. Тонкопористый, уплотнен, свежий, структура не выражена, среднесуглинистый. Встречаются корни, редкая галька. Вскипает от НС1, линия вскипания неровная, языковатая.

Карбонаты вверху в виде журавчиков и псевдомицелия, книзу – трубочки и псевдомицелий. Переход ясный (Ерёмин Д.И., 2008).

Содержание физической глины в пахотном слое составляет 36-47 %, что соответствует тяжелосуглинистой разновидности чернозема выщелоченного

Характер вертикального распределения гумуса резко убывающий, что характерно для пахотных черноземов Западной Сибири. Содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) достигает 9,0%. Запасы гумуса в метровом слое составляют 440 т/га.

Чернозем выщелоченный опытного поля характеризуется высокой суммой обменных оснований - 31-34 мг-экв/100 г почвы, что характерно для черноземных почв лесостепной зоны Зауралья. Гидролитическая кислотность в пахотном горизонте составляет 3,5-3,8 мг-экв/100 г почвы.

Опытный участок характеризовался благоприятными агрофизическими свойствами пахотного горизонта. Плотность сложения пахотного слоя перед посевом льна варьировала в пределах 1,00-1,18 г/см³; на глубине заделки семян путем предпосевного прикатывания формировали уплотненный слой (1,20 г/см³), что позволило провести посев с максимально выровненной глубиной заделки семян. Структура верхнего слоя (0-10 см) характеризовалась как зернисто-мелкокомковатая, что оптимально для сева мелкосемянных культур. Это обеспечило максимальный контакт семян с почвой и благоприятно сказалось на процессе прорастания льна.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный, средне гумусовый, тяжелосуглинистый, сформировавшийся на покровных суглинках с проявлением незначительной слоистости. Региональной особенностью черноземов, выщелоченных Северного Зауралья является неустойчивый азотный режим. Содержание нитратного азота в пахотном слое перед посевом льна в среднем за годы исследований составляло 5,5-6,7 мг/кг почвы, что соответствовало очень низкой степени обеспеченности растений азотом. Наличие предшественника первой группы (занятой пар) не

обеспечивало устойчивого повышения азотом последующих культур. Данный факт неоднократно освещался в работах кафедры почвоведения и агрохимии ГАУ Северного Зауралья. В среднем за вегетационный период пахотные черноземы Северного Зауралья высвобождают 60-80 кг/га азота текущей нитрификации, который практически полностью расходуется вегетирующими растениями.

Опытный участок характеризовался средней обеспеченностью подвижным фосфором (50-100 мг/кг почвы по Чирикову). Фактическое содержание доступных растениям фосфатов в пахотном слое опытного участка в среднем за три года исследований было равно 82 мг/кг почвы, что обеспечивало на 75-85% планируемую урожайность льна масличного. Для стабилизации фосфорного режима необходимо было предусмотреть дополнительное внесение фосфорных удобрений в весенний период. Это также имело стимулирующий эффект развития льна, поскольку в начальный период роста он не может эффективно поглощать почвенный фосфор.

Черноземные почвы Зауралья характеризуются большими запасами подвижного калия, что является региональной особенностью. На опытном участке содержание калия в годы проведения исследований было стабильным и составило 210-220 мг/кг, что соответствовало очень высокой обеспеченности. Однако, несмотря на высокие запасы калия в почве, лён всегда положительно реагирует на дополнительное внесение калия в виде удобрений. Это было учтено при разработке системы удобрений на планируемую урожайность льна масличного.

Предшественник в опытах – однолетние травы.

Опыт 1. Изучение коллекции образцов льна масличного

Изучен 31 образец Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова с целью выявления наиболее перспективных в местных условиях. Перечень изучаемых образцов прилагается (приложение А). Площадь делянки в опыте 1 м².

Сеяли коллекцию образцов льна масличного сеялкой ССФК-10, убирали –вручную.

Наблюдения и учеты в опыте выполнены по рекомендациям ВИР.

В период вегетации проводились фенологические наблюдения: всходы; созревание.

Всходы учитывались в фазу ёлочка путем подсчета растений на площади 0,25 м².

Уборка участков осуществлялась вручную, снопы обмолачивали на лабораторной молотилке МК-1м, очищали семена на пневмосортировальной зерноочистительной машине ПСМ-0,5. Так как после очистки удалялось некоторое количество семян льна, и фактическая урожайность получилась сниженной, целесообразно было показать биологическую урожайность.

Биологическую урожайность определяли по формуле А.П. Колотова (2019):

$$У \text{ биол.} = А * В * С * М * 10^{-5},$$

где У биол. – биологическая урожайность семян, т/га;

А – число растений на 1 м² перед уборкой, шт.;

В – число коробочек на 1 растении, шт.;

С – число семян в 1 коробочке, шт.;

10⁻⁵ – коэффициент для пересчета урожайности в т/га.

В нашей работе биологическая урожайность образцов коллекции приведена в г/м².

Опыт 2 Влияние норм высева и удобрений на продуктивность и качество семян сортов льна масличного

Варианты:

1. 7 млн всх. семян на 1 га (57-65 кг/га в зависимости от сорта);
2. 8 млн всх. семян на 1 га (66-74 кг/га);
3. 9 млн всх. семян на 1 га (74-83 кг/га);
4. 10 млн всх. семян на 1 га (82-93 кг/га).

Варианты с нормами высева изучались на разных фонах минерального

питания:

1. Без удобрений (контроль);
2. $N_{65} P_{17} K_{17}$ (в расчете на урожайность семян 2,0 т/га; средний фон);
3. $N_{90} P_{25} K_{25}$ (в расчете на урожайность семян 3,0 т/га; повышенный фон).

Для расчета нормы удобрений на планируемую урожайность льна масличного применялся метод элементарного баланса, учитывающий фактическое содержание питательных веществ в пахотном слое перед посевом. Количество усваиваемых макроэлементов рассчитывали с учетом коэффициента использования их из почвы: азот – 60%; фосфор и калий 8 и 20% соответственно. Азот текущей нитрификации – 60 кг/га. Общий вынос NPK рассчитывали путем умножения планируемой урожайности (2,0 и 3,0 т/га) на хозяйственный вынос: азот – 50 кг; фосфор – 10 кг и калий – 80 кг на тонну семян. Недостающую часть питательных веществ вносили в виде минеральных удобрений, дозы которых в годы исследований представлены в таблице 1. В среднем за три года дозы минеральных удобрений не отличались в сильной степени друг от друга, что свидетельствует об однородности опытного участка по плодородию.

В среднем доза удобрений на планируемую урожайность 2,0 т/га семян льна масличного была равна $N_{65} P_{17} K_{17}$ кг д.в./га; для получения 3,0 т/га необходимо было внести дозу $N_{90} P_{25} K_{25}$. В качестве минеральных удобрений в опыте использовали аммиачную селитру, с содержанием азота 34,5%; и аммофоску ($N_{16} P_{16} K_{16}$). Удобрения вносились вручную под предпосевную культивацию на глубину 8-10 см, что обеспечивало благоприятные условия прорастания льна и отсутствие вероятности ожогов корневой системы.

Норма внесения удобрений в физическом весе составила в среднем за годы исследований: на варианте с планируемой урожайностью 2,0 т/га семян – 130 кг/га аммиачной селитры и 105 кг азофоски. Для получения 3,0 т/га семян льна физический вес вносимых удобрений был выше: аммиачная селитра 200 кг/га и аммофос - 160 кг/га.

Лён наиболее интенсивно потребляет из почвы элементы питания во время роста и образования репродуктивных органов.

Таблица 1 – Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность

Планируемая урожайность, т/га	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
2,0	65	17	17	60	16	16	65	17	17
3,0	90	25	25	90	24	24	90	25	25

В исследования включены сорта, допущенные к возделыванию в Западно-Сибирском регионе: Август, Сокол, Исилькульский, Легур. Сорта созданы в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении "Сибирская опытная станция Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур имени В. С. Пустовойта".

Характеристика сортов прилагается (приложение Б).

Сеяли лён масличный в третьей декаде мая сеялкой ССФК-10, площадь делянки 11,25 м², повторность – четырехкратная, размещение делянок рендомизированное. Убирали посевы комбайном TERRION-2010.

Наблюдения и учеты в опытах. Наблюдения и оценка образцов льна масличного по морфологическим, хозяйственно-ценным признакам, учеты и наблюдения в полевых опытах, а также математическая обработка результатов исследований выполнены в соответствии с «Методическими указаниями по изучению коллекции льна вида *L. Usitatissimum*» (1988), Методикой проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами (2010) и Методикой полевого опыта (Доспехов Б.А., 2011).

В период вегетации проводились фенологические наблюдения по фазам развития растений: всходы; ёлочка, бутонизация; цветение; созревание.

Полевая всхожесть учитывалась в фазу ёлочки путем подсчета растений на площади 0,25 м² (два рядка длиной 83,3 см) (количество всходов на 1 м²).

Урожайность учитывалась путем обмолота и взвешивания семян со всей делянки. При учете урожая определялась влажность и засоренность семян льна масличного с дальнейшим пересчетом на 100% чистоту и 10% влажность.

Перед уборкой отбирались пробные снопы с площадок и проводился анализ элементов структуры урожая:

- общее количество растений на 1 м²;
- число коробочек на одном растении;
- число семян с растения;
- масса семян с растения, г;
- масса 1000 семян.

Для оценки качества семян составляли объединенную пробу семян с 4-х повторностей и из нее выделяли среднюю пробу 2 кг, в которой определялось содержания жира – на приборе ЯМР-анализатор АМВ-1006М.

Статистическая обработка результатов исследований выполнена методом дисперсионного и корреляционного анализа по Доспехову Б.А. (2011).

3 Результаты изучения образцов льна масличного коллекции ВИР

Увеличение урожайности семян льна масличного в большой степени связано с подбором и созданием высокопродуктивных сортов, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям.

В условиях Среднего Урала и Среднего Предуралья, по сведениям А.П. Колотова и С.Л. Елисеева (2014), наиболее перспективным является сорт Северный. Сорт достаточно продуктивный, а стабильность урожайности во многом связана с высокой массой 1000 семян.

Для условий Сибири создаются сорта льна масличного на Сибирской опытной станции – филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта». К возделыванию в производстве рекомендован раннеспелый сорт Август, имеющий высокое содержание масла в семенах. Для развития новых направлений использования льнопродукции на станции проводится селекционная работа по созданию сортов льна масличного с изменённым жирно-кислотным составом масла (Минжасова А.К, Лошкомойников И.А., 2016). Учеными этого учреждения оптимизирован комплекс элементов технологии возделывания льна масличного в регионе (Рекомендации по возделыванию льна масличного, 2011).

Об экономической эффективности возделывания льна масличного в условиях Сибири сообщает А.К. Сулейменова (2019) – можно получать чистый доход на уровне 20 и более тыс. руб. с 1 га.

При возделывании льна масличного в условиях Среднего Урала получают урожайность от 1,84 до 2,06 т/га (Колотов А.П., 2017). Установлено, что масличность семян и жирнокислотный состав масла в большей степени определяются генотипом в сравнении с влиянием условий выращивания.

Новые сорта льна масличного в Курганской области формировали урожайность 2,3-2,6 т/га, содержание масла в семенах достигало 49,5-53,0 %, содержание белка – до 33% (Купцевич Н.А. и др., 2018). Отмечено, что семена

сортов ЛМ 98 и Итиль, которые имеют желтую окраску, представляют особую ценность как сырье.

В Тюменской области изучены сорта льна масличного Август, Легур, Исилькульский и Сокол (Сатаев А.О. и др., 2019; Сорокин Д.К. и др., 2019). Установлено повышенное содержание белка в семенах сорта Исилькульский – до 26,8%. Высокой масличностью (до 51,6%) характеризовались семена сорта Август. Отмечено значительное влияние возрастающих норм удобрений на увеличение содержание белка в семенах изучаемых сортов.

В Тюменской области впервые изучены образцы льна масличного мировой коллекции по хозяйственно-ценным признакам, выделены и рекомендованы практической селекции наиболее перспективные из них.

3.1 Густота всходов

Для получения высокого урожая с хорошим качеством продукции очень важно, чтобы всходы были дружные, полноценные, оптимальной густоты. Это обеспечивает высокий уровень агротехники и высокие посевные качества семян (Крючков Н.М. и др., 1996). Полевая всхожесть может снизиться при неблагоприятных погодных условиях, разной глубине посева, других нарушениях технологии возделывания (Максименко В.П. и др., 1975). Вместе с тем, отмечается, что даже при оптимальных условиях, т.е. при хорошей подготовке почвы, высоком качестве семян и нормальной глубине посева, 25-30% семян не дают всходов (Неттевич Э.Д., 1976).

Количество всходов у большинства образцов коллекции в 2018 г. было снижено в сравнении с последующими годами (таблица 2). Это можно объяснить сложившимися погодными условиями в период прорастания семян: в конце мая – начале июня наблюдалась пониженная температура воздуха.

В 2018 году из коллекции выделился ряд образцов с высоким показателем количества всходов: Кинельский 2000 (к-8409), Исток (к-8677), Ручеек (к-7964) происхождением из России – их показатели превысили среднее значение по коллекции на 59-87 шт./м².

Таблица 2 – Количество всходов у образцов льна масличного коллекции ВИР

№ по каталог у	Название образца	Происхождение, страна	Количество всходов, шт./м ²			
			2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018-2020 гг.
5579	Воронежский 1308/138	Россия	388	380	376	381
5831	ВИР 1650	Россия	368	375	376	373
6056	Бахмальский 1056	Узбекистан	368	363	371	367
6190	Карабалакский 3	Казахстан	404	386	391	394
6986	Сибирский -397	Россия	392	388	385	388
7481	Исилькульский	Россия	384	374	388	382
7822	Циан	Россия	396	390	381	389
7964	Ручеек	Россия	412	393	396	400
8053	Галляарал-3	Узбекистан	380	378	400	386
8156	Северный	Россия	308	356	377	347
8157	Легур	Россия	304	373	370	349
8158	Сокол	Россия	356	388	391	378
8218	Micael	Франция	396	387	376	386
8220	Oliver	Франция	344	356	349	350
8409	Кинельский 2000	Россия	412	398	399	403
8576	ЛМ-92	Россия	236	387	397	340
8604	Kaolin	Франция	392	403	395	397
8606	Omega	Канада	412	398	400	403
8609	Prairie Blue	Канада	412	398	395	402
8610	McBeth	Канада	332	387	390	370
8611	McDuff	Канада	412	400	398	403
8677	Исток	Россия	440	399	389	409
8710	Чибик(Чибис)	Украина	400	413	398	404
8711	Эврика	Украина	392	397	389	393
8716	Гиссарский-10	Таджикистан	304	321	331	319
8729	Ва Ya No.12	Китай	356	379	381	372
8799	Август	Россия	396	394	400	397
8815	Вауа No 7	Китай	400	413	418	410
8818	ВаxuanNo 3	Китай	412	396	376	395
8863	Bethune	Канада	392	387	398	392
8871	ЛМ 98	Россия	264	368	401	344
В среднем по образцам коллекции			373	385	387	381

Высокими показателями характеризовались образцы Omega(к-8606), Prairie Blue (к-8609), McDuff (к-8611) из Канады, а также сорт из Казахстана Карабалакский-3 и сорт Китайской селекции ВаxuanNo - 3; их показатели в пределах 404-412 шт./м².

В условиях 2019 года по количеству всходов выделились образцы (к-8611) McDuff Канадского происхождения, (к-8604) Kaolin из Франции, (к-8710) Чибик (Чибис) из Украины (400-413 шт./м²).

В 2020 году лучшими по всхожести были образцы: (к-8053) Галляарал-3 из Узбекистана, (к-8606) Omega из Канады и два сорта Российской селекции Август (к-8799) и ЛМ-98 (к-8871), они превысили средний показатель на 13 шт./м². В условиях этого года наибольший показатель по количеству всходов зафиксирован у образца Вауа No 7 (к-8815) Китайской селекции - 418 шт./м².

В среднем за годы изучения высокие показатели отмечены у образцов: Кинельский 2000 (к-8409), Исток (к-8677), Ручеек (к-7964) происхождением из России, Omega (к-8606), Prairie Blue (к-8609) и McDuff (к-8611) из Канады, Чибик (Чибис) (к-8710) из Украины, Вауа No 7 (к-8815) Китайской селекции (400-410 шт./м²).

Сохранность растений к уборке является важным условием обеспечения планируемых урожаев. Для формирования высокопродуктивного агрофитоценоза необходимо создать оптимальную густоту стояния растений. Это благоприятно влияет на ростовые процессы, структуру урожая, развитие растений. Величина урожая сельскохозяйственных растений во многом зависит от плотности посева. Хорошая сохранность растений обеспечивает оптимальную плотность посева. В таких условиях снижается испарение влаги, лучше затеняется почва, уменьшается засоренность посева.

Сохранность растений к уборке у образцов коллекции была достаточно высокой – в среднем по образцам показатель составил в 2018 г. 86%, в последующие годы – 97% (таблица 3).

В 2018 г. Наиболее высокими показателями сохранности растений к уборке (95% и более) характеризовались образцы: Сибирский -39, Циан, Легур из Росси, Карабалакский 3 из Казахстана, Галляарал-3 из Узбекистана. В 2019 г. лучше всего сохранились растения у образцов Исилькульский и Циан из России, Гиссарский-10 из Таджикистана: их показатель – 99%

Таблица 3 – Сохранность растений к уборке у образцов льна масличного коллекции ВИР, %

№ по каталогу	Название образца	Происхождение, страна	Сохранность растений к уборке, %			
			2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018-2020 гг.
5579	Воронежский 1308/138	Россия	94	97	98	96
5831	ВИР 1650	Россия	80	98	97	92
6056	Бахмальский 1056	Узбекистан	88	98	97	95
6190	Карабалакский 3	Казахстан	95	97	98	97
6986	Сибирский -397	Россия	95	98	98	97
7481	Исилькульский	Россия	93	99	96	96
7822	Циан	Россия	96	99	98	98
7964	Ручеек	Россия	84	97	97	93
8053	Галляарал-3	Узбекистан	95	96	98	96
8156	Северный	Россия	92	96	97	95
8157	Легур	Россия	99	97	97	98
8158	Сокол	Россия	81	97	98	92
8218	Micael	Франция	81	96	97	91
8220	Oliver	Франция	93	98	95	95
8409	Кинельский 2000	Россия	71	98	97	88
8576	ЛМ-92	Россия	71	97	97	91
8604	Kaolin	Франция	83	96	99	92
8606	Omega	Канада	87	96	97	94
8609	Prairie Blue	Канада	97	96	98	97
8610	McBeth	Канада	87	96	99	94
8611	McDuff	Канада	91	97	96	95
8677	Исток	Россия	91	95	96	94
8710	Чибик(Чибис)	Украина	86	95	97	93
8711	Эврика	Украина	92	97	95	95
8716	Гиссарский-10	Таджикистан	93	99	98	97
8729	Ва Ya No.12	Китай	70	95	98	91
8799	Август	Россия	81	98	96	92
8815	Вауа No 7	Китай	76	97	96	90
8818	ВахуанNo 3	Китай	83	97	96	92
8863	Bethune	Канада	70	96	95	87
8871	ЛМ 98	Россия	80	97	98	93
В среднем по образцам коллекции			86	97	97	94

В 2020 г. самой высокой сохранностью растений к уборке (на уровне 99%) отличались образцы: Kaolin из Франции и McBeth из Канады.

По средним данным за годы исследований можно выделить образцы льна, показатели которых на высоком уровне (97-98%): Сибирский -397, Циан,

Легур из России, Карабалакский 3 из Казахстана, Prairie Blue из Канады, Гиссарский-10 из Таджикистана. Образцы льна, характеризующиеся высокой сохранностью растений, обладают возможностями сохранения оптимальной густоты продуктивного стеблестоя в посевах.

3.2 Элементы структуры и урожайность образцов льна масличного

3.2.1 Количество растений перед уборкой

Густота стояния растений – лимитирующий элемент урожайности, поскольку она обусловлена наличием таких факторов, как вода, свет, температура, почвенное плодородие. Эти факторы оказывают влияние, прежде всего на прорастание семян, появление всходов и на показатель полевой всхожести (Живетин В.В., Гинзбург Л.Н. и др., 2002).

Количество растений к уборке, так же, как и количество всходов, в условиях 2018 г. у большинства образцов было сниженным в сравнении с последующими годами (таблица 4). Тем не менее, некоторые образцы характеризовались достаточно высокими показателями. Так, с показателем 400 растений на 1 м² выделились образцы Исток и Prairie Blue Российской и Канадской селекции. На уровне 384 шт./м² показатель у образца Карабалакский 3 селекции Казахстана. С показателем 360 шт./м² выделились образцы Эврика из Украины и Галляарал-3 из Узбекистана.

В 2019 году по количеству растений к уборке выделились образцы: Циан (к-7822), Август (8799), Кинельский 2000 (к-8409) из России, Prairie Blue (к-8609) и McDuff (к-8611) из Канады, Вауа No 7 (к-8815) из Китая, Kaolin (к-8604) из Франции, их показатели на уровне 387-400 шт./м².

Таблица 4 – Количество растений перед уборкой у образцов льна масличного коллекции ВИР

№ по каталогу	Название образца	Происхождение, страна	Количество растений перед уборкой, шт./ м ²			
			2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018-2020 гг.
5579	Воронежский 1308/138	Россия	364	370	368	367
5831	ВИР 1650	Россия	296	368	364	343
6056	Бахмальский 1056	Узбекистан	324	356	361	347
6190	Карабалакский 3	Казахстан	384	376	384	381
6986	Сибирский -397	Россия	372	382	376	377
7481	Исилькульский	Россия	356	369	372	366
7822	Циан	Россия	380	387	373	380
7964	Ручеек	Россия	348	381	384	371
8053	Галляарал-3	Узбекистан	360	364	391	372
8156	Северный	Россия	284	343	367	331
8157	Легур	Россия	300	362	360	341
8158	Сокол	Россия	288	377	382	349
8218	Micael	Франция	322	372	366	353
8220	Oliver	Франция	320	348	331	333
8409	Кинельский 2000	Россия	292	390	387	356
8576	ЛМ-92	Россия	168	376	386	310
8604	Kaolin	Франция	324	387	391	367
8606	Omega	Канада	360	383	388	377
8609	Prairie Blue	Канада	400	381	387	389
8610	McBeth	Канада	288	372	388	349
8611	McDuff	Канада	376	387	382	382
8677	Исток	Россия	400	380	373	384
8710	Чибик(Чибис)	Украина	344	391	386	374
8711	Эврика	Украина	360	384	371	372
8716	Гиссарский-10	Таджикистан	284	317	324	308
8729	Ва Ya No.12	Китай	248	359	373	339
8799	Август	Россия	322	387	384	364
8815	Вауа No 7	Китай	304	400	400	368
8818	ВахуанNo 3	Китай	340	384	362	362
8863	Bethune	Канада	276	371	380	342
8871	ЛМ 98	Россия	212	358	394	321
В среднем по образцам коллекции			322	373	375	357

В 2020 году наибольшим количеством растений к уборке отличался сорт Вауа No 7 (к-8815) Китайской селекции, его показатель составил 400 шт./м², что на 25 шт./м² выше среднего значения по образцам. Незначительно уступили ему ЛМ-98 из России – 394 шт./м², Галляарал-3 из Узбекистана – 391 шт./м², Kaolin из Франции – 391 шт./м².

В среднем за годы исследований лучшими показателями количества растений к уборке характеризовались Циан (к-7822) и Исток (к-8677) из России, Карабалакский 3 (к-6190) из Казахстана, Prairie Blue (к-8609) и McDuff (к-8611) из Канады. Их преимущество в сравнении со средним показателем по коллекции составило 23-32 шт./м².

3.2.2 Количество коробочек на растении

Урожай семян льна определяется не только густотой стояния растений, но и количеством коробочек и семян в них (Панников В.Д., 1964). По сведениям А.П. Колотова (2019), на Среднем Урале у высокопродуктивных посевов льна масличного количество коробочек на растении должно быть 10-11 шт.

Количество коробочек на растении в 2018 году в среднем по образцам коллекции составило 9 шт. (таблица 5). Наибольшее число коробочек на растении сформировали сорта ЛМ-92 (к-8576) из России – 12 шт. и Эврика (к-8711) из Украины – 13 шт. В 2019 году выделились по количеству коробочек на растении образцы: Ручеек (к-7964) из России и Галляарал-3 (к-8053) из Узбекистана с достаточно высоким показателем – 15 шт.

В 2020 году по рассматриваемому показателю выделились образцы: Сибирский-397 (к-6986) – 14 шт., ВИР 1650 – 12 шт. из России, Oliver (к-8220) – 12 шт. и Kaolin (к-8604) – 13 шт. из Франции, Эврика (к-8711) – 12 шт. из Украины.

Таблица 5 – Количество коробочек на растении у образцов льна масличного коллекции ВИР

№ по каталогу	Название образца	Происхождение, страна	Количество коробочек на растении, шт.			
			2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018-2020 гг.
5579	Воронежский 1308/138	Россия	9	12	9	10
5831	ВИР 1650	Россия	8	9	12	10
6056	Бахмальский 1056	Узбекистан	7	13	10	10
6190	Карабалакский 3	Казахстан	9	10	9	9
6986	Сибирский -397	Россия	11	8	14	11
7481	Исилькульский	Россия	8	9	10	9
7822	Циан	Россия	8	10	11	10
7964	Ручеек	Россия	9	15	10	11
8053	Галляарал-3	Узбекистан	9	15	9	11
8156	Северный	Россия	10	10	8	9
8157	Легур	Россия	7	8	9	8
8158	Сокол	Россия	9	7	9	8
8218	Micael	Франция	9	8	10	9
8220	Oliver	Франция	8	9	13	10
8409	Кинельский 2000	Россия	6	10	11	9
8576	ЛМ-92	Россия	12	10	10	11
8604	Kaolin	Франция	10	11	12	11
8606	Omega	Канада	11	9	10	10
8609	Prairie Blue	Канада	8	8	9	8
8610	McBeth	Канада	8	8	9	8
8611	McDuff	Канада	9	10	8	9
8677	Исток	Россия	9	13	10	11
8710	Чибик (Чибис)	Украина	10	12	11	11
8711	Эврика	Украина	13	10	12	12
8716	Гиссарский-10	Таджикистан	9	10	10	10
8729	Ва Ya No.12	Китай	8	9	11	9
8799	Август	Россия	8	8	10	9
8815	Вауа No 7	Китай	10	9	9	9
8818	Вахуан No 3	Китай	11	11	11	11
8863	Bethune	Канада	10	10	10	10
8871	ЛМ 98	Россия	9	13	9	10
В среднем по образцам коллекции			9	10	10	10

Учитывая средние показатели за годы изучения, можно заключить, что число коробочек на растении у большинства образцов было в пределах 9-11 шт., это близкие значения к среднему показателю по образцам коллекции. Самый высокий показатель (12 шт.) отмечен у сорта Эврика Украинской селекции, повышенный (11 шт.) относительно среднего значения – у

отечественных образцов Сибирский -397, Ручеек, ЛМ-92 и Исток, Галляарал-3 из Узбекистана, Kaolin из Франции, Чибик (Чибис) из Украины, Вахуан No 3 из Китая. Количество коробочек – показатель, который во многом зависит от условий выращивания (Мамырко Ю. В., Бушнев А. С., 2020). По сведениям А.П. Колотова и О.В. Синяковой (2015), в экстремальный по погодным условиям год на Среднем Урале одно растение льна масличного формировало от 8,6 до 11,0 коробочек. В наших исследованиях максимальное количество коробочек (15 шт.) сформировалось у образцов Ручеек из России и Галляарал-3 из Узбекистана в 2019 г. и минимальное (6 шт.) – у образца Кинельский 2000 из России в 2018 г.

