

На правах рукописи

**ПЕРШАКОВ
АНАТОЛИЙ ЮРЬЕВИЧ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА
МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Красноярск - 2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

- Научный руководитель:** доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Белкина Раиса Ивановна
- Официальные оппоненты:** **Виноградов Дмитрий Валериевич,**
доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», заведующий кафедрой агрономии и агротехнологий
- Колотов Анатолий Петрович,**
кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», ведущий научный сотрудник отдела земледелия и кормопроизводства
- Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева»

Защита состоится «22» сентября 2022 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 220.037.06 при ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» по адресу: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90, тел./факс: +7(391) -227-36-09, e-mail: dissovet@kgau.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» и на официальном сайте <http://www.kgau.ru>.

Автореферат разослан «19» июля 2022 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,

Халипский
Анатолий Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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. Сельскохозяйственному производству предложены для использования эффективные элементы технологии возделывания льна масличного в регионе. Результаты исследований внедрены в сельскохозяйственных предприятиях области, что подтверждено соответствующими актами. Образцы коллекции, выделившиеся по хозяйственно-ценным признакам, используются в селекционном процессе Сибирской опытной станции - филиале 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».

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 объемом 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.

Личный вклад автора 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 9 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.

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.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Аналитический обзор литературы

В главе рассмотрено народно-хозяйственное значение льна масличного. Изложена ботаническая характеристика и биологические особенности, приведены результаты изучения элементов технологии возделывания льна масличного в стране и регионе.

2 Условия, материал и методика проведения исследований

Исследования проводили в 2018-2020 гг. на базе Агротехнологического института ГАУ Северного Зауралья в полевых и лабораторных условиях. Полевые опыты закладывали в лесостепной зоне Тюменской области на опытном поле ГАУ Северного Зауралья. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный среднегумусовый. Обеспеченность почвы нитратным азотом очень низкая, подвижным фосфором – средняя, калием – высокая. Лабораторные исследования выполнены в лаборатории качества сельскохозяйственной продукции Института Прикладных Аграрных исследований и разработок Агробиотехнологического центра, ФГБОУ ВО

«Государственный аграрный университет Северного Зауралья» и на Сибирской опытной станции – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта». Изучение проводили на образцах коллекции ВИР и на сортах, созданных на Сибирской станции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

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. Закладка полевого опыта, наблюдения и оценка образцов льна масличного по хозяйственно-ценным признакам выполнены в соответствии с «Методическими указаниями по изучению коллекции льна вида *L. Usitatissimum*» (1988). Предшественник в опыте – однолетние травы. Площадь делянки 1 м². Сеяли образцы коллекции сеялкой ССФК-10, убирали вручную. Обмолачивали снопы на лабораторной молотилке МК-1м.

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

Варианты:

1. 7 млн всх. семян на 1 га;
2. 8 млн всх. семян на 1 га;
3. 9 млн всх. семян на 1 га;
4. 10 млн всх. семян на 1 га;

Варианты с нормами высева изучались на разных фонах минерального питания:

1. Без удобрений (контроль);
2. N₆₅P₁₇K₁₇ (в расчете на урожайность семян 2,0 т/га; средний фон);
3. N₉₀P₂₅K₂₅ (в расчете на урожайность семян 3,0 т/га; повышенный фон).

Предшественник в опыте – однолетние травы. Обработку почвы проводили в соответствии с технологией, рекомендованной для северной лесостепи Тюменской области с учетом погодных условий года, типа почвы и особенностей возделывания сельскохозяйственных культур. Удобрения вносили вручную под предпосевную культивацию. Сеяли лен в третьей декаде мая (в 2018 году – 25 мая, в 2019 году – 24 мая, в 2020 году – 25 мая), сеялкой ССФК-10, рядовым способом. Норма высева семян зависела от схемы опыта. Площадь делянки 11,25 м², повторность четырехкратная, размещение делянок рендомизированное. Урожай семян опыта учитывали методом прямого обмолота зерна с делянки комбайном TERRION 2010 в фазу полной спелости.

Закладка полевого опыта, наблюдения и учеты в опыте проведены в соответствии с Методикой проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами (2010) и Методикой полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985).

В семенах льна определяли содержание жира на приборе ЯМР-анализатор АМВ-1006М.

Статистическая обработка результатов исследований выполнена методом дисперсионного, вариационного и корреляционного анализов по Доспехову Б.А. (1985).