3.2.3 Масса семян с растений и масса 1000 семян

Масса семян с растения – это сложный количественный признак, в значительной степени зависящий от условий произрастания, составных его частей (число семян с растения, число семян в коробочке, масса 1000 семян).

Как показывают данные таблицы 6, масса семян с растения у большинства образцов повышалась в 2019 г. относительно предыдущего года и в 2020 г. в сравнении с 2019 г. Средний показатель по образцам коллекции составил 0,60 г, 0,64 г, 0,69 г по годам соответственно. Возможно, такое увеличение связано с благоприятным сочетанием метеорологических факторов в период формирования семян у растений льна (повышенная температура воздуха и умеренное количество осадков в фазы елочка-бутонизация). Влияние этих факторов на элементы продуктивности льна масличного отражено в работе Т.Н. Лучкиной с соавторами (2020).

В условиях 2018 года по данному признаку выделился образец «Чибик (Чибис)» Украинской селекции с результатом 0,89 г семян с растения, а также Российский образец Исилькульский со значением 0,87 г, образец «Micael» из Франции – 0,78 г, образец McBeth из Канады – 0,76 г.

В 2019 году по показателю массы семян с растения выделился образец Российской селекции Исилькульский, его показатель превысил среднее значение по образцам коллекции на 0,14 г, также выделились образцы Чибик

(Чибис) из Украины (0,78 г), Август из России и Гиссарский-10 из Таджикистана со значением 0,71 г.

Таблица 6 – Масса семян с растения у образцов льна масличного коллекции ВИР

№ по каталогу	Название образца	Происхождение, страна	Масса семян с растения, г			
			2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018-2020 гг.
5579	Воронежский 1308/138	Россия	0,54	0,62	0,71	0,62
5831	ВИР 1650	Россия	0,72	0,66	0,69	0,69
6056	Бахмальский 1056	Узбекистан	0,63	0,64	0,70	0,66
6190	Карабалакский 3	Казахстан	0,49	0,57	0,71	0,59
6986	Сибирский -397	Россия	0,56	0,63	0,65	0,61
7481	Исилькульский	Россия	0,86	0,78	0,83	0,82
7822	Циан	Россия	0,44	0,63	0,67	0,58
7964	Ручеек	Россия	0,73	0,68	0,75	0,72
8053	Галляарал-3	Узбекистан	0,53	0,65	0,68	0,62
8156	Северный	Россия	0,53	0,58	0,65	0,59
8157	Легур	Россия	0,54	0,60	0,68	0,61
8158	Сокол	Россия	0,56	0,60	0,63	0,60
8218	Micael	Франция	0,78	0,65	0,71	0,72
8220	Oliver	Франция	0,63	0,63	0,65	0,64
8576	ЛМ-92	Россия	0,64	0,65	0,63	0,64
8604	Kaolin	Франция	0,52	0,60	0,62	0,58
8606	Omega	Канада	0,54	0,57	0,64	0,58
8609	Prairie Blue	Канада	0,47	0,58	0,75	0,60
8610	McBeth	Канада	0,76	0,69	0,79	0,75
8611	McDuff	Канада	0,63	0,70	0,71	0,69
8677	Исток	Россия	0,76	0,65	0,79	0,73
8710	Чибик (Чибис)	Украина	0,88	0,78	0,75	0,81
8711	Эврика	Украина	0,63	0,68	0,68	0,67
8716	Гиссарский-10	Таджикистан	0,64	0,71	0,72	0,69
8729	Ва Ya No.12	Китай	0,65	0,65	0,67	0,62
8799	Август	Россия	0,54	0,71	0,72	0,61
8815	Вауа No 7	Китай	0,58	0,61	0,62	0,61
8818	ВахuanNo 3	Китай	0,43	0,62	0,53	0,52
8863	Bethune	Канада	0,53	0,54	0,63	0,57
8871	ЛМ 98	Россия	0,49	0,56	0,60	0,55
В среднем по образцам коллекции			0,60	0,64	0,69	0,64

В 2020 году высокими показателями массы семян с 1 растения характеризовались следующие образцы: Исилькульский (0,83 г), Исток (0,79 г) и Ручеек (0,75 г) из России, McBeth (0,79 г) и Prairie Blue (0,75 г) из Канады,

За годы исследований по массе семян с 1 растения выделились образцы Российской селекции: Исилькульский (0,82 г), Исток (0,73), Ручеек (0,72 г); а

также образец Чибик (Чибис) из Украины (0,81 г), Micael из Франции (0,72 г) и McBeth из Канады (0,75г). Наибольшее значение признака отмечено у образца Чибик (Чибис) из Украины (0,88 г в 2018 г.), наименьшее – у образца Циан из России (0,44 г в 2018 г.).

Масса 1000 семян характеризует крупность и выполненность семян – это важный показатель продуктивности сорта. Как свидетельствуют результаты научных исследований (Мамырко Ю.В., Бушнев А.С., 2020; Виноградов Д.В. и др., 2021), величина признака в большей степени связана с генетическими особенностями сортов льна и в меньшей степени подвергается влиянию условий выращивания. Ряд изучаемых сортов льна отличались устойчивостью в формировании массы 1000 семян в разные годы: Воронежский 1308/138 (8,34-8,45 г), Сокол (8,58-8,69 г), Август (8,56-8,87 г) и др. Вместе с тем отдельные сорта в большей степени реагировали на условия года, размах варьирования признака достигал 1,85 г и более: Легур, McDuff, Эврика и др.

В условиях 2018 года по массе 1000 семян выделились образцы из Канады «Omega» с показателем 9,34 г и Prairie Blue с показателем 9,25 г (таблица 7). Повышенный показатель у образца Гиссарский-10 селекции Таджикистана – 8,92 г. Выделились также сорта Август (8,87 г) и Сокол (8,65 г) из России, Micael из Франции (8,62 г), Ba Ya No.12 из Китая (7,69 г).

По данным 2019 года, высокой массой 1000 семян характеризовались образцы Micael из Франции (8,91 г), Август и Сокол (8,84 г; 8,58 г), Воронежский 1308/138 и ВИР 1650 (8,38 г; 8,52 г) из России. Следует отметить также сорт Prairie Blue Канадской селекции (8,32 г).

В 2020 году по массе 1000 семян выделились образцы: Исилькульский (8,03 г), Воронежский 1308/138 (8,45 г), Август (8,56 г), Сокол (8,69 г) из России. Из образцов зарубежной селекции высокими показателями характеризовались: Omega из Канады (8,77 г) и Micael из Франции (8,78 г).

Таблица 7 – Масса 1000 семян у образцов льна масличного коллекции ВИР

№ по каталогу	Название образца	Происхождение, страна	Масса 1000 семян, г			
			2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018-2020 гг.
5579	Воронежский 1308/138	Россия	8,34	8,38	8,45	8,39
5831	ВИР 1650	Россия	8,45	8,52	8,70	8,56
6056	Бахмальский 1056	Узбекистан	6,32	7,32	7,47	7,04
6190	Карабалакский- 3	Казахстан	5,41	5,37	6,00	5,59
6986	Сибирский -397	Россия	6,20	6,46	6,76	6,47
7481	Исилькульский	Россия	7,32	7,38	8,03	7,57
7822	Циан	Россия	6,36	6,38	6,98	6,57
7964	Ручеек	Россия	5,34	5,87	5,79	5,67
8053	Галляарал-3	Узбекистан	5,12	5,47	5,88	5,49
8156	Северный	Россия	6,18	6,56	6,68	6,47
8158	Сокол	Россия	8,65	8,58	8,69	8,64
8218	Micael	Франция	8,62	8,91	8,78	8,77
8220	Oliver	Франция	7,39	7,64	7,77	7,60
8409	Кинельский 2000	Россия	7,42	7,66	7,57	7,55
8576	ЛМ-92	Россия	6,98	6,58	6,42	6,66
8604	Kaolin	Франция	5,77	5,89	5,79	5,82
8606	Omega	Канада	9,34	7,63	8,77	8,58
8609	Prairie Blue	Канада	9,25	8,32	7,96	8,51
8610	McBeth	Канада	5,38	6,74	7,03	6,38
8611	McDuff	Канада	4,32	6,59	7,15	6,02
8677	Исток	Россия	3,98	6,34	6,88	5,73
8710	Чибик(Чибис)	Украина	6,85	6,32	6,97	6,71
8711	Эврика	Украина	4,32	6,59	7,05	5,99
8716	Гиссарский-10	Таджикистан	8,92	7,88	7,51	8,10
8729	Ва Ya No.12	Китай	7,69	7,97	6,98	7,55
8799	Август	Россия	8,87	8,84	8,56	8,76
8815	Вауа No 7	Китай	7,35	7,65	7,97	7,66
8818	ВахuanNo 3	Китай	4,33	5,87	6,56	5,59
8863	Bethune	Канада	6,85	6,97	6,66	6,83
8871	ЛМ 98	Россия	6,94	6,35	6,57	6,62
В среднем по образцам коллекции			6,85	7,09	7,25	7,06

В среднем за годы исследований наиболее высокие показатели массы 1000 семян отмечены у отечественных образцов: Август (8,76 г), Сокол (8,64 г), Воронежский 1308/138 (8,39 г) и ВИР 1650 (8,56 г). Среди образцов зарубежной селекции выделились Micael из Франции (8,77 г) и Гиссарский-10 из Таджикистана (8,10 г).

3.2.4 Урожайность и качество семян

Важнейшей проблемой сельскохозяйственного производства является увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур и возделывание высокоурожайных, устойчивых к стрессовым ситуациям и вредным организмам сортов (Марченкова Л.А., 2021). Для повышения продуктивности сортов льна масличного необходимо использовать генетическое разнообразие исходного материала с целью получения стабильных урожаев.

Высокая продуктивность сельскохозяйственных культур определяется возделыванием высококачественных адаптированных сортов, и использованием прогрессивных агротехнологий для конкретных почвенно-климатических зон (Носевич М.А. и др., 2015; Зыкин В.А., 2009; Немченко В.В. и др., 2009; Савельев В.А., 2011).

В наших исследованиях условия 2020 года были более благоприятными для формирования урожайности большинства образцов льна. Средняя урожайность по образцам коллекции в этом году составила 221 г/м² (таблица 8). Это незначительно превысило среднюю урожайность 2019 г. (на 5%) и более существенно – урожайность 2018 г. (на 42%). Как уже отмечалось, положительное влияние оказало сочетание повышенной температуры воздуха и наличия осадков в период формирования элементов продуктивности растений. В этих условиях в большей степени реализовали потенциал продуктивности образцы из России – ВИР 1650 (304 г/м²), Сибирский -397 (285 г/м²), Август (263 г/м²), образец Omega из Канады (272 г/м²), Oliver из Франции (267 г/м²), Эврика из Украины (251 г/м²).

Вместе с тем и в условиях 2018 г. ряд образцов отличались повышенной продуктивностью: Omega и Prairie Blue из Канады (259 и 237 г/м²), отечественные образцы – Воронежский 1308/138 (219 г/м²), Сибирский -397 (203 г/м²), Август (183 г/м²), Сокол (179 г/м²), образец Micael из Франции (200 г/м²), Чибик (Чибис) из Украины (189 г/м²), Гиссарский-10 из Таджикистана (182 г/м²), Вауа No 7 из Китая (179 г/м²).

Таблица 8– Урожайность* семян у образцов льна масличного коллекции ВИР, г/м²

№ по каталогу	Название образца	Происхождение, страна	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018-2020 гг.
5579	Воронежский 1308/138	Россия	219	298	224	247
5831	ВИР 1650	Россия	160	226	304	230
6056	Бахмальский 1056	Узбекистан	115	271	216	201
6190	Карабалакский 3	Казахстан	150	162	166	159
6986	Сибирский -397	Россия	203	158	285	215
7481	Исилькульский	Россия	167	196	239	201
7822	Циан	Россия	155	198	229	194
7964	Ручеек	Россия	134	268	178	193
8053	Галляарал-3	Узбекистан	133	239	166	179
8156	Северный	Россия	140	180	157	159
8157	Легур	Россия	137	158	164	153
8158	Сокол	Россия	179	181	239	200
8218	Micael	Франция	200	212	257	223
8220	Oliver	Франция	151	191	267	203
8409	Кинельский 2000	Россия	104	239	258	200
8576	ЛМ-92	Россия	113	198	198	170
8604	Kaolin	Франция	150	201	217	189
8606	Omega	Канада	259	210	272	247
8609	Prairie Blue	Канада	237	203	222	221
8610	McBeth	Канада	99	160	196	152
8611	McDuff	Канада	117	204	175	165
8677	Исток	Россия	115	251	205	190
8710	Чирик (Чибис)	Украина	189	237	237	221
8711	Эврика	Украина	162	202	251	205
8716	Гиссарский-10	Таджикистан	182	200	195	192
8729	Ва Ya No.12	Китай	122	206	229	186
8799	Август	Россия	183	219	263	222
8815	Вауа No 7	Китай	179	220	230	210
8818	ВаханNo 3	Китай	130	198	209	179
8863	Bethune	Канада	151	207	202	187
8871	ЛМ 98	Россия	106	236	186	176
В среднем по образцам коллекции			156	211	221	196

*Урожайность биологическая

В 2019 г. средний уровень урожайности (211 г/м²) значительно превысили отечественные образцы: Воронежский 1308/138 (+77 г/м²), Ручеек (+57 г/м²), Исток (+40 г/м²). Выделился также повышенной урожайностью образец Бахмальский 1056 из Узбекистана (271 г/м²).

В среднем за годы исследований наиболее высокой урожайностью характеризовались образцы: Воронежский 1308/138 из России и Omega из

Канады (превышение среднего значения по образцам коллекции на 26%), ВИР 1650 из России (+17%), Август из России, Prairie Blue из Канады, Чибик (Чибис) из Украины (+13%).

Следует отметить, что выделившиеся по урожайности образцы незначительно различались по степени варьирования признака (приложение В). Наименьший коэффициент вариации отмечен у образцов Prairie Blue из Канады (2,0%) и Чибик (Чибис) из Украины (3,2%), наибольший – у образца ВИР 1650 (8,1%), у остальных образцов, выделившихся по продуктивности, коэффициент вариации урожайности в зависимости от условий года находился в пределах 4,4-4,7%. На рисунке 3 показана степень сопряженности урожайности семян образцов льна масличного с другими хозяйственно-ценными признаками. Наиболее коррелируемый с урожайностью признак – масса 1000 семян ($r=0,675$). Взаимосвязь с урожайностью количества всходов положительная средняя ($r=0,310$), количества растений перед уборкой – положительная слабая ($r=0,258$), массы семян с растения – положительная слабая ($r=0,126$). Связь урожайности с масличностью семян практически отсутствует ($r=0,061$). Такие невысокие показатели взаимосвязи урожайности с другими хозяйственно-ценными признаками характерны для набора образцов коллекции, это отражено в исследованиях А.К. Сулейменовой (2019).

Масличность семян. Есть сведения, что генотипы льна значительно различаются по содержанию масла в семенах. У льна масличного этот признак варьирует в пределах 48-52%, достигая у отдельных сортов 54% (Ермаков А.И. и др., 1969; Ярош Н.П. и др., 1980). Такие различия по масличности ученые объясняют разным соотношением тканей в семенах разных генотипов льна и неодинаковым содержанием масла в этих тканях (Дьяков А.Б., 2006).

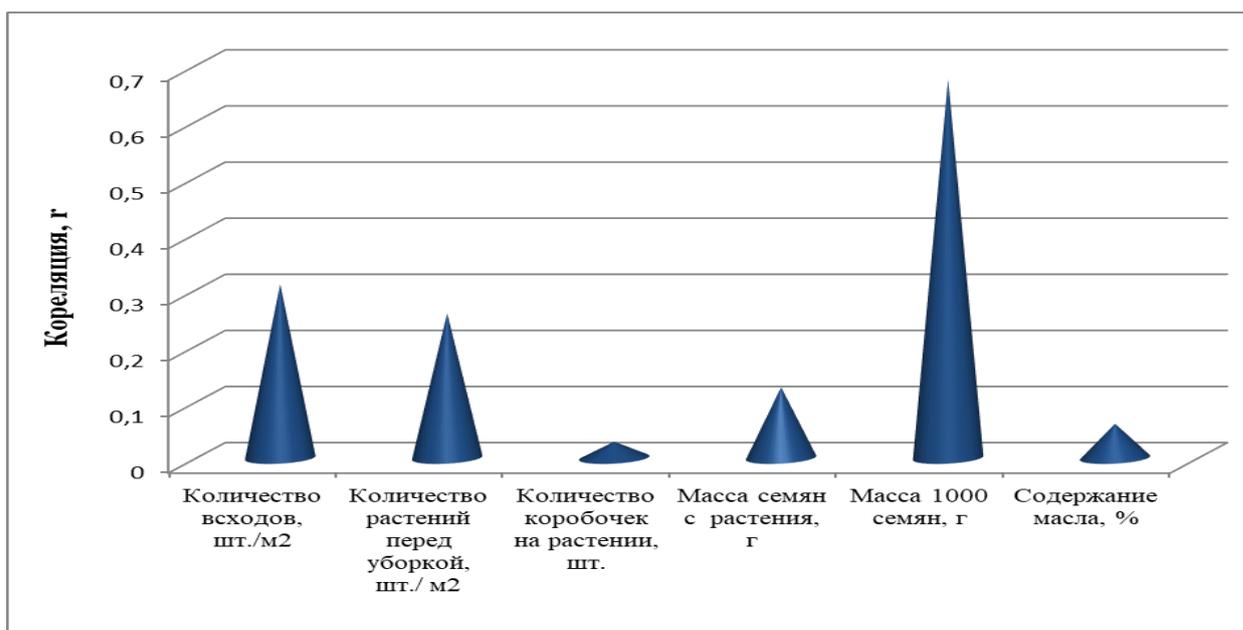


Рисунок 3 – Взаимосвязь урожайности образцов льна масличного с другими признаками, 2018-2020 гг.

Как показывают данные таблицы 9, в 2018 году содержание сырого жира в семенах сортов льна варьировало в пределах 42,0-50,9%. Наибольшее масличностью характеризовались образцы Ва Ya No.12 из Китая – 50,9%, Бахмальский 1056 из Узбекистана – 47,4% и сорт Вауа No 7 из Китая – 47,3%.

В 2019 г. различия образцов льна по масличности были практически на том же уровне, что и в прошлом году: 42,5-50,6%. Достаточно высоким содержанием жира в семенах отличались образцы: Ва Ya No.12 из Китая – 50,6 %, сорт Август из России – 48,8%, Бахмальский 1056 из Узбекистана – 47,6 % и сорт Вауа No 7 из Китая – 46,6 %.

В условиях 2020 г. размах варьирования масличности семян у образцов льна составил 8,6%, пределы варьирования – 42,0-50,6%. Семена с высоким содержанием жира сформировали: Ва Ya No.12 из Китая – 50,6 %, сорт Август из России – 49,6%, Бахмальский 1056 из Узбекистана – 47,6 % и сорт Вауа No 7 из Китая – 47,6 %.

В среднем за годы исследований наиболее высокая масличность семян отмечена у следующих образцов коллекции: Ва Ya No.12 из Китая – 50,7 %, образец Август из России – 47,5%, Бахмальский 1056 из Узбекистана – 47,6 % и образец Вауа No 7 из Китая – 47,5 %. Кроме того, ряд образцов также

превысили по масличности семян среднее значение этого признака по коллекции: Воронежский 1308/138, Сибирский -397, McBeth и др.

Таблица 9 – Содержание масла в семенах образцов льна коллекции ВИР

№ по каталогу	Название образца	Происхождение, страна	Содержание масла, %			
			2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018-2020 гг.
5579	Воронежский 1308/138	Россия	46,6	46,7	46,7	46,7
5831	ВИР 1650	Россия	44,5	44,4	44,4	44,4
6056	Бахмальский 1056	Узбекистан	47,4	47,6	47,6	47,6
6190	Карабалакский 3	Казахстан	42,8	43,0	42,9	42,9
6986	Сибирский -397	Россия	46,7	46,7	46,6	46,7
7481	Исилькульский	Россия	42,3	42,5	42,5	42,5
7822	Циан	Россия	43,4	43,6	43,5	44,6
7964	Ручеек	Россия	46,9	46,6	46,8	45,7
8053	Галляарал-3	Узбекистан	43,6	43,6	43,5	43,6
8156	Северный	Россия	44,2	44,3	44,3	44,3
8157	Легур	Россия	43,3	43,6	43,6	43,6
8818	Вахуан№ 3	Китай	44,8	44,7	44,7	44,8
8863	Bethune	Канада	45,5	45,5	45,6	45,6
8871	ЛМ 98	Россия	45,8	45,8	45,8	45,8
8158	Сокол	Россия	46,6	46,6	46,6	46,6
8218	Micael	Франция	42,5	42,5	42,4	42,5
8220	Oliver	Франция	44,1	44,5	44,5	44,5
8409	Кинельский 2000	Россия	42,0	42,6	42,0	42,2
8576	ЛМ-92	Россия	45,1	45,5	45,1	45,2
8604	Kaolin	Франция	44,3	44,4	44,4	44,4
8606	Omega	Канада	46,4	46,2	46,4	46,4
8609	Prairie Blue	Канада	46,5	46,5	46,4	46,5
8610	McBeth	Канада	46,7	46,7	46,8	46,7
8611	McDuff	Канада	45,5	45,5	45,7	45,6
8677	Исток	Россия	43,7	43,4	43,6	43,6
8710	Чибик (Чибис)	Украина	44,2	44,7	44,5	44,5
8711	Эврика	Украина	43,3	43,5	43,6	43,5
8716	Гиссарский-10	Таджикистан	43,6	43,5	43,3	43,5
8729	Ba Ya No.12	Китай	50,9	50,6	50,6	50,7
8799	Август	Россия	44,2	48,8	49,6	47,5
В среднем по образцам коллекции			45,0	45,3	45,2	45,2

Обобщая результаты изучения образцов льна масличного коллекции ВИР, следует выделить наиболее ценные из них по отдельным и комплексу признаков:

- по урожайности: Воронежский 1308/138 из России и Omega из Канады (превышение среднего значения по образцам коллекции на 26%), ВИР

1650 из России (+17%), Август из России, Prairie Blue из Канады, Чибик (Чибис) из Украины (+13%).

- по массе 1000 семян: Август (8,76 г), Сокол (8,64 г), Воронежский 1308/138 (8,39 г) и ВИР 1650 (8,56 г). Высокие показатели отмечены также у образцов Мисаел из Франции (8,77 г) и Гиссарский-10 из Таджикистана (8,10 г);

- по масличности: Ва Ya No.12 из Китая – 50,7 %, сорт Август из России – 47,5%, Бахмальский 1056 из Узбекистана – 47,6 % и сорт Вауа No 7 из Китая – 47,5 %.

Особую ценность представляют образцы, характеризующиеся высокими показателями нескольких признаков. Например, сорт Август сочетает в себе высокую урожайность с высокими показателями массы 1000 семян и масличности. Образцы Воронежский 1308/138 и ВИР 1650 – высокую урожайность с высокой массой 1000 семян.

Выделившиеся по хозяйственно-ценным признаками образцы льна масличного могут служить исходным материалом при создании новых сортов для региона.

4 Влияние норм высева и удобрений на продуктивность и качество семян сортов льна

Рассматривая элементы технологии возделывания льна масличного, уместно отметить некоторые проблемы, сдерживающие увеличение производства семян льна в стране и регионе.

Лен в России выращивается издавна, его посевные площади достигали в конце XIX века 500 тыс. га.

Назначение использования льнопродукции: производство волокна и масла. Масло из семян льна используется на технические и пищевые цели.

Дальнейшее увеличение посевов льна масличного было связано с рядом проблем. Если сравнить распространение льна в сравнении с увеличением площадей под подсолнечником и другими масличными культурами, дающими пищевое масло, то преимущество будет за последними. Это связано с тем, что лен условно был переведен в число технических культур. В связи с этим исследования и разработки, а также создания новых сортов были направлены на получение высококачественного волокна. В технологиях применяли пестициды и протравители, а лен убирали чаще в фазу ранней спелости (Лисицын А.Н., Григорьева В.Н. и др., 2013). Льняное масло богато полиненасыщенной а-линоленовой кислотой, ценной для организма человека. Особенность льняного масла что оно выводит из организма холестерин, улучшает обменные процессы, нормализует артериальное давление. Употребление масла способствует снижению риска сердечно-сосудистых и ЖКТ заболеваний.

В Уральском федеральном округе лен масличный может стать высокорентабельной культурой при условии возделывания его с применением оптимальных элементов технологии. Значимость льна подтверждается еще и тем, что лен – хороший предшественник для зерновых культур, возделываемых в регионе, благодаря отсутствию общих патогенов. Наш опыт возделывания льна масличного в Тюменской области в качестве эксперимента

показывает, что урожайность семян этой культуры может достигать более 2 т/га (Першаков А.Ю., Белкина Р.И., Сулейменова А.К., 2021).

4.1 Густота всходов и количество сохранившихся к уборке растений

Густота всходов в большой степени определяется качеством семян, запасами влаги в почве, качеством ее обработки, погодными условиями.

Урожайность и качество семян льна масличного во многом зависят от густоты всходов и сохранности растений к уборке.

Полевая всхожесть и сохранность растений являются основополагающими признаками в формировании урожая. Из-за частого проявления весенне-летней засухи количество растений и урожай создается в основном за счет растений, сохранившихся к уборке и продуктивности растения.

Причин снижения полевой всхожести много: температура, плотность и влажность почвы, глубина посева, качество семян, поражение семян вредителями и болезнями, а также генетические особенности сортов (Фатыхов И.Ш. и др., 2014; Виноградов Д.В., Кунцевич А.А., 2015).

В наших исследованиях в условиях 2018 г. у сорта Август наибольшая *густота всходов* наблюдалась при норме высева 9 млн (738-751 шт./м²) (таблица 10). При этом просматривается тенденция положительного влияния удобрений на количество всходов. У сорта Легур лучшие показатели всхожести получены в варианте с нормой 10 млн (616-751 шт./м²). В вариантах с удобрениями при этой норме показатель увеличивался на 124-135 шт./м² в сравнении с контролем. У сорта Исилькульский при норме 10 млн получено наибольшее количество всходов в вариантах с удобрениями (715-721 шт./м²). Сорт Сокол сформировал повышенное количество всходов на нормах 9 и 10 млн. При этом действие удобрений в большей степени проявилось в варианте с нормой 10 млн – превышение над контролем 19 и 28 шт./м².

В условиях 2019 г. у всех сортов повышенное количество всходов сформировалось в варианте с нормой 10 млн. Положительное действие удобрений в этом варианте было выявлено только у сорта Август: превышение над контролем 48 и 59 шт./м².

В 2020 г. все изучаемые сорта сформировали более высокое количество всходов в варианте с нормой 10 млн. Наблюдалась тенденция увеличения величины показателя под действием удобрений.

Таблица 10 – Количество всходов льна масличного, шт./м²

Норма удобрений	2018 г.				2019 г.				2020 г.			
	норма высева семян, млн/га											
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
Август												
Контроль, без удобрений	678	646	738	708	681	693	741	723	643	617	703	743
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	672	680	743	715	666	647	750	771	651	605	709	766
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	680	682	751	721	673	636	732	782	647	627	719	766
Легур												
Контроль, без удобрений	506	606	438	616	641	672	752	780	652	671	715	760
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	515	606	741	740	652	681	743	771	666	673	723	767
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	510	610	698	751	640	671	737	777	656	679	720	762
Исилькульский												
Контроль, без удобрений	626	548	636	488	632	667	673	715	543	588	618	723
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	620	571	641	715	641	670	670	721	551	581	621	741
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	626	573	648	721	640	659	661	717	547	583	633	744
Сокол												
Контроль, без удобрений	438	572	642	638	543	613	647	713	551	623	657	731
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	513	563	652	657	550	622	656	718	549	631	659	741
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	510	571	643	666	547	619	666	721	550	629	663	741
НСР ₀₅ : для ч. различий	20,6				28,5				25,4			
для А (сорт)	6,0				8,2				7,3			
для В (удобрения)	6,0				8,2				7,3			
для С (норма высева семян)	6,9				9,5				8,5			
Взаимодействие АВ	10,3				14,2				12,7			
АС	11,9				16,4				14,7			
ВС	11,9				16,4				14,7			

Анализируя средние показатели за годы изучения (рисунок 4, приложение Г), следует отметить, что наиболее устойчиво сорта льна масличного формировали густоту всходов при норме высева 10 млн. При этой же норме наблюдалось положительное действие удобрений на количество всходов.

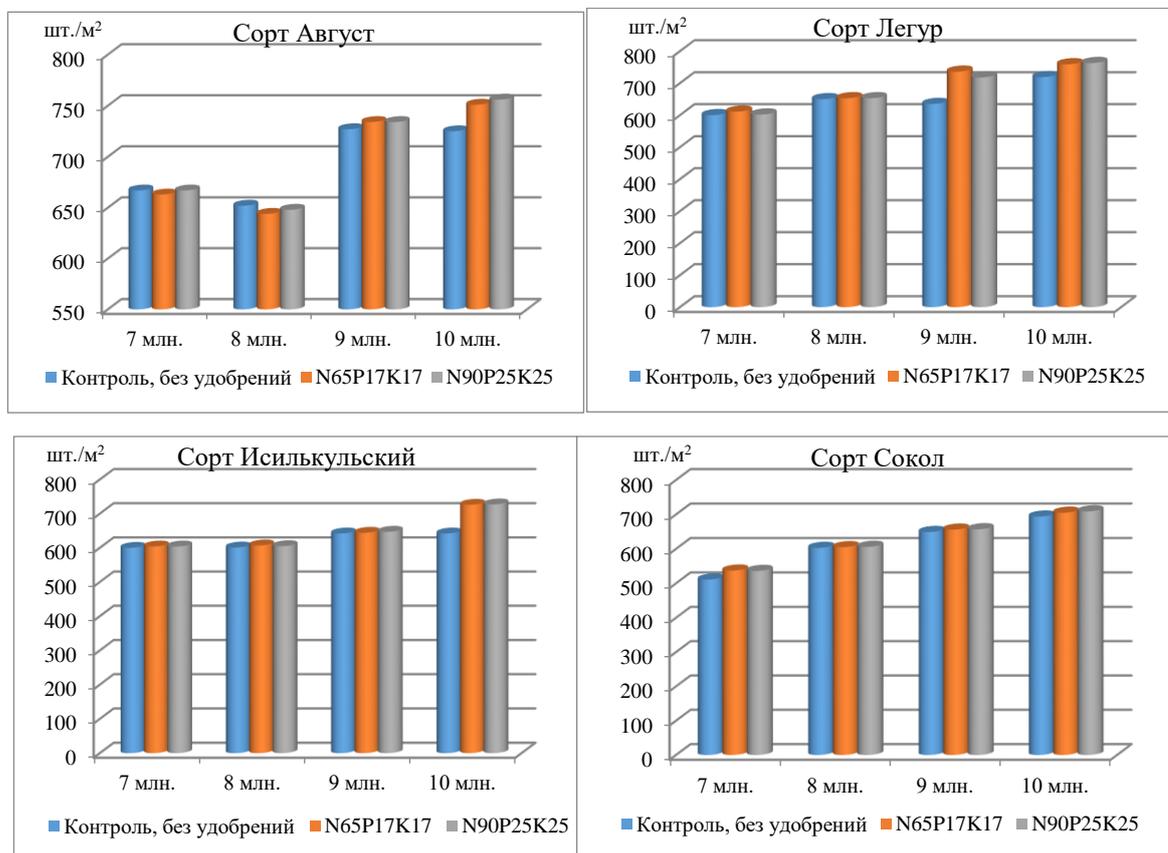


Рисунок 4 –Количество всходов у сортов льна масличного, 2018-2020 гг. (шт./м²)

По количеству растений перед уборкой у сорта Август в условиях 2018 г. выделился вариант с нормой высева 9 млн (таблица 11). На контроле показатель составил 642 шт./м², а в вариантах с удобрениями увеличивался на 58 и 66 шт./м². У сорта Легур более высокое количество растений наблюдалось при нормах 9 и 10 млн на повышенном фоне удобрений (671-710 шт./м²). У сорта Исилюльский наибольшие значения рассматриваемого показателя выявлены в вариантах с удобрениями при норме 10 млн: 681 и 667 шт./м². У сорта Сокол лучшие показатели получены при норме высева 10 млн. При этом в вариантах с удобрениями наблюдалось превышение над контролем в 96 и 151 шт./м².

Таблица 11 – Количество растений перед уборкой, шт./м²

Норма удобрений	2018 г.				2019 г.				2020 г.			
	норма высева семян, млн/га											
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
Август												
Контроль, без удобрений	628	586	676	642	670	513	720	710	621	517	691	713
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	654	670	720	700	646	547	721	750	623	505	691	721
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	667	666	718	708	643	536	707	761	613	527	700	724
Легур												
Контроль, без удобрений	478	556	330	324	620	518	701	705	603	532	681	703
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	488	470	522	543	487	484	480	536	611	542	666	715
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	500	600	671	710	611	543	693	721	605	519	680	717
Исилькульский												
Контроль, без удобрений	512	500	600	420	611	630	631	693	531	551	593	703
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	573	532	612	681	619	647	639	698	537	568	597	701
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	561	530	619	667	596	611	618	683	510	577	578	710
Сокол												
Контроль, без удобрений	376	444	466	468	496	429	603	693	509	496	587	703
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	400	426	527	564	386	406	520	566	511	511	609	711
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	481	542	591	619	500	450	621	663	520	512	604	717
НСР ₀₅ : для ч. различий	22,0				21,7				22,4			
для А (сорт)	6,3				6,3				6,2			
для В (удобрения)	6,3				6,3				6,2			
для С (норма высева семян)	7,3				7,2				7,1			
Взаимодействие АВ	11,0				10,9				10,7			
АС	12,7				12,5				12,3			
ВС	12,7				12,5				12,3			

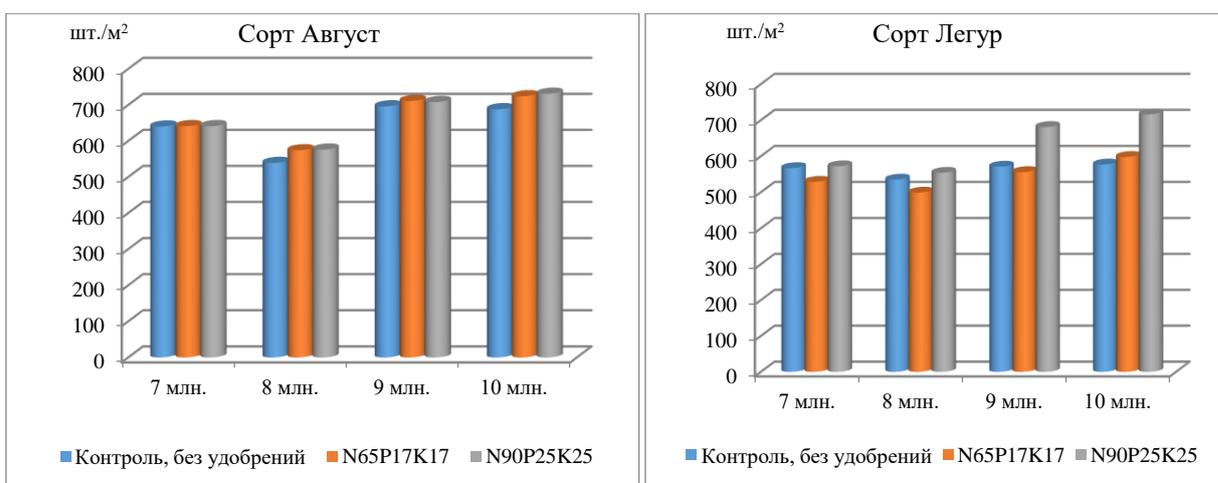
В условиях 2019 г. у сорта Август высокие значения количества растений перед уборкой отмечены в вариантах с удобрениями при норме высева 10 млн: 750 и 761 шт./м². У сорта Легур также лучшие значения показателей при норме 10 млн, а наибольший – на среднем фоне удобрений (721 шт./м²). Сорт Исилькульский характеризовался повышенными

значениями количества растений к уборке в варианте с нормой высева 10 млн (683-698 шт./м²), при этом действия удобрений на этот показатель не наблюдалось. У сорта Сокол при повышенном количестве растений в варианте с нормой высева 10 млн (693 шт./м²) отмечено снижение значения показателя в вариантах с удобрениями.

В 2020 г. сорт Август характеризовался высокими значениями рассматриваемого признака при посеве с нормой 10 млн (713-724 шт./м²). Действие удобрений было незначительным. То же можно сказать и о сорте Легур, значения показателя в варианте с нормой 10 млн без удобрений 703 шт./м², с удобрениями – 715 и 717 шт./м². Не отмечено существенного влияния удобрений на величину показателя и у сорта Исилькульский: при норме высева 10 млн количество растений перед уборкой в вариантах с удобрениями составило 701 и 710 шт./м², на контроле – 703 шт./м².

Такая же особенность характерна и для сорта Сокол: при норме высева 10 млн количество растений перед уборкой на контроле составило 703 шт./м², в вариантах с удобрениями составило 711 и 717 шт./м².

Рассматривая показатели в среднем за годы исследований (рисунок 5, приложение Г), необходимо отметить, что наибольшее количество растений к уборке у изучаемых сортов наблюдалось при норме высева 10 млн.



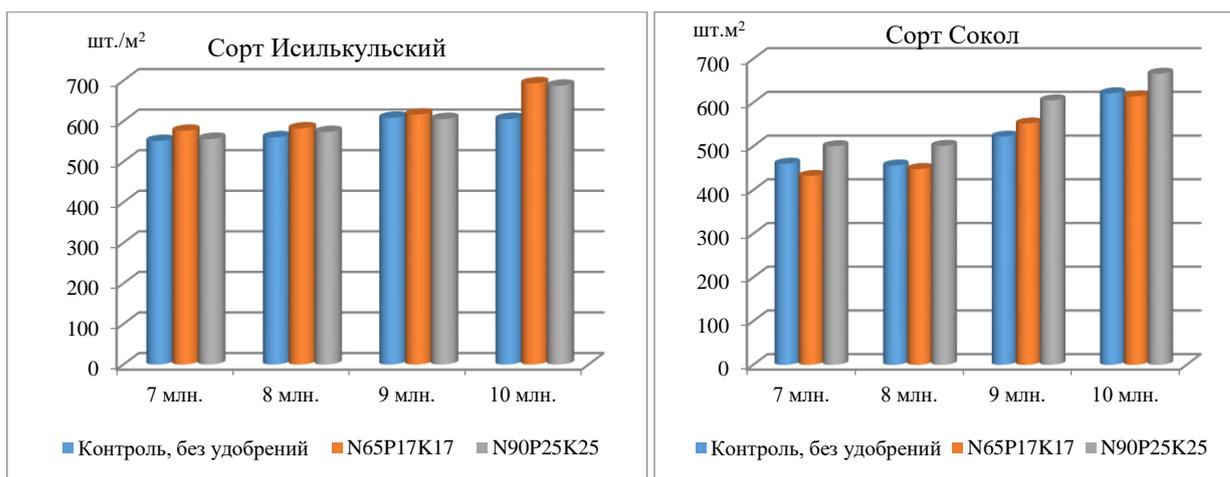


Рисунок 5 – Количество растений перед уборкой у сортов льна масличного, 2018-2020 гг. (шт./м²)

При этом у всех сортов отмечено значительное увеличение показателя под действием повышенного фона удобрений (N₉₀P₂₅K₂₅).

4.2 Количество коробочек на растении

Количество коробочек, формирующееся на растениях льна масличного, в большой степени зависит от условий среды. В условиях Среднего Урала высокопродуктивные посевы льна масличного характеризуются следующими показателями: густота стояния растений перед уборкой – 550-600 шт./м², количество коробочек в среднем на одно растение должно быть в пределах 10-11шт. (Колотов А.П., 2019). Исследователи отмечают, что при увеличении нормы высева количество коробочек на растении может снижаться (Колотов А.П., Синякова О.В., 2015).

В наших исследованиях в условиях 2018 г. количество коробочек на растении у сорта Август изменялось от 9 до 14 шт., у сорта Легур – от 10 до 15 шт., Исилькульский – от 9 до 15 шт., Сокол – от 8 до 14 шт. (таблица 12). Прослеживается влияние норм высева и удобрений на величину данного показателя. У сортов Август и Легур количество коробочек на растении увеличивалось на повышенном фоне удобрений, при этом наибольший показатель у сорта Август в варианте с нормой 9 млн (14 шт.), у сорта Легур – в варианте с нормой 10 млн (14 шт.). Сорта Исилькульский и Сокол

формировали повышенное количество коробочек на среднем фоне удобрений, максимальный показатель у сорта Исилькульский на этом фоне – в варианте с нормой 9 млн (15 шт.), у сорта Сокол – в варианте с нормой 8 млн (14 шт.).

В 2019 г. у сортов Август и Сокол количество коробочек на растении увеличивалось на среднем фоне удобрений, при этом наибольший показатель у сорта Август в варианте с нормой 7 млн (14 шт.), у сорта Сокол – в варианте с нормой 10 млн (16 шт.). Сорта Исилькульский и Легур формировали наибольшее количество коробочек на повышенном фоне удобрений, максимальный показатель у сорта Исилькульский на этом фоне – в варианте с нормой 10 млн (14 шт.), у сорта Сокол – в вариантах с нормой 8 и 9 млн (13 шт.).

В условиях 2020 г. наблюдалось снижение количества коробочек на растении у всех сортов в сравнении с показателями предыдущих лет. У сорта Август в этих условиях наиболее устойчивые показатели получены в варианте с нормой высева 8 млн (12 шт.). Не установлено у этого сорта положительного влияния на количество коробочек удобрений. У сорта Легур наблюдалось снижение количества коробочек на фонах с удобрениями. Сорт Исилькульский сформировал максимальное количество коробочек (14 шт.) в варианте с нормой высева 7 млн на среднем фоне удобрений. Для сорта Сокол средний фон удобрений также обеспечивал формирование наибольшего количества коробочек на растении – максимальный показатель в варианте с нормой высева 10 млн (16 шт.).

Таблица 12 – Количество коробочек на растении у образцов льна масличного коллекции ВИР

Норма удобрений	2018 г.				2019 г.				2020 г.			
	норма высева семян, млн/га											
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
Август												
Контроль, без удобрений	12	10	13	10	11	10	13	9	10	12	13	10
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	11	14	10	9	14	10	13	10	12	12	10	9
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	11	12	14	12	9	8	9	12	13	12	11	10
Легур												
Контроль, без удобрений	10	11	12	10	13	10	9	12	12	11	12	7
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	12	15	10	10	9	9	8	8	8	7	12	12
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	12	13	13	14	14	12	13	13	10	8	8	9
Исилькульский												
Контроль, без удобрений	10	12	9	10	10	11	12	14	9	11	14	12
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	11	12	15	14	10	12	10	14	14	12	13	8
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	10	12	12	10	14	10	12	13	10	9	8	8
Сокол												
Контроль, без удобрений	8	12	10	11	13	14	12	10	8	9	10	11
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	9	14	13	12	14	13	15	16	14	12	14	16
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	8	8	10	12	11	13	14	10	12	13	14	10

На рисунке 6 представлены средние данные за годы изучения по количеству коробочек на растении сортов льна масличного. Можно заключить, что у сорта Август лучшие показатели в варианте с нормой высева 9 млн, наблюдалось их снижение при увеличении нормы до 10 млн. У сорта Легур отмечается положительное влияние на рассматриваемый показатель повышенного фона удобрений. У сортов Исилькульский и Сокол выделяются показатели на среднем фоне удобрений.

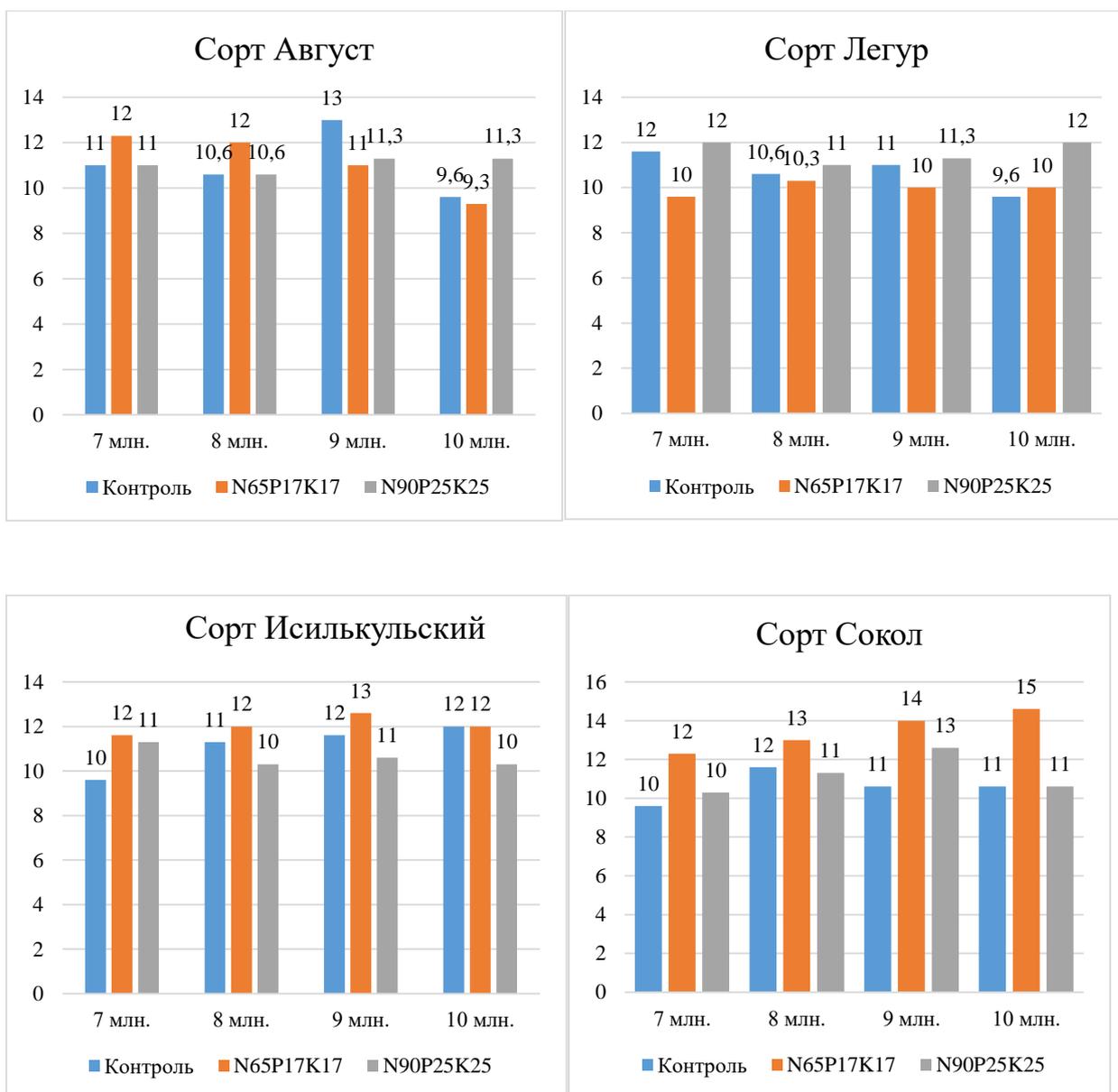


Рисунок 6 – Количество коробочек на растении у сортов льна масличного шт. (2018-2020 гг.)

Таким образом, количество коробочек на растении зависело от условий года, норм высева и фонов удобрений. Сорта неоднозначно реагировали на действующие факторы. На удобренных фонах и в вариантах с нормами высева 8 и 9 млн чаще отмечалось повышенное количество коробочек на растении.

4.3 Масса семян с растений и масса 1000 семян

Масса семян с растения. Как показывают данные таблицы 13, в условиях 2018 г. у сорта Август по массе семян с растений выделились варианты с нормами высева 9 млн (0,68-0,69 г) и 10 млн (0,69 г). Существенного влияния удобрений на этот показатель не установлено. У сорта Легур выделился удобрённый вариант при норме высева 9 млн (93 г). Сорт Исилькульский сформировал массу зерна при всех нормах высева с небольшими различиями.

Таблица 13 – Масса семян с 1 растения у сортов льна масличного, г

Норма удобрений	2018 г.				2019 г.				2020 г.			
	норма высева семян, млн/га											
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
Август												
Контроль, без удобрений	0,60	0,61	0,68	0,69	0,69	0,69	0,70	0,67	0,71	0,73	0,71	0,71
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	0,60	0,62	0,68	0,69	0,69	0,69	0,70	0,68	0,72	0,72	0,72	0,71
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	0,59	0,63	0,69	0,69	0,69	0,70	0,72	0,69	0,72	0,71	0,73	0,71
Легур												
Контроль, без удобрений	0,54	0,52	0,57	0,50	0,53	0,53	0,54	0,52	0,63	0,65	0,65	0,64
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	0,82	0,87	0,93	0,82	0,71	0,78	0,93	0,82	0,64	0,65	0,65	0,64
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	0,55	0,53	0,56	0,52	0,54	0,56	0,55	0,60	0,65	0,65	0,65	0,64
Исилькульский												
Контроль, без удобрений	0,47	0,41	0,42	0,42	0,54	0,55	0,56	0,55	0,60	0,66	0,66	0,60
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	0,45	0,44	0,45	0,44	0,55	0,56	0,57	0,55	0,62	0,66	0,66	0,63
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	0,46	0,45	0,46	0,45	0,57	0,57	0,58	0,56	0,64	0,63	0,64	0,65
Сокол												
Контроль, без удобрений	0,51	0,60	0,51	0,52	0,53	0,55	0,57	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	0,70	0,54	0,69	0,81	0,70	0,76	0,89	0,78	0,61	0,62	0,62	0,63
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	0,52	0,62	0,52	0,54	0,56	0,56	0,56	0,58	0,61	0,61	0,64	0,62
НСР ₀₅ : для ч. различий	0,03				0,03				0,03			
для А (сорт)	0,01				0,09				0,01			
для В (удобрения)	0,01				0,09				0,01			
для С (норма высева семян)	0,01				0,01				0,01			
Взаимодействие АВ	0,01				0,01				0,02			
АС	0,02				0,02				0,02			
ВС	0,02				0,02				0,02			

При нормах высева 8, 9, и 10 млн наблюдалось увеличение показателя под действием удобрений. У сорта Сокол наибольшая масса семян с растений отмечена на норме высева 10 млн на среднем фоне удобрений (0,81 г).

В 2019 г. у сорта Август значение массы семян с растений во всех вариантах отличалось незначительно: максимальное (0,72 г) было при норме 9 млн и повышенном фоне удобрений ($N_{90}P_{25}K_{25}$), минимальное (0,67 г) без удобрений при норме высева 10 млн. У сорта Легур наибольшие показатели массы семян с растений получены на среднем фоне удобрений при норме высева 9 млн (0,83 г). Сорт Исилькульский сформировал наибольшую массу семян с растения при норме высева 9 млн (0,56-0,58 г).

Наблюдалась тенденция повышения показателя в вариантах с удобрениями. У сорта Сокол наблюдалось положительное влияние на рассматриваемый признак среднего фона удобрений, при этом наиболее высокий показатель массы семян с растений в варианте с нормой 9 млн без удобрений (0,89 г).

В условиях 2020 г. масса семян с растений у всех сортов незначительно зависела от изучаемых элементов технологии: у сорта Август показатель на уровне 0,71-0,73 г, Легур – 0,63-0,65 г, Исилькульский – 0,60-0,66 г, Сокол – 0,60-0,64 г.

Анализируя данные за три года исследований (рисунок 7, приложение Г), следует отметить, что у сорта Август при норме высева 9 и 10 млн получены высокие показатели массы семян с растений – 0,69-0,71 г. Значительного влияния фонов удобрений на этот признак не наблюдалось. У сорта Легур повышенные показатели на среднем фоне удобрений (0,72-0,80 г). У сорта Исилькульский показатели во всех вариантах различались незначительно, находясь на уровне 0,52-0,56 г. Наблюдалась тенденция положительного влияния удобрений. У сорта Сокол, также как у сорта Легур, повышенные показатели на среднем фоне удобрений (0,64-0,74 г).

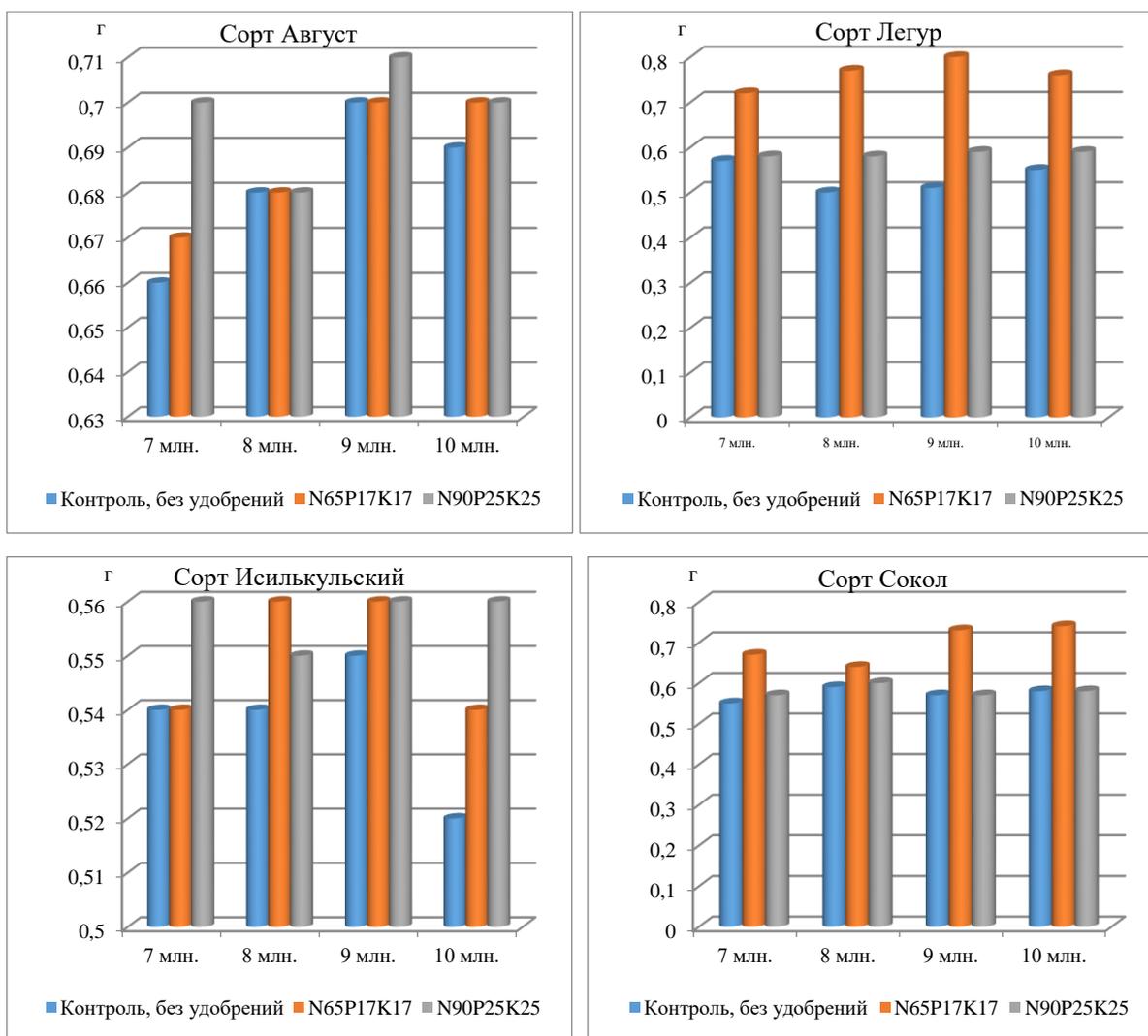


Рисунок 7– Масса семян с 1 растения у сортов льна масличного, 2018-2020 гг. (г)

Масса 1000 семян характеризует запас питательных веществ, приходящихся на одно семя, т.е. на один зародыш. Как указывали Н.Н. Кулешов (1964) и Л.А. Трисвятский (1965), величина показателя зависит от сорта, условий выращивания, продолжительности фазы формирования и налива семени.

По данным А.А. Созинова и др. (1972), масса 1000 семян в значительной степени обусловлена наследственной природой сорта.

В условиях 2018 г. у сорта Август при норме высева 8 млн на контроле и среднем фоне минеральных удобрений масса 1000 семян была выше, чем в других вариантах и составила 8,55 и 8,59 г (таблица 14). У сорта Легур

наиболее высокий показатель массы 1000 семян отмечен в вариантах с нормой высева 7 млн (8,53-8,63 г) и значительно снижен в варианте с нормой 10 млн (7,39-7,77 г). Сорт Исилькульский сформировал повышенную массу 1000 семян в вариантах с нормой 9 млн (8,10-8,31 г). Отмечено положительное действие удобрений на показатель у этого сорта при норме 10 млн: на среднем фоне увеличение составило 0,51 г, на повышенном – 0,43 г.

Таблица 14 - Масса 1000 семян сортов льна масличного, г

Норма удобрений	2018 г.				2019 г.				2020 г.			
	норма высева семян, млн/га											
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
Август												
Контроль, без удобрений	8,32	8,55	8,11	8,43	8,39	8,63	8,57	8,33	8,39	8,64	8,57	8,43
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	8,37	8,59	8,23	8,44	8,42	8,68	8,11	8,21	8,41	8,63	8,57	8,50
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	8,42	8,43	8,37	8,46	8,47	8,73	8,23	8,44	8,53	8,66	8,63	8,39
Легур												
Контроль, без удобрений	8,53	8,10	8,41	7,39	8,63	8,66	8,54	7,57	7,70	8,53	8,71	8,03
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	8,63	8,15	8,37	7,63	8,70	8,55	8,50	7,63	7,68	8,94	8,74	7,93
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	8,60	8,18	8,43	7,77	8,57	8,61	8,51	7,68	7,71	9,00	8,56	8,00
Исилькульский												
Контроль, без удобрений	7,98	7,51	8,10	7,40	7,57	7,87	8,31	7,60	9,00	9,15	9,18	8,63
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	8,00	7,67	8,19	7,91	8,03	7,94	8,00	7,87	8,97	8,80	9,15	9,32
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	7,93	7,87	8,31	7,83	8,00	8,01	7,90	7,67	9,03	9,10	8,17	8,41
Сокол												
Контроль, без удобрений	8,26	8,46	8,16	8,68	8,17	8,37	8,88	7,18	8,93	9,07	8,17	9,63
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	8,31	8,56	8,23	8,68	8,31	8,37	8,67	7,59	8,83	8,77	8,69	8,37
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	8,42	8,66	8,15	8,33	8,20	8,80	9,00	8,03	8,63	8,79	9,01	8,77
НСР ₀₅ : для ч. различий	0,57				0,63				0,61			
для А (сорт)	0,17				0,18				0,18			
для В (удобрения)	0,17				0,18				0,18			
для С (норма высева семян)	0,19				0,21				0,20			
Взаимодействие АВ	0,29				0,31				0,31			
АС	0,33				0,36				0,35			
ВС	0,33				0,36				0,35			

Сорт Сокол с нормой высева семян 10 млн в варианте контроль без удобрений и в варианте НРК в расчете на урожайность 2,0 т/га выделился

максимальным значением массы 1000 семян – 8,68 г, а также выделился по массе 1000 семян с нормой высева 8 млн в варианте $N_{90}P_{25}K_{25}$ – 8,66 г.

В 2019 году у сорта Август повышенная масса 1000 семян сформировалась, как и в предыдущем году, в варианте с нормой высева 8 млн (8,63-8,73 г). Заметного влияния удобрений на величину признака у этого сорта не отмечено. У сорта Легур наблюдалось существенное снижение массы 1000 семян в вариантах с нормой высева 10 млн (7,57-7,68 г) относительно других вариантов с нормами высева. Более высокие значения признака получены у этого сорта в вариантах с нормой высева 7 млн (8,57-8,70 г). У сорта Исилькульский, также, как и у сорта Легур, наблюдалось снижение массы 1000 семян в вариантах с нормой высева 10 млн (7,60-7,87 г).

Более высокие показатели – в вариантах с нормой высева 9 млн (7,90-8,31 г). Сорт Сокол сформировал самую высокую массу 1000 семян в варианте с нормой высева 9 млн (8,67-9,00 г) и самую низкую – в варианте с нормой высева 10 млн (7,18-8,03 г). В этом же варианте наблюдалось существенное увеличение показателя на удобренных фонах: на среднем фоне увеличение составило 0,41 г, на повышенном – 0,85 г.

В условиях 2020 г. у сорта Август по массе 1000 семян выделились варианты с нормой высева 8 млн (8,63-8,66 г), здесь показатели несколько выше, чем в других вариантах с нормами высева. У сорта Легур отмечено положительное влияние удобрений на рассматриваемый признак в варианте с нормой 8 млн: увеличение относительно контроля на среднем фоне составило 0,41 г, на повышенном – 0,47 г. Сорт Исилькульский в условиях 2020 года сформировал массу 1000 семян более высокую в сравнении с другими сортами. Самый высокий показатель – в варианте с нормой высева 10 млн на среднем фоне удобрений (9,32 г). У сорта Сокол высокий показатель массы 1000 семян отмечен в варианте с нормой 10 млн на контроле без удобрений (9,63 г). В варианте с нормой 9 млн у этого сорта отмечено положительное действие удобрений: увеличение массы 1000 семян на среднем фоне составило относительно контроля 0,52 г, на повышенном – 0,84 г.

Обобщая результаты в среднем за годы исследований (рисунок 8, приложение Д), следует отметить, что сорт Август характеризовался наибольшей массой 1000 семян в варианте с нормой 8 млн (8,61-8,63 г).

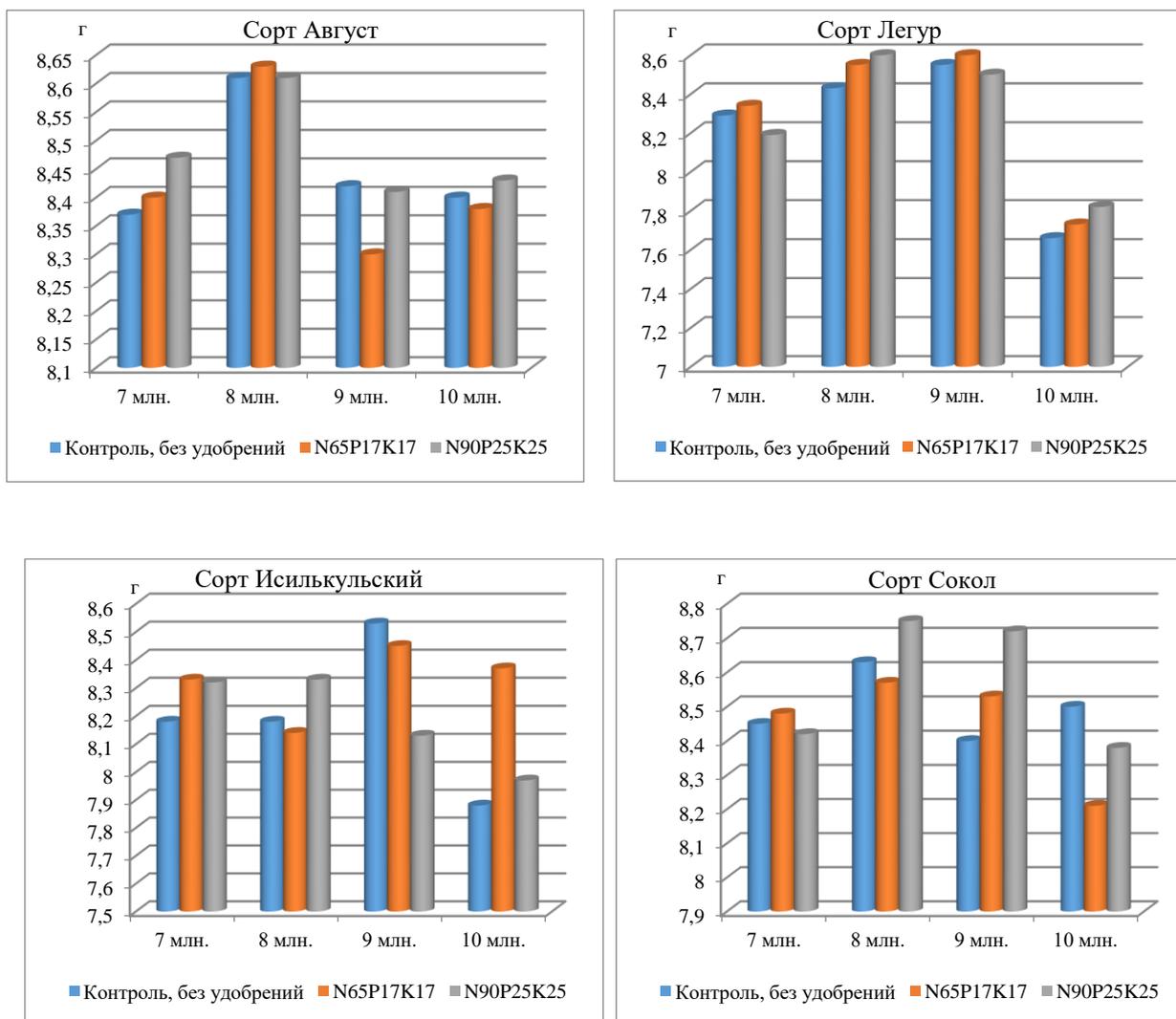


Рисунок 8 – Масса 1000 семян у сортов льна масличного, 2018-2020 гг. (г)

У сорта Легур по массе 1000 семян выделились варианты с нормами высева 8 млн (8,43-8,60 г) и 9 млн (8,50-8,60 г). У сорта Исилькульский повышенная масса 1000 семян отмечена при норме высева 9 млн на фоне без удобрений (8,53 г) и на среднем фоне при этой же норме высева (8,45 г). На повышенном фоне при этой норме высева показатель снижался до 8,13 г. У сорта Сокол наиболее высокая масса 1000 семян отмечена в варианте с нормой высева 8 млн (8,57-8,75 г).

Положительное влияние удобрений на величину массы 1000 семян проявлялось в отдельные годы у сортов: Сокол, Исилькульский, Легур. Самое высокое увеличение величины признака отмечено у сорта Сокол в 2020 г. в варианте с нормой высева 9 млн на повышенном фоне удобрений (+0,84 г к контролю).

4.4 Урожайность и качество семян

Урожай – это результат взаимодействия большого числа факторов, многие из которых не поддаются не только управлению и контролю, но и измерению (Паркина О.В., 2002).

Рост, развитие и продуктивность сортов льна масличного, как на контроле, так и на вариантах с удобрениями во многом зависели от сложившихся погодных условий в период вегетации.

В 2018 году в силу сложившихся благоприятных условий по влагообеспеченности на опытном поле урожайность на повышенном фоне удобрений при норме высева семян 9 и 10 млн у сорта Август достигла 2,03 т/га (таблица 15), прибавка к контролю составила 0,37 и 0,38 т/га. На урожайность сорта Легур положительное влияние оказали фоны удобрений. На среднем фоне урожайность в вариантах с нормами высева составила 1,81-1,99 т/га, на повышенном – 1,73-1,87 т/га. У сорта Сокол максимальная урожайность (1,80 т/га) достигнута при норме высева семян 9 и 8 млн на среднем и повышенном фонах удобрений. Повышенный фон удобрений обеспечил высокую урожайность семян сорту Исилькульский – 1,80-1,98 т/га в вариантах с удобрениями. Таким образом, в условиях 2018 г. сорта Сокол и Легур проявили отзывчивость на средний и повышенный фоны удобрений, сорта Август и Исилькульский в большей степени реагировали на повышенный фон удобрений.

В условиях 2019 г. на урожайность семян сорта Август положительно повлиял повышенный фон удобрений. Прибавки к контролю в вариантах с нормами высева составили 0,24-0,56 т/га. Сорт Легур проявил отзывчивость

на средний и повышенный фоны. Наибольшие прибавки урожайности получены на повышенном фоне удобрений: 0,40-0,66 т/га по вариантам с нормами высева.

Таблица 15– Урожайность семян сортов льна масличного, т/га

Норма удобрений	2018 г.				2019 г.				2020 г.			
	норма высева семян, млн/га											
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
Август												
Контроль, без удобрений	1,57	1,56	1,65	1,66	1,52	1,50	1,38	1,49	1,98	2,13	2,08	2,02
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,38	1,29	1,37	1,48	1,44	1,79	1,46	1,15	1,63	2,18	2,36	2,93
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	1,96	1,89	2,03	2,03	1,76	2,06	1,78	1,77	2,27	2,18	2,26	2,23
Легур												
Контроль, без удобрений	1,17	1,34	1,60	1,19	1,26	1,31	1,33	1,02	1,28	2,18	1,94	1,18
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,88	1,88	1,81	1,99	1,44	1,79	1,78	1,22	1,99	2,14	2,25	1,96
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	1,87	1,82	1,80	1,73	1,80	1,88	1,73	1,68	2,32	2,16	2,49	2,35
Исилькульский												
Контроль, без удобрений	1,15	1,01	1,21	1,10	0,91	1,04	1,06	1,03	2,47	2,48	2,68	2,41
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,26	1,39	1,41	1,36	1,21	1,62	1,33	1,40	2,58	2,18	2,13	2,25
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	1,93	1,95	1,98	1,80	1,67	1,77	1,84	1,85	2,68	2,72	2,63	2,71
Сокол												
Контроль, без удобрений	0,84	0,96	0,77	0,68	1,37	1,48	1,34	1,44	1,88	1,92	1,73	1,67
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,63	1,72	1,80	1,66	1,71	1,72	1,65	1,77	2,21	2,43	2,47	2,27
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	1,65	1,80	1,68	1,72	1,64	1,87	1,78	1,60	2,28	2,35	2,52	2,51
НСР ₀₅ : для ч. различий		0,38				0,23				0,50		
для А (сорт)		0,11				0,07				0,14		
для В (удобрения)		0,11				0,07				0,14		
для С (норма высева семян)		0,13				0,08				0,17		
Взаимодействие АВ		0,19				0,12				0,25		
АС		0,22				0,14				0,29		
ВС		0,22				0,14				0,29		

Сорт Исилькульский при невысокой урожайности на фоне без удобрений значительно повысил ее в варианте N₉₀P₂₅K₂₅ – прибавки в вариантах с нормами высева составили 0,73-0,82 т/га. Сорт Сокол повышение урожайности семян обеспечивали как средний, так и повышенный фоны

удобрений. При этом выделился вариант с нормой высева 9 млн: прибавки составили 0,31 и 0,44 т/га по фонам соответственно.

В 2020 г. повышенная температура воздуха и умеренное количество осадков благоприятно отразились на продуктивности изучаемых сортов льна – урожайность их была выше, чем в предыдущие годы. Наибольшая урожайность сформировалась у сорта Август – 2,93 т/га в варианте с нормой высева 10 млн на среднем фоне удобрений. У сорта Легур максимальная урожайность (2,49 т/га) сформировалась на повышенном фоне в варианте с нормой 9 млн. У сорта Исилькульский повышенную урожайность семян обеспечивал фон удобрений $N_{90}P_{25}K_{25}$, у сорта Сокол положительно влияли оба фона удобрений.

В среднем за годы исследований (рисунок 9, приложение Д), у сорта Август самая высокая урожайность (1,98-2,02 т/га) отмечена на повышенном фоне удобрений ($N_{90}P_{25}K_{25}$) в вариантах с нормами высева. Прибавки к контролю составили 0,25-0,47 т/га. Следует отметить преимущество этого сорта: на неудобренном фоне урожайность семян была ежегодно выше, чем у сортов Легур и Сокол, а по отношению к сорту Исилькульский преимущество отмечено в 2018 г. и 2019 г.

У сорта Легур наибольшая величина урожайности наблюдалась на повышенном фоне при нормах 7, 8 и 9 млн (2,00-2,01 т/га), прибавки к контролю составили 0,34-0,79 т/га. Сорт Легур реагировал и на средний фон удобрений прибавками урожайности в вариантах с нормами высева 0,23-0,66 т/га.

Повышенный фон удобрений был благоприятным для формирования урожайности сорта Исилькульский: при нормах высева 8 и 9 млн получена самая высокая урожайность относительно других сортов – 2,15 т/га, прибавки к контролю составили 0,64 и 0,50 т/га. Сорт Сокол проявил отзывчивость на средний и повышенный фоны удобрений. Прибавки к контролю на фоне $N_{65}P_{17}K_{17}$ в вариантах с нормами высева составили 0,42-0,65 т/га, на фоне $N_{90}P_{25}K_{25}$ были несколько выше – 0,50-0,71 т/га.

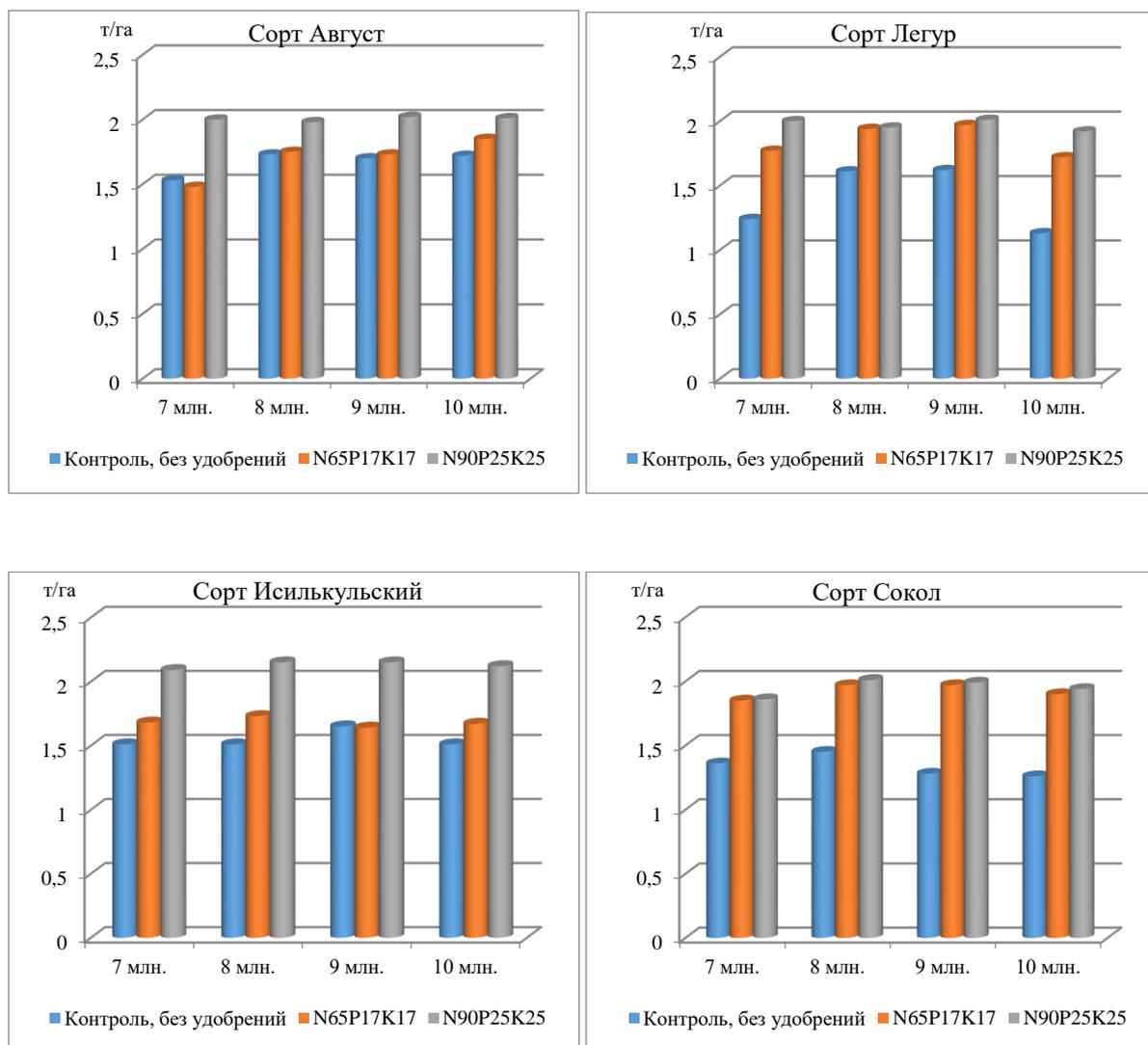


Рисунок 9 – Урожайность семян сортов льна масличного, 2018-2020гг. (т/га)

Таким образом, по урожайности можно выделить два сорта – Август и Исылкульский, характеризующиеся отмеченными выше преимуществами в сравнении с другими сортами.

Из вариантов с нормами высева наиболее перспективным следует считать 9 млн, так как ближайшие варианты 8 и 10 млн не обеспечивали устойчивую по годам урожайность. Так, в 2019 г. у сортов Август и Сокол на среднем фоне удобрений урожайность в варианте с нормой высева 10 млн значительно снижена относительно варианта с нормой 9 млн. В 2020 г. у сортов Август, Легур и Сокол на удобренных фонах урожайность семян в

варианте с нормой высева 8 млн снижена относительно варианта с нормой высева 10 млн.

На рисунках 10, 11, 12 представлены результаты дисперсионного анализа, свидетельствующие о степени влияния изучаемых факторов на изменчивость урожайности семян льна.

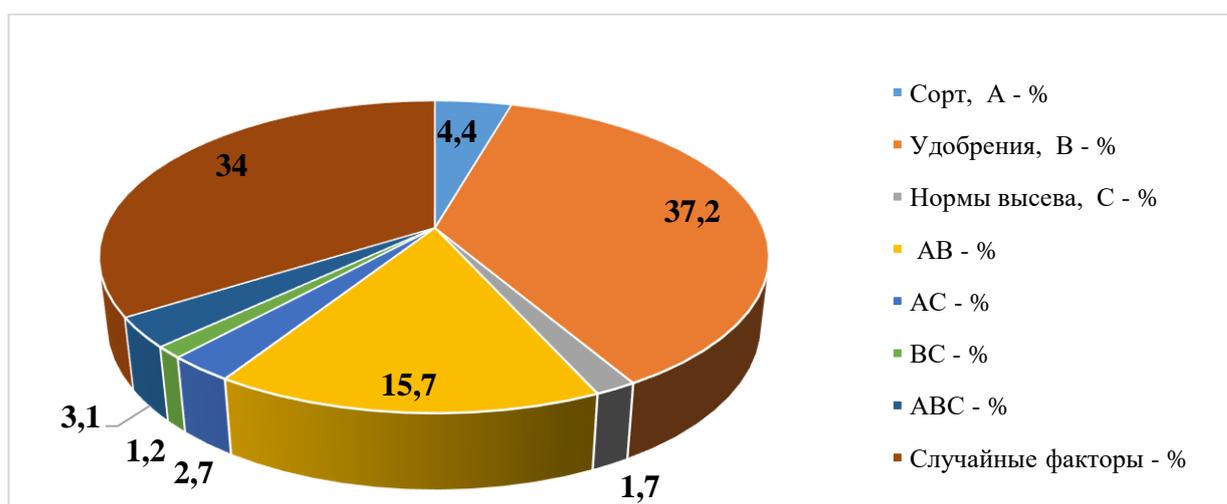


Рисунок 10 – Доля влияние факторов "сорт", "удобрения", "нормы высева" в изменчивости урожайности семян льна, % (2018 г.)

Доля влияния фактора «сорт» в изменчивости урожайности семян льна в зависимости от года исследований составляла 4,4-17,6%. Более существенным в отдельные годы было влияние фонов удобрений: 11,1-47,8%.

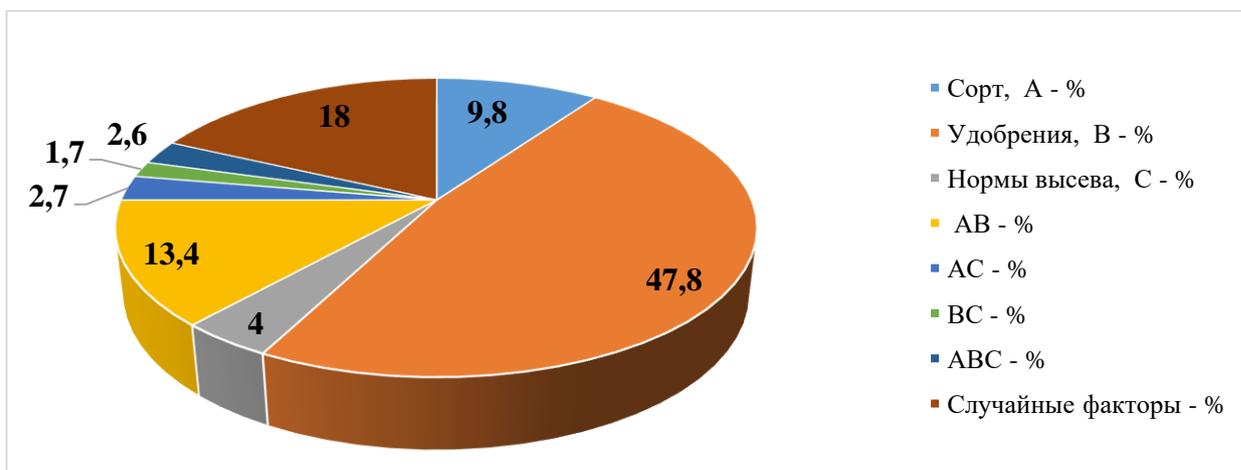


Рисунок 11 – Доля влияние факторов "сорт", "удобрения", "нормы высева" в изменчивости урожайности семян льна, % (2019 г.)

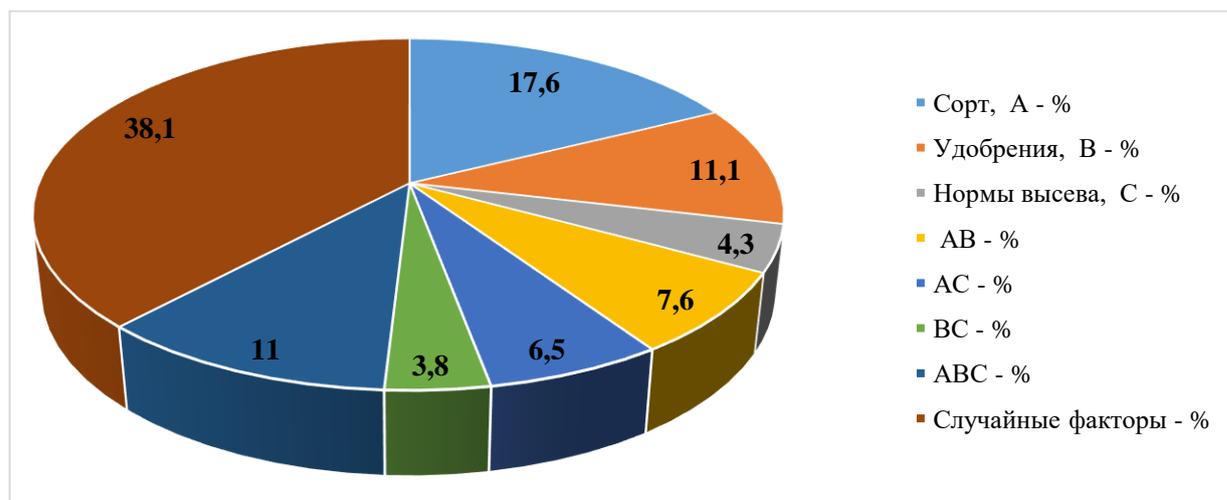


Рисунок 12 – Доля влияние факторов "сорт", "удобрения", "нормы высева" в изменчивости урожайности семян льна, % (2020 г.)

В меньшей степени было влияние норм высева на урожайность семян льна: 1,7-4,3%. Взаимодействие «сорт» x «удобрение» также было достаточно существенным: 7,6-15,7%.

Для установления наличия или отсутствия взаимосвязи между урожайностью с одной стороны, элементами структуры и масличностью – с другой, был проведен корреляционный анализ (рисунок 13).

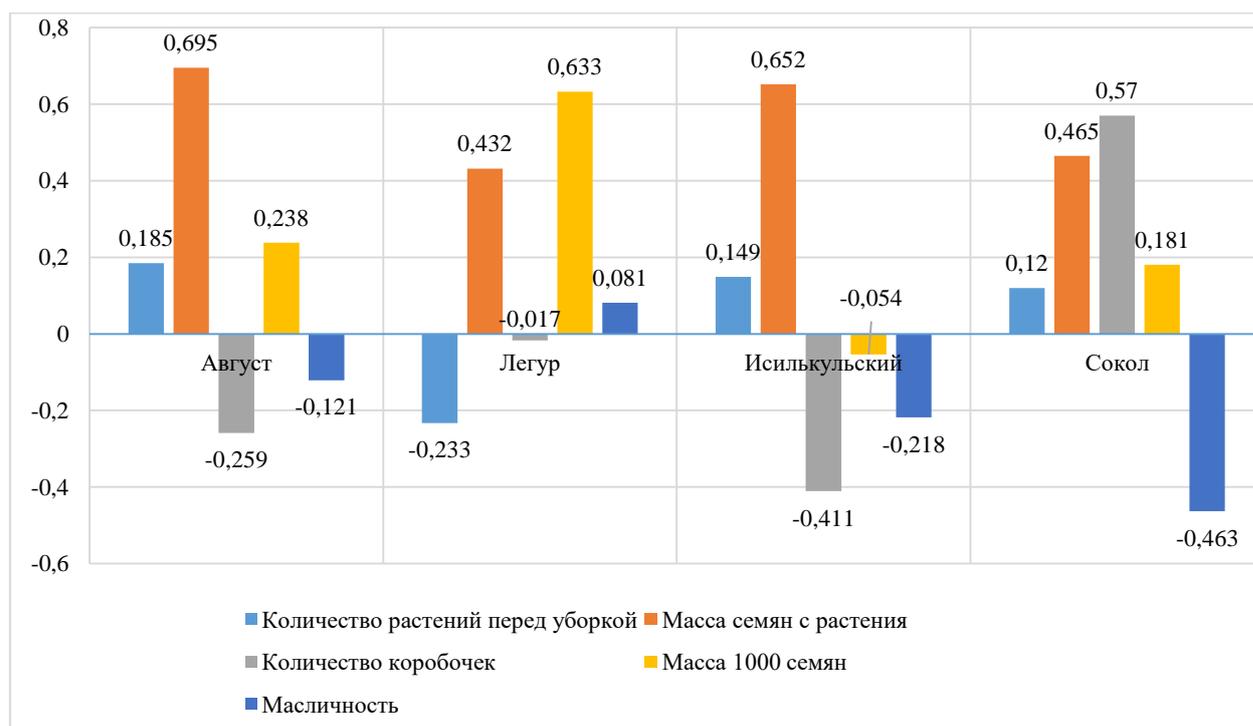


Рисунок 13 – Корреляция урожайности семян льна с элементами структуры и масличностью (2018-2020 гг.)

У сорта Август урожайность в большей степени зависела от массы семян с растения – связь средняя положительная ($r = 0,695 \pm 0,102$).

У сорта Легур урожайность обусловлена двумя показателями структуры: массой семян с растения ($r = 0,432 \pm 0,112$) и массой 1000 семян ($r = 0,633 \pm 0,108$). Урожайность сорта Исилькульский в большей степени связана с массой семян с растения – связь средняя положительная ($r = 0,652 \pm 0,114$), а у сорта Сокол урожайность зависела от двух признаков: массы семян с растения ($r = 0,465 \pm 0,104$) и количества коробочек на растении ($r = 0,570 \pm 0,121$). У сорта Сокол отмечена обратная зависимость средней силы между урожайностью и масличностью семян ($r = -0,463 \pm 0,118$). У сортов Август и Исилькульский также наблюдалась слабая отрицательная взаимосвязь урожайности и масличности. У сорта Исилькульский отмечена обратная зависимость средней силы между урожайностью и количеством коробочек на растении ($r = -0,411 \pm 0,122$). Подобная зависимость между этими признаками наблюдалась и у сорта Август – связь отрицательная слабая ($r = -0,259 \pm 0,095$).

Масличность семян. Основными признаками качества масличных культур являются количество, свойства и качество масла. Содержание масла в семенах различных культур колеблется в больших пределах в зависимости от сорта, района и условий произрастания, степени зрелости семян.

Льняное семя очень богато жиром. Считается, что льняное семя в среднем содержит более 30% белков, жира более 50%, клетчатки 9%, воды 8%, золы 3%. Процент жира в семенах льна является довольно устойчивым сортовым признаком (Дьяков А.Б., 2006).

В 2018 году у сорта Август в вариантах с нормами высева семян 8 и 10 млн на фонах удобрений $N_{65}P_{17}K_{17}$ и $N_{90}P_{25}K_{25}$ масличность составила 50,4%, в этих же вариантах с нормой высева семян 7 млн – 49,8% (таблица 16).

У сорта Легур высокий показатель содержания жира в семенах был в варианте без удобрений с нормой высева семян 10 млн – 49,1%. Наименьший процент масличности у сорта Легур отмечен при норме высева семян 7 млн в варианте без удобрений – 43,0%. Остальные сорта характеризовались показателем масличности семян на уровне 45,1%.

В 2019 году показатель содержания жира в семенах льна был самым высоким у сорта Август при норме высева 10 млн в варианте без удобрений – 49,9%. У сорта Легур масличность семян в вариантах с разной нормой высева семян и нормами удобрений находилась в пределах 44,9-48,1%. У сорта Исилькульский содержание жира уменьшилось при норме высева 10 млн в варианте с повышенной нормой удобрений (N₉₀P₂₅K₂₅) и составило 39,2%. У сорта Сокол масличность семян была в пределах 41,5-43,3%.

В условиях 2020 г. по масличности выделился сорт Август при норме высева семян 10 млн на повышенном фоне удобрений – 49,1%. Самый низкий процент масличности отмечен у сорта Сокол на повышенном фоне удобрений с нормой высева семян 7 млн – 41,5%.

В среднем за годы исследований среди сортов льна по содержанию жира в семенах выделился сорт Август (рисунок 14, приложение Д). При норме высева 8 млн на неудобренном фоне показатель достиг величины 50,0%. Вместе с тем, у этого сорта наблюдалось снижение масличности семян в вариантах с удобрениями: в варианте с нормой высева 8 млн на среднем фоне удобрений снижение масличности семян относительно контроля составило 6,1%, на повышенном фоне – 4%; в варианте с нормой высева 9 млн – 3,7 и 3,1%; в варианте с нормой высева 10 млн – 5,3 и 1,4% соответственно. У других сортов проявилась тенденция снижения масличности на фонах с удобрениями. Ученые объясняют снижение масличности семян льна при улучшении азотного питания тем, что по мере повышения доступности азота возрастает содержание белка в семенах, а между белковостью и масличностью семян льна наблюдается отрицательная зависимость (Янушковская К.А., 1936; цитир. по А.Б. Дьякову, 2006).

Таблица 16 – Масличность семян у сортов льна, %

Норма удобрений	2018 г.				2019 г.				2020 г.			
	норма высева семян, млн/га											
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
Август												
Контроль, без удобрений	46,8	52,2	50,3	50,4	49,1	48,8	48,2	49,9	47,8	45,9	47,6	47,6
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	49,8	43,9	44,3	44,1	43,3	44,0	45,8	45,6	44,3	43,7	44,8	42,4
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	49,8	50,4	48,4	46,3	48,4	45,2	44,5	48,3	44,3	42,5	44,0	49,1
Легур												
Контроль, без удобрений	43,0	43,2	46,9	49,1	44,9	45,8	47,3	46,3	45,1	45,8	47,2	45,4
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	45,1	46,9	46,2	46,0	44,9	46,4	46,5	46,2	45,6	46,1	45,6	45,8
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	45,4	44,8	45,2	45,1	44,9	45,8	48,1	45,8	46,0	45,3	47,2	47,2
Исилькульский												
Контроль, без удобрений	45,9	44,8	48,1	45,3	45,2	44,8	45,5	44,0	45,3	45,5	45,2	45,1
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	43,7	43,9	44,3	44,1	43,3	42,8	43,2	43,6	43,7	44,4	42,6	43,7
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	44,8	44,4	46,2	44,7	43,5	46,0	43,3	39,2	44,5	45,2	44,3	44,2
Сокол												
Контроль, без удобрений	45,2	47,9	46,2	45,8	44,3	44,0	45,1	44,9	42,5	43,3	42,8	42,2
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	43,2	45,5	43,7	46,8	42,0	44,4	42,9	44,6	42,6	42,9	43,0	42,6
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	44,3	44,3	44,3	44,6	42,6	45,4	44,2	43,3	41,5	43,3	41,8	43,1

На рисунках 15, 16, 17 показаны результаты дисперсионного анализа, свидетельствующие о доле влияния каждого изучаемого фактора на изменчивость содержания жира в семенах льна. Следует отметить, что в зависимости от условий года доля влияния факторов на этот показатель значительно отличается. Например, в условиях 2018 г. доля влияния сорта была наибольшей – 30,2%, достаточно высокой и в условиях 2019 г. – 28%, в 2020 г. снизилась до 14,2%. Тем не менее влияние сорта на содержание жира в семенах льна было преобладающим. Доля влияния фонов удобрений составила 8,6-14,9%, а влияние норм высева было минимальным: от 1 до 4,6%.

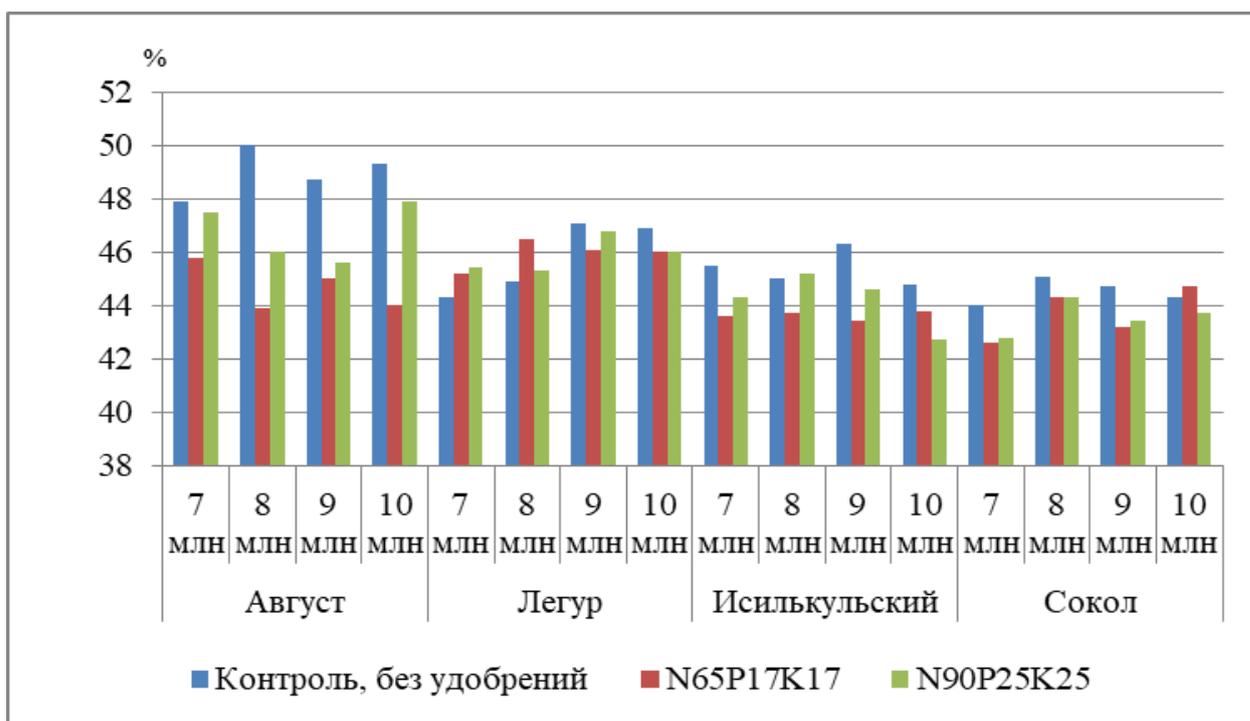


Рисунок 14 – Масличность семян сортов льна, % (2018-2020 гг.)

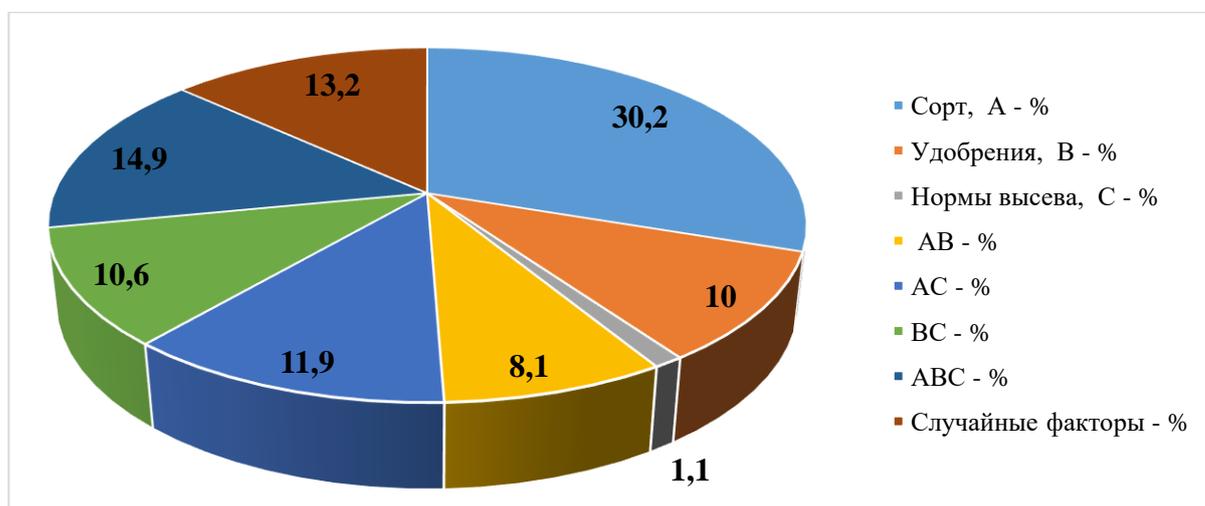


Рисунок 15 – Доля влияние факторов "сорт", "удобрения", "нормы высева" в изменчивости масличности семян льна, % (2018 г.)

Взаимодействие факторов сорт и удобрения составило 7,1-14,3%, сорт и нормы высева – 8,8-121,4%, удобрения и нормы высева – 3,3-12,6%, сорт, удобрения и нормы высева – 10-19%.

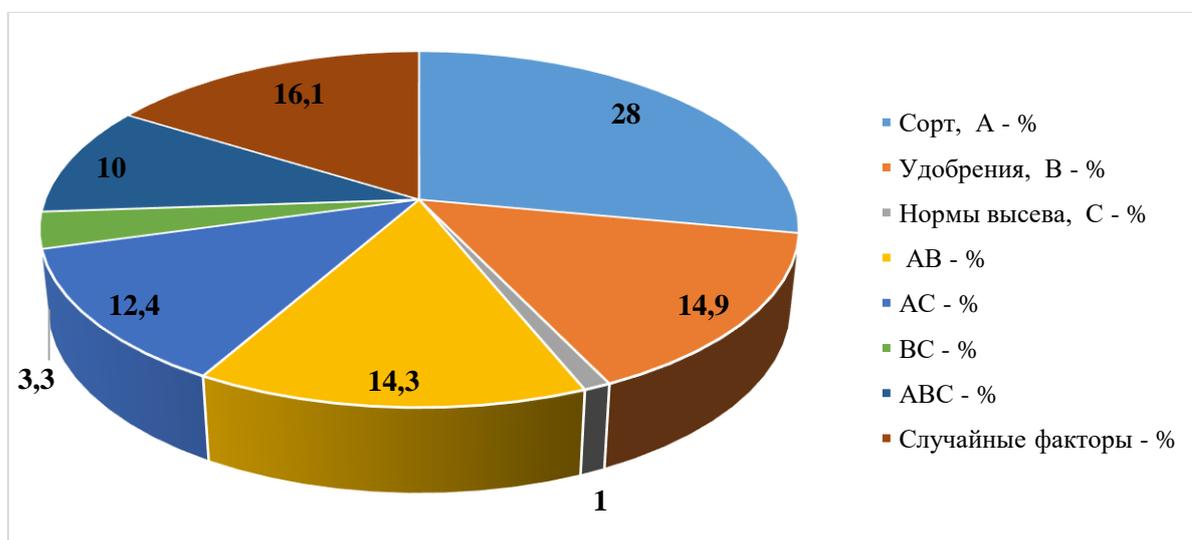


Рисунок 16 – Доля влияние факторов "сорт", "удобрения", "нормы высева" в изменчивости масличности семян льна, % (2019 г)

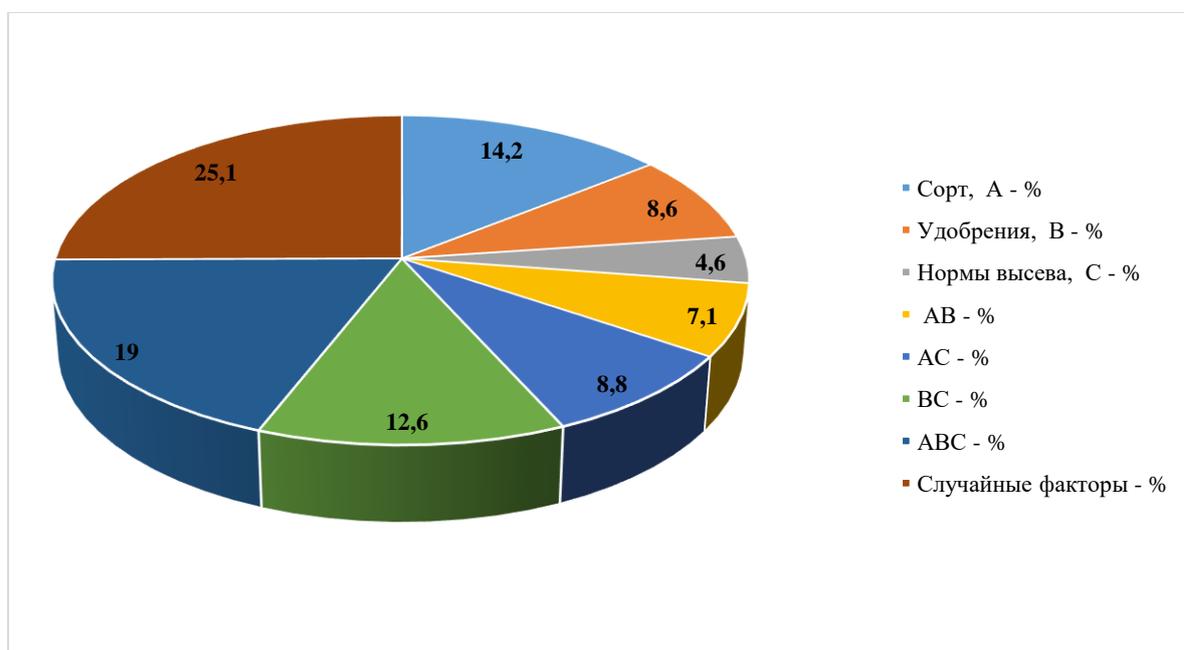


Рисунок 17 – Доля влияние факторов "сорт", "удобрения", "нормы высева" в изменчивости масличности семян льна, % (2020 г)

Сбор масла с единицы площади. Одним из критериев, определяющим целесообразность возделывания по той или иной технологии или использование отдельного элемента технологии, является показатель сбора масла. Сбор масла с гектара зависит, как от величины урожая семян, так и от их масличности.

В наших исследованиях сбор масла с гектара во многом зависел от урожайности семян (рисунок 18, приложение Е).

У сорта Август в условиях 2018 г. наиболее высокий сбор масла отмечен в вариантах на повышенном фоне удобрений: 939-982 кг/га. В 2019 г. также выделились эти варианты (792-931 кг/га). В условиях 2020 г. существенное увеличение сбора масла наблюдалось в вариантах с нормой 9 и 10 млн/га на среднем фоне удобрений (1057-1242 кг/га).

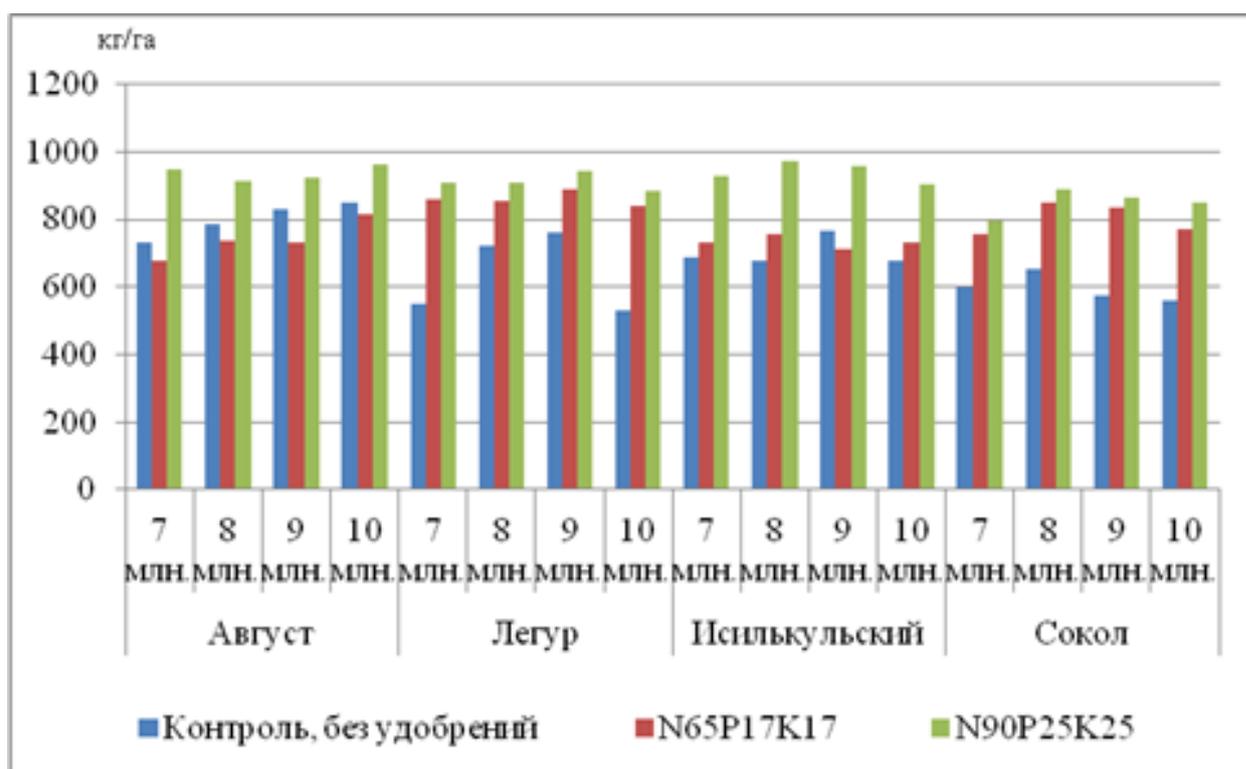


Рисунок 18 – Выход масла из семян сортов льна, кг/га (2018-2020 гг.)

У сорта Легур в условиях 2018 г. наибольший сбор масла зафиксирован в варианте с нормой 8 млн на среднем фоне удобрений (881 кг/га). Высокие

показатели отмечены у этого сорта на повышенном фоне удобрений во всех вариантах с нормами высева (1165-1229 кг/га).

В 2020 г. высокий сбор масла получен и у сорта Исилькульский как на контроле, так и на фонах с удобрениями (907-1229 кг/га).

У сорта Сокол высокие показатели выхода масла с 1 га получен в 2020 г. в вариантах с нормами высева на среднем и повышенном фонах удобрений (941-1081 кг/га).

Средние данные за годы исследований свидетельствуют, что повышенный фон удобрений обеспечивал самый высокий выход масла у всех сортов в вариантах с нормами высева (не менее 800 кг/га).

5 Экономическая эффективность производства семян льна

Экономическая эффективность является результирующим фактором оценки эффективности различных элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур. В ней отражается совокупное воздействие генетического потенциала сорта, уровня минерального питания и норм высева, выражаемое в урожайности культуры. Помимо этого, экономическая оценка дает возможность установить эффективность предлагаемых мероприятий с учетом рыночной конъюнктуры и экономической ситуации в стране.

Наши расчеты показали, что затраты на выращивание семян варьируют от 22250 до 32576 руб./га. Изучаемые сорта льна масличного были в одинаковой ценовой категории – стоимость 1 тонны посевного материала составила 130 тыс. рублей.

Увеличение нормы высева от 7 млн с шагом 1 млн приводило к повышению затрат на 3%. Таким образом, общие затраты при отсутствии удобрений при максимальной норме высева – 10 млн составили 24200 руб./га.

Минеральные удобрения в современных условиях остаются мощным фактором повышения продуктивности культур. Однако, их стоимость в настоящее время довольно высокая. При расчетах была учтена цена реализации минеральных удобрений в Уральском Федеральном округе без затрат на транспортировку до покупателя. Стоимость аммиачной селитры, с содержанием действующего вещества 34,5% азота была равна 18 тыс. руб. за тонну. Для оптимизации минерального питания по фосфору и калию использовались сложные удобрения типа азофоска с содержанием питательных веществ по 18% каждый. Стоимость одной тонны азофоски составляет 26 тыс. рублей, что существенно выше аммиачной селитры в перерасчете на 1 кг действующего вещества. Однако, для стабильного формирования урожая льна масличного необходимо внесение фосфора и калия.

Внесение минеральных удобрений $N_{65}P_{17}K_{17}$ семян льна масличного привело к увеличению затрат на 27% относительно варианта без удобрений. Затраты на выращивание льна масличного при внесении удобрений и различных нормах высева семян варьировали от 28147 до 30097 руб./га. Дальнейшее повышение уровня минерального питания, обеспечивающее получение 3,0 т/га семян льна увеличило затраты на 38% относительно варианта без удобрений. Варьирование затрат было в диапазоне от 30400 до 32576 руб./га.

Таким образом, установлено, что в вариантах с нормами высева семян сортов льна масличного прямые затраты на выращивание увеличиваются с 22250 до 24200 руб./га. Применение $N_{65}P_{17}K_{17}$ и $N_{90}P_{25}K_{25}$ приводит к повышению затрат на 27 и 38% относительно варианта без удобрений.

Стоимость получаемой продукции является элементом взаимодействия рынка, который устанавливает цену реализации и сбора товарной продукции. При расчетах была использована цена реализации 1 тонны семян льна в размере 30 тыс. рублей. Поэтому стоимость продукции при нашей оценке зависела только от урожайности. Минимальная стоимость была отмечена на варианте, где высевали сорт Легур с нормой высева 10 млн при отсутствии удобрений – 33900 руб./га (приложения Ж, З, И, К). Максимальная стоимость оказалась у сорта Исилькульский при норме высева 9 млн и внесении удобрений $N_{90}P_{25}K_{25}$. Ее значение было равным 64500 руб./га.

Влияние элементов технологии на прибыль достаточно сильное, поскольку от них зависят затраты на выращивание и прибавка урожая. В ходе исследований были выявлены варианты с максимальной прибылью, которые отражают различную отзывчивость сортов льна на удобрения и нормы высева (рисунок 18).

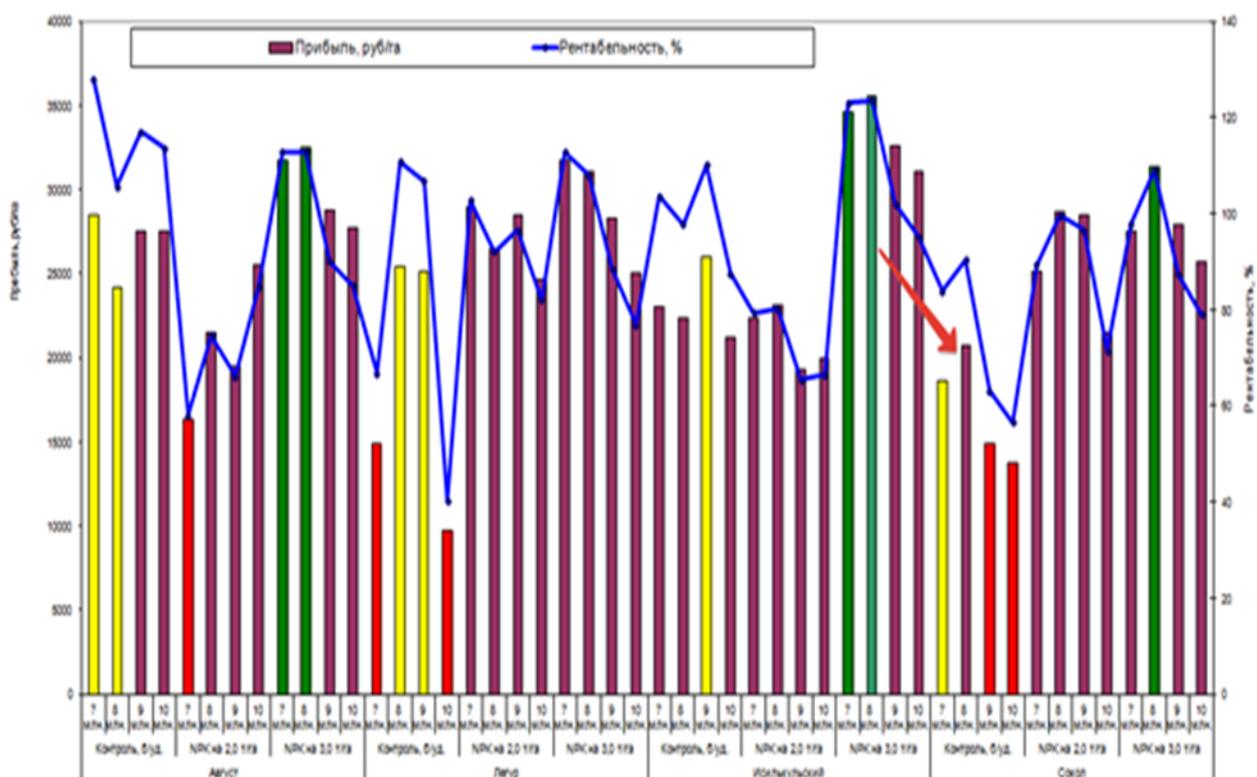


Рисунок 19 – Эффективность возделывания сортов льна масличного (2018-2020 гг.)

Сорт Август характеризовался максимальной прибылью 28774 и 30200 руб./га в вариантах с нормами высева 7, 8 и 9 млн с внесением удобрений N₉₀P₂₅K₂₅, рентабельность составила 90 – 97 %.

Сорт Легур характеризовался меньшей отзывчивостью на минеральные удобрения и нормы высева. Максимальной прибыли и рентабельности у этого сорта не выявлено. При отсутствии удобрений сорт снижает свою продуктивность, что негативно сказывается на экономике. Минимальная прибыль (9700 руб./га) была при норме высева 10 млн, рентабельность составила 40 %. Внесение удобрений повышают прибыль до 24703-25024 руб./га. Рентабельность при этом варьировала от 77 до 82%.

В условиях Северного Зауралья сорт льна масличного Исилькульский показал себя максимально выгодно относительно других сортов. При внесении минеральных удобрений N₉₀P₂₅K₂₅ семян и при всех нормах высева этот сорт имел максимальную в опыте прибыль – 31024-33300 руб./га при рентабельности 95-107%. Отказ от удобрений и загущение посевов (при норме

высева 9 млн) незначительно ухудшает экономические показатели, но прибыль и рентабельность остаются еще привлекательными для товаропроизводителя.

Сорт льна масличного Сокол характеризовался низкой экономической эффективностью при отсутствии удобрений. Прибыль и рентабельность, приближающиеся к среднему уровню, возможны были только при норме высева 7 и 8 млн. При внесении удобрений Сокол увеличивает продуктивность, что улучшает экономику его возделывания. Наиболее хороший экономический эффект проявляется при внесении удобрений $N_{65}P_{17}K_{17}$ при норме высева 8 и 9 млн. Прибыль на этих вариантах составила 28703 и 28453 руб./га при рентабельности 100 и 97% соответственно.

У наиболее перспективных сортов льна Август и Исилькульский при обоснованной норме высева 9 млн на повышенном фоне удобрений ($N_{90}P_{25}K_{25}$) прибыль составила 28774 и 32574 руб./га, уровень рентабельности – 90 и 102%.

Заключение

1. В результате изучения образцов коллекции льна масличного в условиях северной лесостепи Тюменской области выделен ряд образцов, ценных для региона:

- с высокой урожайностью – Воронежский 1308/138 из России и Omega из Канады (превышение среднего значения по образцам коллекции на 26%), ВИР 1650 из России (+17%), Август из России, Prairie Blue из Канады, Чибик (Чибис) из Украины (+13%).

- с высокой массой 1000 семян – отечественные: Август (8,76 г), Сокол (8,64 г), Воронежский 1308/138 (8,39 г) и ВИР 1650 (8,56 г); зарубежные: Micael – 8,77 г (Франция) и Гиссарский-10 – 8,10 г (Таджикистан);

- по содержанию жира в семенах: Ва Ya No.12 из Китая – 50,7%, сорт Август из России – 47,5%, Бахмальский 1056 из Узбекистана – 47,6% и сорт Вауа No 7 из Китая – 47,5%.

2. При изучении влияния норм высева и фонов удобрений установлено что сорта льна Август, Легур, Исилькульский и Сокол наиболее устойчиво формировали густоту всходов при норме высева семян 9 и 10 млн/га. При этой же норме наблюдалось положительное действие удобрений на количество всходов.

3. Выявлено что наибольшее количество растений к уборке у изучаемых сортов сохранилось также при норме высева семян 9 и 10 млн/га. При этом у всех сортов наблюдалось значительное увеличение показателя под действием удобрений.

4. На массу семян с растения положительно повлиял средний фон удобрений (N₆₅P₁₇K₁₇).

5. Масса 1000 семян у сортов льна масличного была повышенной в варианте с нормой высева семян 8 млн/га. Положительное влияние удобрений на величину массы 1000 семян проявлялось в отдельные годы у сортов: Сокол, Исилькульский, Легур. Самое высокое увеличение признака отмечено у сорта

Сокол в 2020 г. в варианте с нормой высева семян 9 млн/га на повышенном фоне удобрений (+0,84 г к контролю).

6. Наибольшую урожайность изучаемые сорта сформировали на повышенном фоне удобрений ($N_{90}P_{25}K_{25}$) в варианте с нормой высева семян 9 млн/га. Среди изучаемых сортов преимуществом по урожайности характеризовались Август (максимальная урожайность 2,02 т/га) и Исилькульский (2,15 т/га).

7. По содержанию жира в семенах выделился сорт Август. В варианте с нормой высева семян 8 млн/га на неудобренном фоне показатель достиг величины 50,0%. Повышенный фон удобрений обеспечивал самый высокий выход масла у всех сортов в вариантах с нормами высева (не менее 800 кг/га).

8. Экономические расчеты показали, что у наиболее перспективных для региона сортов Август и Исилькульский при оптимальных элементах технологии их возделывания (норма высева семян – 9 млн/га, фон минеральных удобрений – повышенный) уровень рентабельности достигал 90 и 102 %.

Практические рекомендации

1. Выделившиеся по хозяйственно-ценным признакам образцы льна масличного рекомендуется использовать в производстве и практической селекции:

- высокопродуктивные: Воронежский 1308/138, ВИР 1650, Август из России, Omega и Prairie Blue из Канады, Чибик (Чибис) из Украины;

- с высоким содержанием жира в семенах: Ва Ya No.12 из Китая – 50,7%, сорт Август из России – 47,5%, Бахмальский 1056 из Узбекистана – 47,6% и сорт Вауа No 7 из Китая – 47,5%;

2. Для производства семян льна масличного в Тюменской области рекомендуются к возделыванию сорта Август и Исилькульский как наиболее устойчивые по урожайности. Оптимальные элементы технологии возделывания этих сортов: норма высева семян – 9 млн/га, фон минеральных удобрений – повышенный (N₉₀P₂₅K₂₅). Уровень рентабельности при этой норме высева и на этом фоне удобрений достигал 90 и 102 %.

Список литературы

1. Агроклиматические ресурсы Тюменской области. Л.: Гидрометеиздат. – 1972. – 151 с.
2. Адаптивные технологии возделывания масличных культур. Рекомендации. Департамент сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края. ГНУ ВНИИ масличных культур имени В.С. Пустовойта. РАСХН. Краснодар, 2011. – 182 с.
3. Бирянова, Е. В. Лён масличный и его особенности перед другими масличными культурами / Е. В. Бирянова // Молодежь и наука. – 2019. – № 10-11. – С. 5-6.
4. Бирянова, Е. В. Технология возделывания льна масличного / Е. В. Бирянова // Молодежь и наука. – 2019. – № 10-11. – С. 6-8.
5. Бородавченко, А.А. Десикант Баста - эффективный препарат в системе интегрированной защиты сельскохозяйственных культур // Защита и карантин растений. – 2012. – № 8. – С. 51-52.
6. Бородин, И.В. Некоторые вопросы агротехники льна масличного в За-падной Сибири / И.В. Бородин // Масличные культуры в восточных районах СССР. – Краснодар, 1956. – С. 134–147.
7. Бояршинова, Е. В. Влияние срока десикации и уборки на урожайность волокна льна масличного / Е. В. Бояршинова, Е. А. Ренев, С. Л. Елисеев // Вестник Вятской ГСХА. – 2021. – № 1(7). – С. 3.
8. Буряков, Ю.П. Масличный лён / Ю.П. Буряков, В.К. Ивановский, П.Ф. Осипов. – М.: Россельхозиздат, 1971. – 110 с.
9. Бушнев, А. С. Продуктивность сортов льна масличного в зависимости от условий выращивания (севооборот, способ основной обработки почвы) на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья / А. С. Бушнев, Ю. В. Мамырко, С. П. Подлесный // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2009. – № 1(140). – С. 134-140.

10. Бушнев, А. С. Реализация генетического потенциала семенной продуктивности новых сортов масличного льна с учетом современных ресурсосберегающих технологий Южного федерального округа / А. С. Бушнев, Т. Н. Лучкина, Г. И. Орехов // Масличные культуры. – 2020. – № 3(183). – С. 84-92. – DOI 10.25230/2412-608X-2020-3-183-84-91.

11. Бушнев, А. С. Роль сортовых агротехник в реализации продуктивности масличных культур с учетом изменяющихся погодноклиматических условий / А. С. Бушнев // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2011. – № 2(148-149). – С. 61-67.

12. Бушнев, А. С. Специфика химической борьбы с сорняками на льне масличном / А. С. Бушнев, Г. И. Орехов // Защита растений от вредных организмов, Краснодар, 21–25 июня 2021 года / Материалы X международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 64-67.

13. Василев, В.В. Разработка хлебобулочных изделий специализированного назначения для питания спортсменов // Василев В.В., Вытовтов А.А., Нилова Л. П. Вопросы питания. – 2015. – Т. 84. № 5. – С. 25.

14. Виноградов, Д.В. Продуктивность сортов льна масличного в зависимости от сроков посева в Нечерноземной зоне России // Д.В. Виноградов, Ю.А. Можайский, А.В. Новикова, Е.И. Лупова // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 1. – С. 17-20.

15. Виноградов, Д.В., Кунцевич А.А. Влияние норм высева и удобрений на продуктивность льна масличного /Д.В. Виноградов, А.А. Кунцевич // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 6. – С. 182-186.

16. Владимиров, В.П. Влияние минеральных удобрений и нормы высева на урожай и масличность семян подсолнечника в условиях Лесостепи Среднего Поволжья / В. П. Владимиров, Е. М. Чугунов // Вестник Казанского

государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13. – № 4(51). – С. 16-20. – DOI 10.12737/article_5c3de3545d13f9.26605455.

17. Влияние комбикормов с семенами льна масличного на биохимический профиль крови и продуктивность телят-молочников / В. С. Зотеев, Г. А. Симонов, М.Ш. Магомедов, П. А. Алигазиева // Эффективное животноводство. – 2015. – № 6(115). – С. 38-40.

18. Войтюк, М.М., Лен масличный для продуктов питания // Войтюк М.М., Зубцов В.А., Миневич И.З., Осипова Л.Л. Инновационный бюллетень Министерства сельского хозяйства РФ. – 2015. – № 10. – С. 43 – 55.

19. Воробьев, С.А. Севообороты интенсивного земледелия / С.А. Воробьев. – М.: Колос, 1979. – С. 32- 42.

20. Выдрин, В.И. Изучение некоторых вопросов агротехники масличных культур / В.И. Выдрин // Масличные культуры в восточных районах СССР. –Краснодар: Советская Кубань, 1956. – С. 90-101.

21. Галкин, Ф.М. Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / Ф.М. Галкин, В. И. Хатнянский, Н. М., Тишков, В. Т. Пивень, В.Д. Шафоростов. – Краснодар, 2008. – 191 с.

22. Гаркуша, С.В., Адаптивные технологии возделывания масличных культур / С.В. Гаркуша, В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев и др. – Краснодар: ООО «Альбатрос Плюс», 2011. – 184 с.

23. Гореева, В.Н. Масличный лен - перспективная культура для Среднего Предуралья / В. Н. Гореева, К. В. Кошкина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 4(29). – С. 8-9.

24. Гореева, В.Н., Содержание жира и сбор масла коллекционными образцами льна масличного // Гореева В. Н., Корепанова Е. В., Кошкина К. В. Вестник Ижевской ГСХА. 2012. № 3. С. 6–7.

25. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Официальное издание. – М., Минсельхоз России, 2014. – С. 539-551.

26. Гродзинский, А.М. Краткий справочник по физиологии растений / А.М. Гродзинский, Д.М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1964. – 338 с.
27. Диденко, В. Н. Перспективы масличных культур в Оренбургской области / В. Н. Диденко // Russian Agricultural Science Review. – 2014. – Т. 3. – № 3. – С. 70-77.
28. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
29. Дьяков, А.Б. Физиология и экология семян льна /А.Б. Дьяков. – Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта (ВНИИМК) Российской академии сельскохозяйственных наук (РАСХН). – 214 с.
30. Елисеев, С. Л. Влияние срока посева и нормы высева на урожайность льна масличного в среднем Предуралье / С. Л. Елисеев, Е. А. Ренев, М. Ф. Бинияз // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 2(34). – С. 23-30. – DOI 10.47737/2307-2873_2021_34_23.
31. Елисеев, С. Л. Приемы однофазной уборки сортов льна масличного в среднем Предуралье / С. Л. Елисеев, Е. А. Ренев, Е. В. Бояршинова // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 1(33). – С. 26-35. – DOI 10.54351/2307-2873_2021_33_26.
32. Еремин, Д.И. Агрогенные изменения водно-физических свойств черноземов выщелоченных восточной окраины Зауральского Плато / Д.И. Еремин //Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. 2010. №18. С. 72-76.
33. Еремин, Д.И. Особенности динамики структурно-агрегатного состояния и плотности сложения выщелоченного чернозема в Северной лесостепи Тюменской области / Д. И. Еремин // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 3(45). – С. 62-64.

34. Ермаков, А. И. Итоги и перспективы биохимических исследований культурных растений / А.И. Ермаков, М.И. Иконникова, Г.А. Луковникова, Н.П. Ярош // Тр. по прикл. бот., ген. и селекции. – Л., 1969. – Т. 41. – Вып. 1. – С. 326-363.
35. Живетин, В.В. Масличный лен и его комплексное развитие / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. – Москва, 2000. – 92 с.
36. Живетин, В.В., Лен и его ком-плексное использование // В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург, О.М. Ольшанская/ «Информ. Знания» М., 2002. –400 с.
37. Зеленцов, С.В. Искусственное дозаривание семян льна масличного как способ смещения повторных летних посевов на более ранние сроки (сообщение II) / С.В. Зеленцов, Л.Г. Рябенко, Е.В. Мошненко [и др.] // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2014. – Вып. 1 (157-158). – С. 80-87.
38. Зубцов, В. А. Стратегия развития технологий в кормопроизводстве по использованию семян льна и продуктов их переработки / В. А. Зубцов, И. Э. Миневич // Инновационные разработки для производства льна : Материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЛ, Тверь, 14–15 мая 2015 года / Главный редактор Ковалев М. М.. – Тверь: Тверской государственный университет, 2015. – С. 293-305.
39. Зубцов, В. А., Льняное семя, его состав и свойства // Зубцов В. А., Осипова Л. Л., Лебедева Т. И. Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). – 2002. Т. XLVI. № 2. С. 13–14.
40. Зыкин, В.А. Сорты яровой мягкой пшеницы СибНИИСХ – гарантия устойчивости урожаев в засушливых условиях их возделывания / В.А. Зыкин // Состояние и перспективы семеноводства Российской Федерации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Курган, 2009. – С. 103-115.
41. Иваненко, А. С. Агроклиматические условия Тюменской области / А. С. Иваненко, О. А. Кулясова // Тюмень. – ТГСХА. – 2008. – 206 с.

42. История научных исследований во ВНИИМКе / под ред. Н.И. Бочкарёва, С.Д. Крохмалю. – Краснодар, 2003. – 400 с.

43. К вопросу о типе соцветия льна обыкновенного *Linum usitatissimum* L. / С. В. Зеленцов, Е. В. Мошненко, Л. Г. Рябенко [и др.] // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2012. – № 2(151-152). – С. 78-91.

44. Каретин, Л.Н. Почвы Тюменской области / Каретин Л.Н. // Новосибирск: Наука.- 1990. – 285 с.

45. Колотов, А.П. Влияние сроков уборки на продуктивность и посевные качества семян льна масличного // А.П. Колотов, О.В. Синякова, Е.Н. Пономарева // Современные проблемы земледелия Зауралья и пути их научно обоснованного решения: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию Курганского НИИСХ и 100-летию Щадринского опытного поля (24-25 июля 2014 г.). Куртамыш: «Куртамышская типография», 2014. – С. 258-262.

46. Колотов, А.П. Высокопродуктивные посевы льна масличного на Среднем Урале / А.П. Колотов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2019. – Вып. 1 (177). – С. 60–66.

47. Колотов, А.П. Интродукция культуры льна масличного на Среднем Урале // А.П. Колотов Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: Мат.-лы IX Междунар. симпозиума. Том I. – М.: РУДН, 2011. С. 70–73.

48. Колотов, А.П. Качество основной продукции льна масличного в условиях Среднего Урала // А. П. Колотов Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 2 (18). – С. 23–28.

49. Колотов, А.П. Качество основной продукции льна масличного в условиях Среднего Урала / А.П. Колотов // Пермский аграрный вестник. – 2016.– № 2 (18). – С. 23–28.

50. Колотов, А.П. Лен масличный - перспективная культура для Свердловской области / А.П. Колотов, О.В. Синякова // Агропродовольственная политика России. № 3. 2014. – С. 36-38.
51. Колотов, А.П. Лен масличный - перспективная культура для Свердловской области / А. П. Колотов, О. В. Синякова // Агропродовольственная политика России. – 2014. – № 3(27). – С. 36-38.
52. Колотов, А.П. Лен масличный на Среднем Урале / А.П. Колотов, С.Л. Елисеев // Пермский аграрный вестник. № 1 (5). 2014. – С. 16-21.
53. Колотов, А.П. Особенности возделывания льна масличного в Свердловской области // А.П. Колотов / Нива Урала. – 2013. – № 1/2. – С. 6-8.
54. Колотов, А.П. Перспективы выращивания льна масличного в условиях Свердловской области / А. П. Колотов // Нива Урала. – 2012. – № 3. – С. 12-13.
55. Колотов, А.П. Продуктивность сортов льна масличного в условиях Среднего Урала / А.П. Колотов // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 30. № 6. – С. 12-14.
56. Колотов, А.П. Урожай льна масличного в условиях Среднего Урала / А.П. Колотов, О.В. Синякова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – Вып. 3 (163). – С. 59–62
57. Колотов, А.П. Урожайность льна масличного на серых лесных почвах среднего Урала / А. П. Колотов // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 5(170). – С. 3-11. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-5-3-11.
58. Конева, С. И. Особенности использования продуктов переработки семян льна при производстве хлебобулочных изделий // С. И. Конева Ползуновский вестник. – 2016. – № 3. – С. 35–37
59. Кочкин, А.С. Влияние минеральных удобрений на урожайность льна масличного на черноземе выщелоченном. Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Ставрополь, 2010. – 24 с.

60. Крючков, Н.М. Полевые культуры Западной Сибири / Н.М. Крючков, Е.Н. Гудинова, Л.И. Шанина, В.Н. Кравченко, С.В. Чусов, В.Д. Василевский, С.Г. Чмеленко. – Омск, 1996. – 303 с.

61. Кулешов, Н. Н. Процесс семенообразования и полноценность семенного материала / Н.Н. Кулешов // Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений. Материалы научной сессии. – М.: Наука, 1964. – С. 43-47.

62. Купцевич, Н. А. Оптимизация технологии возделывания возделывания льна в условиях Южного Зауралья / Н.А. Купцевич // Вестник Курганской ГСХА. 2018. № 3. – С. 36-41.

63. Купцевич, Н. А. Урожайность семян и содержание масла у сортов льна-долгунца и льна масличного в Южном Зауралье / Н.А. Купцевич, И.Н. Порсев, И.А. Субботин, М.В. Карпова // Актуальные проблемы рационального использования земельных ресурсов: Сборник статей по материалам II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курганская ГСХА, 2018. – С. 84-87.

64. Купцевич, Н.А. / Оценка фитосанитарной и продукционной роли сроков посева и сортов льна в Курганской области // Н.А. Купцевич, И.Н. Порсев // Вестник Курганской ГСХА. 2014. № 3. – С. 34-39.

65. Куцик, Р. В., Б.М. Зузук. Химический состав семян льна. Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-lne/pererabotka.html/id/402>. 2015.

66. Леконцева, Т. А. Влияние нормы высева на урожайность семян льнадолгунца Снежок желтосемянный // Т. А. Леконцева, Е. С. Стаценко Пермский аграрный вестник. – 2018. – № 2 (22). – С. 59-65.

67. Леконцева, Т. А., Юферева Н.И., Стаценко Е.С. Перспективные образцы льна для пищевого использования // Т. А.Леконцева, Н. И. Юферева, Е.С. Стаценко / Аграрная наука, образование, производство: актуальные вопросы: сб.трудов всерос. науч.-прак. конф. с межд.участием. - Новосибирск: изд-во НГАУ, 2014.– С.212-215.

68. Лён-долгунец в адаптивном земледелии Среднего Предуралья: монография / Е.В. Корепанова, И.Ш. Фатыхов, Л.А. Толканова; под ред. Е.В. Корепановой. – Ижевск: РИО ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2004. – 204 с.

69. Лисицын, А.Н. Инновационные направления в производстве и переработке семян льна // А. Н. Лисицын. В. Н. Григорьева, Л. Н. Лишаева / Вестник ВНИИЖ. - 2013. - №1. - 13-19 с.

70. Логинов, Ю.П. Яровая пшеница в Северном Зауралье / Ю.П. Логинов, А.М. Клиндюк. – Тюмень. – 2002. – 90 с.

71. Лукомец, В. М. Лен масличный – культура перспективная // В. М. Лукомец, В. Т. Пивень, Н. М. Тишков, Л. М. Захарова / Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2013. – № 2. – 80 (20) с.

72. Лукомец, В.М. Методы селекции сои и льна / В. М. Лукомец, С. В. Зеленцов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 2. – С. 19-23. – DOI 10.30850/vrsn/2019/2/19-23.

73. Лукомец, В.М. Научное обеспечение производства масличных культур / В.М. Лукомец. Краснодар, 2006. 216 с.

74. Лукомец, В.М. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна масличного / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев, С.Л. Горлов. – М.: «Росинформагротех», 2010. – 52 с.

75. Лукомец, В.М. Современное состояние производства и научного обеспечения льна масличного / В.М. Лукомец, А.В. Кочегура, Л.Г. Рябенко // Роль льна в улучшении среды обитания и активном долголетии человека: Материалы междунар. научно-практ. семинара, г. Торжок, 26-28 сент. 2011 г. Тверь: Твер.гос.ун-т, 2012. С. 33-43.

76. Лукомец, В.М. Состояние и перспективы производства льна масличного в России / В.М. Лукомец, А.В. Кочегура, Л.Г. Рябенко // Внедрение инновационных разработок в целях повышения экономической эффективности в льняном комплексе России: материалы деятелей науки вузов отечественных и зарубежных стран, научных работников организаций по

производству и переработке льна, а также текстильных и машиностроительных предприятий. Вологда, 2012. – . 41-46.

77. Лучкина, Т.Н. Экологическое испытание сортов льна масличного в условиях Ростовской области / Т.Н. Лучкина, О.Ф. Горбаченко, Л.П. Збраилова [и др.] // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 4 (184). – С. 24–31.

78. Мамырко, Ю.В. Изменение элементов структуры урожая льна масличного в зависимости от гидротермических условий, применения удобрений и нормы высева семян / Ю. В. Мамырко, А. С. Бушнев // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 1(67). – С. 11-16. – DOI 10.31367/2079-8725-2020-67-1-11-16.

79. Масличные культуры в формировании масложирового комплекса Республики Башкортостан в годы коллективизации / Р. Б. Нурлыгаянов, Д. Р. Исламгулов, А. М. Мухаметшин [и др.] // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2021. – № 3(59). – С. 10-20. – DOI 10.31563/1684-7628-2021-59-3-10-20.

80. Мелешкина, Е.П. Научный подход к переработке семян льна на основе использования их фитохимического потенциала с целью создания новых пищевых продуктов с заданными свойствами // Аграрный вестник Юго-Востока. 2016. № 1–2 (14–15). С. 68–71.

81. Миллер, С.С. Сельскохозяйственные культуры, возделываемые по основной обработке почвы в Тюменской области / С. С. Миллер, В. В. Брандт // Сборник трудов LVI Студенческой научно-практической конференции «Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе», Тюмень, 12 октября 2021 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – С. 35-38.

82. Миневич, И.Э. Использование семян льна и льняной муки в технологии мучных кондитерских изделий / И. Э. Миневич, Л. Л. Осипова, Т. Б. Цыганова // Хлебопечение России. – 2018. – № 3. – С. 38-41.

83. Миневич, И.Э. Функциональная значимость семян льна и практика их использования в пищевых технологиях / И. Э. Миневич // Health, Food &

Biotechnology. – 2019. – Т. 1. – № 2. – С. 97-120. – DOI 10.36107/hfb.2019.i2.s224.

84. Минжасова, А. Селекция льна масличного на качественный состав масла / А. Минжасова, И. Лошкомойников // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2016. - № 3. – С. 33-35.

85. Минкевич, И.А. Лён масличный / И.А. Минкевич. – М.: Сельхозгиз, 1957. –179 с.

86. Минкевич, И.А. Масличные культуры. / И. А. Минкевич, В. Е. Борковский. – М., 1955. – 177 с.

87. Морозов, И.В. Формирование урожаев льна масличного в условиях Верхневолжья Центрального района Нечерноземной зоны Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук; специальность 06.01.09. – Иваново, 2001. – 23 с.

88. Московенко, Н.В. Исследование потребительских свойств обогащенных экструзионных пищевых продуктов // Н. В. Московенко, Н. В. Тихонова Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: матер. VIII Междунар. науч.-практ. конференции. Орел, 2015. С. 352–356.

89. Московенко, Н.В. Исследование химического состава различных сортов льна масличного и продуктов его переработки // Н.В. Московенко, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова АПК России. 2020. Том 27. № 2. – С. 372-378.

90. Московенко, Н.В. Пищевая ценность обогащенных плодово-ягодных полуфабрикатов в процессе хранения // Н. В. Московенко, Н. В. Тихонова, С. Л. Тихонов Пища, экология, качество: тр. XIII Междунар. науч.-практ. конференции. Красноярск, 2016. С. 356–360.

91. Московенко, Н.В., Производство функциональных продуктов на основе микроклонированной клубники // Н. В. Московенко, В. В. Степанов Продовольственная безопасность: матер. Междунар. конф. науч.-исслед. проектов молодежи. Екатеринбург, 2014. С. 125–126.

92. Немченко, В.В. Научно-исследовательская деятельность научно-производственного агрохолдинга «Курган-семена» / В.В. Немченко, А.А.

Кетов, Е.В. Нестерова // Состояние и перспективы семеноводства Российской Федерации. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Курган, 2009. – С. 116-137.

93. Неттевич, Э.Д. Яровая пшеница в Нечерноземной зоне / Э.Д. Неттевич. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 220 с.

94. Носевич, М.А. Действие нормы высева и сортовых особенностей на урожайность льна масличного / М.А. Носевич, А.Д. Степин, Й.З. Айссотоде //Лён – стратегическая культура XXI века (Состояние, проблемы и перспективы развития АПК): Материалы II Международной научно-практической конференции. – М.: ФГБНУ «Псковский НИИСХ», 2015. – С. 82-87.

95. Носевич, М.А. Урожайность льна масличного в зависимости от сортовых особенностей и норм высева // Научный вклад молодых исследователей в сохранение традиций и развитие АПК: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции молодых учёных и студентов, Санкт-Петербург-Пушкин, (26-27 марта 2015 г.). Ч. III. / СПбГАУ. СПб., 2015. С. 5-7.

96. Османьян, З.Г. Семена льна в технологии пищевых продуктов функционального назначения (использование в хлебопечении) // Пищевая и перерабатывающая промышленность. 2009. № 1. С. 84.

97. Особенности уборки масличного льна для получения волокна в полевых условиях / С. В. Прокофьев, В. Г. Внуков, И. Н. Алтухова, Н. М. Федосова // Вестник ВИЭСХ. – 2018. – № 4(33). – С. 79-83.

98. Особенности химического состава семян некоторых масличных культур / И. В. Шведов [и др.] // Научно-технические аспекты производства экологически чистых масел, белковы продуктов с высокими потребительскими качествами : сб. докл. Междунар. науч.-производств. конф. «Технологические свойства новых гибридов и сортов масличных и эфиромасличных культур. Краснодар, 2003. С. 80–87.

99. Панников, В.Д. Почвы, удобрения и урожай// В.Д.Панников/М.: «Колос», 1964.–336с.

100. Паркина, О.В. Изучение уровня изменчивости некоторых количественных признаков у овощной фасоли / О. В. Паркина // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: Докл. и сообщ. VIII генетико-селекцион. шк. – РАСХН Сиб. отд-ние СибНИИРС. НГАУ. – Новосибирск, 2002. – С. 322-330.

101. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна масличного: метод. рек. – М.: ФГНУ «Росинформагротех» 2010. – 52 с.

102. Першаков, А.Ю. Элементы технологии возделывания льна масличного в Северном Зауралье / А. Ю. Першаков, Р. И. Белкина, В. С. Рамазанова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 2(59). – С. 29-35. – DOI 10.34655/bgsha.2020.59.2.004.

103. Першаков, А.Ю. Отзывчивость сортов льна масличного на возрастающие нормы минеральных удобрений / А. Ю. Першаков, Р. И. Белкина, А. К. Сулейменова // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 6(171). – С. 11-17. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-6-11-17.

104. Поляков, А.В. Лен как источник пищевого белка и незаменимых аминокислот / А.В. Поляков, Н.В. Загоскина //Клиническая фитотерапия и фитохитодезтерапия, биологически активные пищевые добавки (БАД) /Всерос. науч.-исслед. и тех-нол.. ин-т биол. пром-сти. Черноголовка, 2009. С. 128-132.

105. Пономарева, М.Л. Селекционно-генетические аспекты изучения льна масличного в условиях Республики Татарстан / М.Л. Пономарева, Д.А. Краснова.- Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2010. 144 с.

106. Порсев, И.Н. Урожайность льна-долгунца и льна масличного в зависимости от сортового состава в условиях центральной зоны Курганской области / И.Н. Порсев, Е.Ю. Торопова, Н.А. Купцевич, К.С. Саломатина // Вестник Курганской ГСХА. 2016. № 1. – С. 34-37.

107. Пукалова, Е.Н. Влияние различных форм и доз микроудобрений на накопление и вынос микроэлементов растениями льна масличного / Е. Н. Пукалова // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 1(64). – С. 182-190.

108. Пьянков, А.И. Лён масличный / А.И. Пьянков // Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений. – М.: Сельхозгиз, 1956. – С. 169–186.

109. Реакция льна масличного сорта ВНИИМК 620 на сроки посева в среднем Предуралье / И. Ш. Фатыхов, В. Н. Гореева, К. В. Кошкина, Е. В. Корепанова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2014. – № 1(157-158). – С. 87-91.

110. Рекомендации по возделыванию льна масличного в Омской области / Лошкомайников И.А., Минжасова А.К., Кузнецова Г.Н./ Омскоблиздат, 2011.- 24 с.

111. Рекомендации по семеноводству льна масличного // Министерство сельского хозяйства СССР, Сортсемпром, ВАСХНИЛ, ВНИИМК. – М.: «Колос», 1983. – 15 с.

112. Ровна, О.В. Продуктивность льна масличного в зависимости от внекорневой подкормки / О. В. Ровна // Вестник Сумского национального аграрного университета. – 2014. – № 9. – С. 97-100.

113. Рогаш, А.Р. Ботаническая, хозяйственная характеристика и биологические особенности льна-долгунца / А.Р. Рогаш // Лен-долгунец. – М.: Колос, 1976. – С. 21–39.

114. Рубан, Н.Ю. *Linum Usitatissimum* в инновационных технологиях геродиетических продуктов / Н.Ю. Рубан, И.Ю. Резниченко // АПК России. 2020 – №1. Т. 27. С. 186-190.

115. Савельев, В.А. Биология и технология возделывания полевых культур / В.А. Савельев. – Куртамыш; ГУП «Куртамышская типография», 2011. – 212 с.

116. Санин, А.А. Технология возделывания льна масличного в зоне Среднего Поволжья: рекомендации / А.А. Санин, Л.А. Косых, В.В. Борисов. Кинель. 2006. – 15 с.

117. Сатаев, А.О. Содержание белка и жира в семенах сортов льна масличного в условиях Северного Зауралья / А.О. Сатаев, А.Ю. Першаков, Р.И. Белкина // «Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения». Сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции. Тюмень, 2019. – С. 43-48.

118. Семеренко, С.А. Инкрустация семян пестицидными баковыми смесями - эффективный прием агротехнологии выращивания льна масличного / С. А. Семеренко, А. С. Бушнев // АгроФорум. – 2021. – № 6. – С. 29-33. – DOI 10.24412/cl-34984-2021-6-29-33.

119. Сизов, И.А. Биологические особенности сортов и форм льна и использование их в селекции / И.А. Сизов // Тр. по прикл. бот. ген. и селекции. – 1952. – Т. 29. – Вып. 2. – С. 5–51.

120. Синская, Е.Н. Историческая география культурной флоры / Е.Н. Синская // Историческая география культурной флоры. – Л.: Отд. Изд-ва Колос, 1969. – С. 200-201.

121. Снегирева, Н.В. Влияние экстракции семян льна на качественные показатели мучных кондитерских изделий / Н. В. Снегирева // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции, Красноярск, 20–22 апреля 2021 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 344-349.

122. Совершенствование некоторых приемов возделывания льна масличного в условиях Краснодарского края и Ростовской области / А. С. Бушнев, Ф. И. Горбаченко, Е. В. Картамышева [и др.] // Научное обеспечение производства сельскохозяйственных культур в современных условиях : Международная научно-практическая конференция, Краснодар, 09 сентября

2016 года. – Краснодар: Индивидуальный предприниматель Синяев Дмитрий Николаевич, 2016. – С. 28-34

123. Совершенствование элементов технологии возделывания льна масличного в условиях южного региона Российской Федерации / А. С. Бушнев, Ф. И. Горбаченко, Е. В. Картамышева [и др.] // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – № 2(162). – С. 50-62.

124. Сорокин, Д.К. Влияние норм высева на качество семян сортов льна масличного в условиях северной лесостепи Тюменской области / Д.К. Сорокин, А. Ю. Першаков, Р.И. Белкина // «Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения». Сборник материалов ЛШ Международной студенческой научно-практической конференции. Тюмень, 2019. – С. 57-61.

125. Сорокина, О.Ю. Анализ изменения оптимальных доз минеральных удобрений под лен-долгунец // Агрехимический вестник. – 2014. – № 3. – С. 16–19.

126. Сорокина, О.Ю. Минеральное питание льна масличного при использовании традиционных и новых органоминеральных удобрений / О. Ю. Сорокина // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – № 3(175). – С. 46-51. – DOI 10.25230/2412-608X-2018-3-175-46-51.

127. Сорокина, О.Ю. Рекомендации по применению удобрений при выращивании льнадолгунца с учетом плодородия почвы и сортовых особенностей культуры. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. – 10 с.

128. Сорокина, О.Ю. Эффективность минеральных и органоминеральных удобрений при возделывании льна масличного в условиях Центрального Нечерноземья / О. Ю. Сорокина // Плодородие. – 2021. – № 1(118). – С. 7-9. – DOI 10.25680/S19948603.2021.118.02.

129. Сорокина, О.Ю. Эффективность применения минеральных удобрений на льне масличном в Центральном Нечерноземье / О. Ю. Сорокина

// *Агрохимический вестник*. – 2017. – № 1. – С. 37-39.

130. Состояние производства и совершенствование элементов технологии возделывания льна масличного в Южном регионе Российской Федерации / А. С. Бушнев, Ф. И. Горбаченко, Е. В. Картамышева [и др.] // *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. – 2013. – № 2(155-156). – С. 63.

131. *Справочник агронома Сибири* / Под ред. И.И. Синягина и А.И. Тютюнникова. – М.: Колос, 1978. – 527 с.

132. *Справочник льновода* / сост. В. Б. Ковалев. – М.: Московский рабочий, 1978. – С. 36-38

133. *Справочник льновода* / Сост. Н.Г.Коренский; под ред. А.М. Старовойтова. 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Ураджай, 1987. – 239 с.

134. Сулейменова, А. Роль исходного материала в создании новых сортов льна масличного / А. Сулейменова // *International Agricultural Journal*. – 2019. – Т. 62. – № 3. – С. 15. – DOI 10.24411/2588-0209-2019-10069. – EDN MHRSWQ.

135. Сулейменова, А.К. Возделывание льна масличного в Сибири / А. К. Сулейменова // *International Agricultural Journal*. – 2019. – Т. 62. – № 4. – С. 17. – DOI 10.24411/2588-0209-2019-10092.

136. Сулейменова, А.К. Возделывание льна масличного в Сибири / А. К. Сулейменова // *International agricultural journal*. 2019. № 4.– С. 159-170.

137. Сычев, В.Г. Влияние уровня минерального питания на величину и качество урожая льна масличного // В. Г. Сычев, В. П. Янишевский, О. Л. Янишевская *Плодородие*. – 2011. – № 6. – С. 11–14.

138. Технологические аспекты производства семян льна и пищевого льняного масла / Г.В. Рошка [и др.] // *Белорусское сельское хозяйство*. – 2010. – № 12. – С. 12-16.

139. Типы и способы естественного опыления льна обыкновенного *Linum usitatissimum L* / С. В. Зеленцов, Е. В. Мошненко, Л. Г. Рябенко, Л. Р.

Овчарова // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – № 1(173). – С. 105-113. – DOI 10.25230/2412-608X-2018-1-173-105-113.

140. Тишанинов, К.Н. Проблемы современной послеуборочной очистки зерна / К. Н. Тишанинов // Наука в центральной России. – 2020. – № 1(43). – С. 27-35. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-1-27-35.

141. Тишков, Н.М. Эффективность применения удобрений на посевах льна масличного в условиях Северного Кавказа // Н.М. Тишков, А. С. Бушнев, Н. Г. Михайлюченко, С. В. Костевич, П. И. Юрков Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. - 2005. - №2 (133). - 63-68 с.

142. Тулькибаева, С.А. Возделывание льна масличного при прямом посеве в условиях Северного Казахстана // С. А. Тулькибаева, В. Г. Григорьевич Новые технологии. 2017. №1. С. 104-112.

143. Тычинская, И.Л. Опыт применения микроудобрений серии интериаг профи и биостимулятора Биостим на различных сельскохозяйственных культурах (обзор) // И. Л. Тычинская, В. И. Панарина Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина. – 2020. № 6 (87). – 45-54 с.

144. Фадеева, Т.М. Морфобиологические особенности льна культурного и использование их в селекции при интродукции в Среднем Поволжье. Автореф. дис. канд. биол. наук. Рамонь, 2008. – 25 с.

145. Фатыхов, И.Ш. Структура урожайности сортов льна масличного в условиях Среднего Предуралья / И.Ш. Фатыхов, В.Н. Гореева, К.В. Кошкина, Е.В.Корепанова // Инновации в науке, технике и технологиях: материалы Всеросс. науч.-прак. конф. 28-30 апреля 2014: сборник статей. – Ижевск: Удмуртский университет, 2014. – С. 107–110.

146. Федорова, Т.Ц. Семена масличного льна – источник белка при производстве рыбных полуфабрикатов // Т. Ц. Федорова, Ю. Ю. Забалуева, И. В. Хамаганова Ползуновский вестник. 2017. № 2. С. 28–32.

147. Характеристика посевных качеств, фитосанитарного состояния семян и стрессоустойчивости сортов яровой и озимой пшеницы селекции ФИЦ "Немчиновка" / Л. А. Марченкова, О. В. Павлова, Р. Ф. Чавдарь [и др.] // Владимирский земледелец. – 2021. – № 4(98). – С. 51-56. – DOI 10.24412/2225-2584-2021-4-51-56.

148. Храмцов, И. Ф. Развитие сельскохозяйственной науки в Омском регионе / И. Ф. Храмцов, Б. С. Кошелев. – Омск : Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2015. – 588 с. – ISBN 978-5-906666-48-2

149. Цыганова, Т.Б. К вопросу о безопасности семян льна и продуктов их переработки // Т. Б. Цыганова, И. Э. Минвич, В. А. Зубцов Хлебопечение России. 2017. № 2. С. 23–26.

150. Цыганова, Т.Б. Полисахариды семян льна: практическое применение // Т. Б. Цыганова, И. Э. Минвич, Л. Л. Осипова Хранение и переработка сельхозсырья. 2019. № 2. С. 24–36.

151. Шамурзаев, Р.И. Продуктивность и качество семян льна масличного в зависимости от условий выращивания / Р. И. Шамурзаев, И. М. Ханиева // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук. – 2009. – Т. 11. – № 1. – С. 164-166.

152. Шамурзаев, Р.И. Продуктивность и качество семян льна масличного в зависимости от уровня минерального питания // Р. И. Шамурзаев, М. Х. Ханиев Аграрная наука. – 2009. – № 10. – С. 17–18.

153. Шведов, И.В. Особенности химического состава семян некоторых масличных культур / И.В. Шведов, Г.З. Шишков, В.С. Петибская, Н.И. Вирченко Л.А. Кучеренко Л.А. // : Сб. докл. междунар. научно-производств. конф. «Технологические свойства новых гибридов и сортов масличных и эфиромасличных культур //Научно-технические аспекты производства экологически чистых масел, белковых продуктов с высокими потребительскими качествами». Краснодар, 2003. С. 80-87.

154. Шпаар, Д. Яровые масличные культуры / Д. Шпаар, Л. Адам, Х. Пенап и др. Минск; 1999. – 288 с.

155. Шпаар, Д. Яровые масличные культуры / Д. Шпаар, Х. Гинапп, В. Щербаков и др. – Минск, 1999. – С. 184-206.

156. Эффективность сортов льна масличного в Новосибирской области / А. И. Капинос, С. К. Гомаско, А. Т. Стадник, Д. А. Нагайко // Инновации и продовольственная безопасность. – 2013. – № 2(2). – С. 85-88

157. Ярош, Н.П. Динамика жирных кислот свободных и связанных липидов в созревающих семенах льна масличного и долгунца / Н.П. Ярош, О.М. Мегорская, О.Н. Иванова // Тр. по прикл. бот., ген. и селекции ВИР. – 1980. – Т. 66. – Вып. 3. – С. 28-36.

158. Demin, E.A. Mineral fertilizers influence on the dynamics of nitrogen, phosphorus and potassium in corn area grown in the forest-steppe zone of Trans-Urals / E. A. Demin, L. N. Barabanshchikova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 16–19 июня 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. – Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 22080. – DOI 10.1088/1755-1315/839/2/022080.

159. Kenaschuk, E.O. and Rashid, K.Y. AC Emerson flax. Can. J. Plant Sci. 1996. №76. P. 483-485.

160. Lukomes, V.M. Len maslichnyj–kul'tura perspektivnaya // V. M. Lukomes, V. T. Piven', N. M. Tishkov prilozhenie k zhurnalu «Zashchita i karantin rastenij» - 2013. - №2 -20 s.

161. Lupova, E.I. Improvement of elements of oil flax cultivation technology on gray forest soil / E. I. Lupova, E. A. Vysotskaya, D. V. Vinogradov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 6th International Conference on Agriproducts Processing and Farming, Voronezh, 17–18 октября 2019 года. – Voronezh: Institute of Physics Publishing, 2020. – P. 012081. – DOI 10.1088/1755-1315/422/1/012081.

162. Nosevich, M. Increasing yield of oil flax by improving technological process of sowing seeds together with hydrogel granules / M. Nosevich // Engineering for Rural Development : 19, Jelgava, 20–22 мая 2020 года. – Jelgava, 2020. – P. 826-832. – DOI 10.22616/ERDev2020.19.TF193.

163. Pillin, I. Could oleaginous flax fibers be used as reinforcement for polymers. // I. Pillin, A. Kervoelen, A. Bourmaud, J. Goimard Industrial Crops and Products. 2011. № 34. P. 1556-1563

164. Pershakov, A. Productivity of oil flax varieties in the conditions of northern forest steppe of Tyumen region / A. Pershakov, R. Belkina, A. Suleimenova, I. Loskomoynikov // E3S Web of Conferences : 14, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 года. – Rostov-on-Don: EDP Sciences, 2021. – P. 01028. – DOI 10.1051/e3sconf/202127301028.

165. Rennebaum, H. Fibre quality of linseed (*Linum usitatissimum* L.) and the assessment of genotypes for use of fibres as a by-product // Industrial Crops and Products. 2002. №6. P. 201-215

166. Turin, E.N. *Linum usitatisimum* l. Is the most important crop in russia for the production of high-quality oil with low cost (review) // E. N. Turin, A. N. Susskiy, R. S. Stukalov, M. V. Shestopalov, E. L. Turina, V. IU. Ivanov IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Вып. 640. – С. 1-6. DOI: 10.1088/1755-1315/640/4/042014

167. Zuk, M. Linseed, the multipurpose plant. // M. Zuk, D. Richter, J. Matuła and Szopa J.Industrial Crops and Products. 2015. № 75. P. 165-177

Приложения

Тюмень18.xls Тюмень2018

1 2

Список образцов льна-масличного, высланных в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Государственный аграрный университет Северного Зауралья" из отдела ГР масличных и прядильных культур ВНР в 2018г.											
№ п/п	№ кат. ВНР	Тип льна	Название	Происхождение	Признаки	Дел. инк. а	Год	Место репр.	Вес семян		
1	6190	к	Карабалакский 3	Казахстан	Костанайская обл., Карабалакская ГСС	Высокая адаптивность	283	2015	пушкин	8	
2	6986	м	Сибирский-397	Россия	Омская обл., Сибирская оп.ст.ВНИИМК	Высокая адаптивность	174	2013	кинель	8	
3	7481	м	Иссилькульский	Россия	Омская обл., Сибирская оп.ст.ВНИИМК	ГСИ	173	2018	еос	8	
4	7822	м	Циан	Россия	Краснодарский край, ВНИИМК	Высокая адаптивность	260	2017	кос	8	
5	7964	м	Ручеек	Россия	Краснодарский край	ГСИ	228	2017	еос	8	
6	8053	м	Галляарал-3	Узбекистан	Самаркандская обл., НИИ зерна Узбекской ССР Галляарал, Бахмальский участок	Высокая адаптивность, устойчивость к засухе	226	2015	еос	8	
7	8156	м	Северный	Россия	Омская обл., Сибирская оп.ст.ВНИИМК	ГСИ	245	2012	еос	8	
8	8157	м	Легур	Россия	Омская обл., Сибирская оп.ст.ВНИИМК	ГСИ	236	2009	еос	8	
9	8158	м	Скоп	Россия	Омская обл., Сибирская оп.ст.ВНИИМК	ГСИ	238	2017	еос	8	
10	8218	м	Mikael	Франция		Современный Французский сорт	238	2009	еос	8	
11	8220	оз	Oliver	Франция		полуозимый, высокая	239	2016	еос	8	
12	8409	м	Кинельский 2000	Россия	Поволжский НИИСХ	ГСИ	374	2017	кинель	8	
13	8576	м	ЛМ 92	Россия	Тверская обл., Торжок ВНИИЛ	низколиноленовый	133	2013	пушкин	8	
14	8604	м	Касп	Франция		Современный сорт	238	2014	пушкин	8	
15	8606	м	Omega	Канада		Современный сорт	113	2013	пушкин	8	
16	8609	м	Prairie Blue	Канада		Современный сорт	243	2012	пушкин	8	
17	8610	м	McBeth	Канада		Современный сорт	117	2013	пушкин	8	
18	8611	м	McDuff	Канада		Современный сорт	274	2012	пушкин	8	
19	8677	м	Исток	Россия		ГСИ, низколинолен	133	2012	пушкин	8	
20	8710	м	Чибик (Чибис)	Украина		ГСИ	363	2014	кинель	8	
21	8711	к	Эврика	Украина	Киевская обл., Украинский НИИ земледелия	Современный сорт	29	2012	кинель	8	
22	8716	к	Гиссарский-10	Таджикистан	Хатлонская обл.		370	2014	кинель	8	
23	8729	м, к/с	Ва Ya No 12	Китай	провинция Хунань, г. Чанша, Institute of Bast Fiber Crops Chinese Academy of Agricultural Sciences	Современный сорт	7	2012	кинель	8	

Продолжение приложения А

Тюмень18.xls Тюмень2018

2 2

24	8799 м	Август	Россия	Омская обл., Сибирская оп.ст.ВНИИМК	ГСИ	302	2017	кинель	8
25	8815 м	Baya No 7	Китай	провинция Хунань, г. Чанша, Institute of Bast Fiber Crops Chinese Academy of Agricultural Sciences	Современный сорт	248	2015	кинель	8
26	8818 м	Baxuan No 3	Китай	провинция Хунань, г. Чанша, Institute of Bast Fiber Crops Chinese Academy of Agricultural Sciences	Современный сорт	251	2015	кинель	8
27	8863 м	Bethune	Канада		Наибольшие площади возделывания в Канаде	124	2015	пушкин	8
28	8868 м	Lola	Нидерланды		Современный сорт	122	2016	пушкин	8
29	8871 м	ЛМ 98	Россия	Тверская обл., Торжок ВНИИЛ	ГСИ, низколиноленовый	ориг	2013	вниил	8
		Стандарты							
30	5579 м	Воронежский 1308/138	Россия	Воронежская оп.ст.масл.к-р,НИИСХ ЦЧ Полосы		81	2014	еос	8
31	5831 м	ВИР 1650	Россия	Кубанская опытная станция ВИР		1596	2014	кос	8
32	6056 к	Бахмальский 1056	Узбекистан	Самаркандская обл, Галля-Аральск.р-н,Милютинский ГСС, НИИ Богарного зем.Узб.Ак.с/х н.		181	2010	кинель	8
Все сорта обладают хорошей продуктивностью и устойчивостью к неблагоприятным условиям									
Сорта иностранной селекции возделываются в странах со сходными погодными условиями									
ГСИ - характеристика сортов представлена на сайте госсортоиспытания, применительно к зонам возделывания									
см. http://reestr.gossort.com/reestr/culture/117									

ст. н. с. Озга ГР МПК

Е. А. Порохвинов
Тюмень

Характеристика сортов льна масличного

Иссилькульский. Сорт создан в Сибирской опытной станции ВНИИМК методом индивидуального отбора из образца Кустанайской области коллекции ВИР.

Внесен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в Западно-Сибирском регионе с 1978 года.

Сорт среднеспелый, вегетационный период составляет 79-95 дней. Урожайность семян колеблется 1,0 до 1,8 т/га. Содержание жира в семенах – 44,-46,4 %, йодное число масла – 178-185 ед. Созревание дружное. Устойчив к полеганию и растрескиванию коробочек, среднеустойчив к засухе. Неустойчив к фузариозу.

Высота растений к моменту созревания составляет 35-70 см. Цветки средней величины, лепестки и пыльники голубые. Семена коричневые. Масса 1000 семян – 7,0-8,0 г. Возможно использование соломки для получения короткого волокна. Сорт пригоден для механизированного возделывания (<http://sosvniimk.narod.ru/Productions/lenDescriptins.html>).

Легур. Сорт создан в Сибирской опытной станции ВНИИМК методом индивидуального отбора из гибридной популяции 4-го поколения от скрещивания сортов Союз x Старт.

Внесен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в Западно-Сибирском регионе с 1990 года.

Сорт среднеспелый, вегетационный период составляет 79-91 день. Урожайность семян колеблется от 1,2 до 2,6 т/га. Содержание жира в семенах – 47,5-50,0 %, качество масла хорошее (йодное число – 180-187 ед.). Сорт устойчив к фузариозному увяданию. Не полегает, коробочки не растрескиваются.

Высота стебля к моменту созревания составляет 45-60 см. Соломка может использоваться для получения короткого волокна и строительной

пакли. Цветки и пыльники голубые, венчик плотный. Семена яйцевидной формы, однородной коричневой окраски. Масса 1000 семян - 7,0-8,5 г.

Сорт пригоден для механизированного возделывания (<http://sosvniimk.narod.ru/Productions/lenDescriptins.html>).

Сокол. Сорт создан в Сибирской опытной станции ВНИИМК методом индивидуального отбора из гибридной популяции от скрещивания сортов [(Союз х Старт) х Рассвет].

Внесен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в производстве по Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам с 1998 года.

Сорт среднеспелый. Vegetационный период – 85-95 дней. Обладает высоким потенциалом урожайности семян. Урожайность составляет 1,5-3,0 т/га. Масличность семян -47-50 %, йодное число – 180-190 ед. Обладает высокой устойчивостью к фузариозу, полеганию и осыпанию.

Высота растений к моменту уборки в зависимости от погодных условий составляет 44-65 см. Соломка пригодна для получения короткого волокна.

Окраска цветка и пыльников голубая. Коробочки бурые, округлые, с заостренным носиком. Количество семян в коробочке – 6-8 штук. Семена коричневые, однородной окраски. Масса 1000 семян – 7,5-9,0 г.

Сорт пригоден для механизированного возделывания (<http://sosvniimk.narod.ru/Productions/lenDescriptins.html>).

Август. Сорт льна масличного Август создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции третьего поколения от скрещивания селекционных линий 34825 и 34577. По результатам конкурсного сортоиспытания 2011-2013 гг. сорт Август превысил сорт-стандарт Северный по урожайности семян на 0,15 т/га, масличности семян на 3,1 %, сбору масла на 109 кг/га. Продолжительность вегетационного периода у сорта Август меньше на 6 суток, чем у стандарта Северный. Сорт Август отличается очень высокой устойчивостью к фузариозу, осыпанию и полеганию (<https://glavagronom.ru/base/seeds/maslichnie-len-maslichnii-avgust-sos-vniimk-ii.v.s.pustovoyta-8653578#>).

Варьирование урожайности семян у образцов льна масличного
коллекции ВИР, 2018-2020 гг.

№ по каталогу	Название образца	Происхождение, страна	Среднее значение, г/м ²	Размах варьирования, г/м ²	Коэф. вариации, %
5579	Воронежский 1308/138	Россия	247	79	4,6
5831	ВИР 1650	Россия	230	144	8,1
6056	Бахмальский 1056	Узбекистан	201	156	10,2
6190	Карабалакский 3	Казахстан	159	16	1,4
6986	Сибирский -397	Россия	215	82	7,7
7481	Исилькульский	Россия	201	72	4,6
7822	Циан	Россия	194	74	4,9
7964	Ручеек	Россия	193	134	9,1
8053	Галляарал-3	Узбекистан	179	106	7,8
8156	Северный	Россия	159	40	3,2
8157	Легур	Россия	153	27	2,4
8158	Сокол	Россия	200	60	4,4
8218	Micael	Франция	223	57	4,4
8220	Oliver	Франция	203	116	7,5
8409	Кинельский 2000	Россия	200	154	10,8
8576	ЛМ-92	Россия	170	85	7,4
8604	Kaolin	Франция	189	67	4,8
8606	Omega	Канада	247	62	4,4
8609	Prairie Blue	Канада	221	34	2,0
8610	McBeth	Канада	152	97	8,3
8611	McDuff	Канада	165	87	6,9
8677	Исток	Россия	190	136	9,4
8710	Чибик (Чибис)	Украина	221	48	3,2
8711	Эврика	Украина	205	89	5,6
8716	Гиссарский-10	Таджикистан	192	18	1,2
8729	Ва Ya No.12	Китай	186	107	7,8
8799	Август	Россия	222	80	4,7
8815	Вауа No 7	Китай	210	51	3,3
8818	ВахуанNo 3	Китай	179	79	6,2
8863	Bethune	Канада	187	56	6,4
8871	ЛМ 98	Россия	176	130	9,6

Количество всходов и элементы структуры урожая у сортов льна масличного,
2018-2020 гг.

Норма удобрений	Количество всходов льна масличного, шт./м ²				Количество растений перед уборкой, шт./м ²				Масса семян с 1 растения, г			
	норма высева семян, млн/га											
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
Август												
Контроль, без удобрений	667	652	727	725	640	539	696	688	0,66	0,68	0,70	0,69
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	663	644	734	751	641	574	711	724	0,67	0,68	0,70	0,70
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	667	648	734	756	641	576	708	731	0,70	0,68	0,71	0,70
Легур												
Контроль, без удобрений	600	650	635	719	567	535	571	577	0,57	0,50	0,51	0,55
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	611	653	736	759	529	499	556	598	0,72	0,77	0,80	0,76
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	602	653	718	763	572	554	681	716	0,58	0,58	0,59	0,59
Исилькульский												
Контроль, без удобрений	600	601	642	642	551	560	608	605	0,54	0,54	0,55	0,52
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	604	607	644	726	576	582	616	693	0,54	0,56	0,56	0,54
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	604	605	647	727	556	573	605	687	0,56	0,55	0,56	0,56
Сокол												
Контроль, без удобрений	511	603	649	694	460	456	522	621	0,55	0,59	0,57	0,58
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	537	605	656	705	432	448	552	614	0,67	0,64	0,73	0,74
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	536	606	657	709	500	501	605	666	0,57	0,60	0,57	0,58

Масса 1000 семян, урожайность и содержание жира в семенах сортов льна,
2018-2020 гг.

Норма удобрений	Масса 1000 семян сортов льна масличного, г				Урожайность семян сортов льна масличного, т/га				Содержание жира в семенах сортов льна масличного, %			
	норма высева семян, млн/га											
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
Август												
Контроль, без удобрений	8,37	8,61	8,42	8,40	1,53	1,73	1,70	1,72	47,9	50,0	48,7	49,3
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	8,40	8,63	8,30	8,38	1,48	1,75	1,73	1,85	45,8	43,9	45,0	44,0
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	8,47	8,61	8,41	8,43	2,00	1,98	2,02	2,01	47,5	46,0	45,6	47,9
Легун												
Контроль, без удобрений	8,29	8,43	8,55	7,66	1,24	1,61	1,62	1,13	44,3	44,9	47,1	46,9
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	8,34	8,55	8,60	7,73	1,77	1,94	1,97	1,72	45,2	46,5	46,1	46,0
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	8,19	8,60	8,50	7,82	2,00	1,95	2,01	1,29	45,4	45,3	46,8	46,0
Исилькульский												
Контроль, без удобрений	8,18	8,18	8,53	7,88	1,51	1,51	1,65	1,51	45,5	45,0	46,3	44,8
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	8,33	8,14	8,45	8,37	1,68	1,73	1,64	1,67	43,6	43,7	43,6	43,7
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	8,32	8,33	8,13	7,97	2,09	2,15	2,15	2,12	44,3	45,2	44,6	42,7
Сокол												
Контроль, без удобрений	8,45	8,63	8,40	8,50	1,36	1,45	1,28	1,26	44,0	45,1	44,7	44,3
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	8,48	8,57	8,53	8,21	1,85	1,97	1,97	1,90	42,6	44,3	43,2	44,7
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	8,42	8,75	8,72	8,38	1,86	2,01	1,99	1,94	42,8	44,3	43,4	43,7

Сбор масла из семян сортов льна масличного, кг/га, 2018-2020 гг.

Норма удобрений,	2018 г.				2019 г.				2020 г.			
	норма высева семян, млн/га,											
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
Август												
Контроль, без удобрений	734	814	829	836	746	732	665	743	946	757	990	961
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	687	566	474	652	623	686	668	524	722	952	1057	1242
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	976	952	982	939	851	931	792	854	1005	926	994	1094
Легур												
Контроль, без удобрений	503	578	750	584	565	599	629	472	577	998	915	572
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	865	881	803	547	808	872	837	748	907	819	1026	897
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	848	815	813	780	808	861	832	769	1067	1037	1175	1109
Исилькульский												
Контроль, без удобрений	527	452	582	491	411	465	482	453	1118	1128	1211	1086
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	550	610	624	599	523	693	574	610	1127	967	907	996
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	864	865	914	804	726	814	796	725	1192	1229	1165	1197
Сокол												
Контроль, без удобрений	379	459	355	311	606	651	604	646	799	831	740	704
N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	760	782	786	776	571	710	652	548	941	1042	1062	967
N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	730	797	744	767	698	848	786	692	946	1017	1053	1081

Экономическая эффективность возделывания льна масличного при норме
высева семян 7 млн всхожих семян на 1 га, 2018-2020 гг.

Варианты	Сорт	Показатели			
		Урожай- ность, т/га	Стоимость семян с 1га, руб.	Прибыль, руб.	Уровень рентабельности, %.
Август	Контроль, без удобрений	1,69	50700	28450	128
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,48	44500	16353	58
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	2,00	59900	29500	97
Легур	Контроль, без удобрений	1,24	37100	14850	67
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,90	57100	28953	103
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	2,00	59900	29500	97
Исилькульский	Контроль, без удобрений	1,51	45300	23050	104
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,68	50500	22353	79
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	2,09	62800	32400	107
Сокол	Контроль, без удобрений	1,36	40900	18650	84
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,78	53300	25153	89
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	1,86	55700	25300	98

Экономическая эффективность возделывания льна масличного при норме
высева семян 8 млн всхожих семян на 1 га, 2018-2020 гг.

Варианты	Сорт	Показатели			
		Урожай- ность, т/га	Стоимость семян с 1га, руб.	Прибыль, руб.	Уровень рентабельности, %.
Август	Контроль, без удобрений	1,57	47100	24200	106
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,68	50300	21503	75
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	2,04	61300	30200	97
Легур	Контроль, без удобрений	1,61	48300	25400	111
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,84	55300	26503	92
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	2,00	59900	28800	93
Исилькульский	Контроль, без удобрений	1,51	45300	22400	98
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,73	51900	23103	80
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	2,15	64400	33300	107
Сокол	Контроль, без удобрений	1,45	43600	20700	90
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,92	57500	28703	100
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	2,01	60200	29100	94

Экономическая эффективность возделывания льна масличного при норме
высева семян 9 млн всхожих семян, 2018-2020 гг.

Варианты	Сорт	Показатели			
		Урожай- ность, т/га	Стоимость семян с 1га, руб.	Прибыль, руб.	Уровень рентабельности, %.
Август	Контроль, без удобрений	1,70	51100	27550	117
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,63	48900	19453	66
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	2,02	60700	28774	90
Легур	Контроль, без удобрений	1,62	48700	25150	107
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,93	57900	28453	97
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	2,01	60200	28274	89
Исилькульский	Контроль, без удобрений	1,65	49500	25950	110
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,62	48700	19253	65
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	2,15	64500	32574	102
Сокол	Контроль, без удобрений	1,28	38400	14850	63
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,93	57900	28453	97
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	1,99	59800	27874	87

Экономическая эффективность возделывания льна масличного при норме
высева семян 10 млн всхожих семян на 1 га, 2018-2020 гг.

Варианты	Сорт	Показатели			
		Урожай- ность, т/га	Стоимость семян с 1га, руб.	Прибыль, руб.	Уровень рентабельности, %.
Август	Контроль, без удобрений	1,72	51700	27500	114
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,85	55600	25503	85
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	2,01	60300	27724	85
Легур	Контроль, без удобрений	1,13	33900	9700	40
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,83	54800	24703	82
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	1,92	57600	25024	77
Исилькульский	Контроль, без удобрений	1,51	45400	21200	88
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,67	50100	20003	66
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	2,12	63600	31024	95
Сокол	Контроль, без удобрений	1,26	37900	13700	57
	N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇	1,72	51600	21503	71
	N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅	1,94	58300	25724	79

Акты внедрения в производство

АКТ

ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЗАКОНЧЕННЫХ НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Наименование внедренного мероприятия: «Разработка адаптивных технологий возделывания льна масличного в условиях Северного Зауралья в СПК Нива Бердюжского района».
2. Каким научно-исследовательским учреждением (высшим учебным заведением) мероприятие предложено к внедрению: ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», Агротехнологический институт, кафедра Биотехнологии и селекции в растениеводстве.
3. Кем принято решение о внедрении мероприятия К. Кашаров председатель СПК «Нива» и С.С. Миллером, к.с.-х. н., доцентом, кафедры земледелия, Р.И. Белкина д.с.-х.н., профессор каф. биотехнологии и селекции в растениеводстве, А.Ю. Перпаковым, аспирантом каф. биотехнологии и селекции в растениеводстве в мае 2020 г.
4. Наименование хозяйства и его адрес, где произведено внедрение: СПК «Нива», Бердюжского района, Тюменская область.
5. Год и объем внедрения (по плану фактический): мероприятие было внедрено в 2020 г. на площади 10 га.
6. Экономический эффект от внедрения составил 19750 руб./га.
7. Акт составлен «18» октября 2020 г.
8. Ответственные за внедрение:



Кашаров К.

АКТ

ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЗАКОНЧЕННЫХ НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

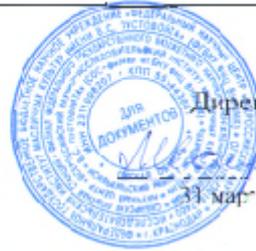
1. Наименование внедренного мероприятия: *«Разработка адаптивных технологий возделывания льна масличного в условиях Северного Зауралья в КФХ Замиралова О.В. Армизонского района».*
2. Каким научно- исследовательским учреждением (высшим учебным заведением) мероприятие предложено к внедрению: *ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья». Агротехнологический институт, кафедра Биотехнологии и селекции в растениеводстве.*
3. Кем принято решение о внедрении мероприятия *глава КФХ «Замиралова О.В.» и С.С. Миллером, к.с-х. н., доцентом кафедры земледелия, Р.И. Белкина д.с-х.н., профессор каф. биотехнологии и селекции в растениеводстве, А.Ю. Першаковым, аспирантом каф. биотехнологии и селекции в растениеводстве в мае 2020 г.*
4. Наименование хозяйства и его адрес, где произведено внедрение: *КФХ «Замиралова О.В.», Армизонский район, Тюменская область.*
5. Год и объем внедрения (по плану фактический): *мероприятие было внедрено в 2020 г. на площади 50 га.*
6. Экономический эффект от внедрения составил *14242 руб./га.*
7. Акт составлен *«18» октября 2020 г.*
8. Ответственные за внедрение:

Глава КФХ «Замиралова О.В.»



Замиралова О.В.

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
*Сибирская опытная станция - филиал Федерального государственного
 бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр
 «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных
 культур имени В.С. Пустовойта»*
(СОС- филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК)
 646025, Омская область, г. Исилькуль, ул. Строителей, 2
 тел/факс 8(38-173) 2-14-13, 2-14-41



Утверждаю:
 Директор СОС-филиал ФГБНУ
 ФНЦ ВНИИМК, д.с.х.п.
 И.А. Лонкомойшников
 31 марта 2022 г.

СПРАВКА

дана справка кафедре биотехнологии и селекции в растениеводстве
 ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»
 Першакову Алёголико Юрьевичу для представления в ВАК РФ.

Образцы сортов льна масличного Исилькульский, Лёгур, Цкан, Ручёк,
 Сокол, Воронежский 1308/138, выделенные в результате проведенной А.Ю.
 Першаковым оценки хозяйственно-ценных признаков (продуктивность,
 масса 1000 семян) используются в селекционной работе в качестве исходного
 материала.

На основе анализа по определению масличности и влажности семян
 методом импульсного ядерного магнитного резонанса, выделены сорта
 Август, Бахмальский 1056, обладающие высоким содержанием жира в
 семенах. Данные сорта используются в селекционной работе СОС-филиал
 ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК для создания высокомасличных сортов льна

Старший научный сотрудник
 зав. лабораторией селекции и
 первичного семеноводства
 СОС-филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

А.К. Сulejменова