Экономическую эффективность рассчитывали по нормативам и расценкам на основании технологических карт на кафедре экономики, организации и управления АПК ГАУ Северного Зауралья.

Метеорологические условия в годы исследований можно охарактеризовать следующим образом: 2018 и 2019 – теплые и влажные; 2020 – жаркий и сухой. Данные годы не имели значительных отклонений от климатических условий лесостепи Зауралья и были относительно благоприятными для произрастания льна масличного.

3 Результаты изучения образцов льна масличного коллекции ВИР

3.1 Густота всходов

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. 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).

3.2 Элементы структуры, урожайность и масличность образцов льна

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. 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 (к8604) из Франции, их показатели на уровне 387-400 шт./м².

Таблица 1 – Образцы льна масличного коллекции ВИР, выделившиеся по количеству продуктивных растений, 2018-2020 гг.

| № по каталогу | Название образца | Происхождение, страна | Количество растений перед уборкой, шт./ м ² |
|---------------------------------|------------------|-----------------------|--|
| 6190 | Карабалакский 3 | Казахстан | 381 |
| 6986 | Сибирский -397 | Россия | 377 |
| 7822 | Циан | Россия | 380 |
| 8053 | Галляарал-3 | Узбекистан | 372 |
| 8606 | Omega | Канада | 377 |
| 8609 | Prairie Blue | Канада | 389 |
| 8611 | McDuff | Канада | 382 |
| 8677 | Исток | Россия | 384 |
| 8710 | Чибик(Чибис) | Украина | 374 |
| 8711 | Эврика | Украина | 372 |
| В среднем по образцам коллекции | | | 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, Каолин 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 и др. (таблица 1). Их преимущество в сравнении со средним показателем по коллекции составило 23-32 шт./м².

Количество коробочек на растении в 2018 году в среднем по образцам коллекции составило 9 шт. 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 Каолин (к-8604) – 13 шт. из Франции, Эврика (к-8711) – 12 шт. из Украины.

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 51 отечественных образцов Сибирский -397, Ручеек, ЛМ-92 и Исток, Галляарал3 из Узбекистана, Каолин 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 Галляарал3 из Узбекистана в 2019 г. и минимальное (6 шт.) – у образца Кинельский 2000 из России в 2018 г.

По *массе 1000 семян* в условиях 2018 года выделились образцы из Канады «Омега» с показателем 9,34 г и Prairie Blue с показателем 9,25 г. 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, Мисаел из Франции (8,62 г), Ва Ya No.12 из Китая (7,69 г). По данным 2019 года, высокой массой 1000 семян характеризовались образцы Мисаел 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: Омега из Канады (8,77 г) и Мисаел из Франции (8,78 г).

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 Мисаел из Франции (8,77 г) и Гиссарский-10 из Таджикистана (8,10 г).

Урожайность семян. 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. 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). 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 таблице 2 представлены образцы, выделившиеся по средним показателям за годы исследований. Среди них наиболее высокой урожайностью характеризовались образцы: Воронежский 1308/138 из России и Omega из 57 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%).

Таблица 2 – Образцы льна масличного коллекции ВИР, выделившиеся по урожайности*, 2018-2020 гг.

| № по каталогу | Название образца | Происхождение, страна | Урожайность семян, г/м ² |
|---------------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 5579 | Воронежский 1308/138 | Россия | 247 |
| 5831 | ВИР 1650 | Россия | 230 |
| 6986 | Сибирский -397 | Россия | 215 |
| 8218 | Micael | Франция | 223 |
| 8606 | Omega | Канада | 247 |
| 8609 | Prairie Blue | Канада | 221 |
| 8710 | Чибик (Чибис) | Украина | 221 |
| 8711 | Эврика | Украина | 205 |
| 8799 | Август | Россия | 222 |
| 8815 | Вауа No 7 | Китай | 210 |
| В среднем по образцам коллекции | | | 196 |

*Урожайность биологическая

Следует отметить, что выделившиеся по урожайности образцы незначительно различались по степени варьирования признака. 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%. Рассчитана 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 ($r=0,061$).

Масличность семян. 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: ВаYaNo.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 %.

Образцы коллекции, выделившиеся по масличности семян, представлены в таблице 3. Семена этих образцов содержали более 46% жира. И что очень важно, в отдельные годы содержание жира сохранялось на высоком уровне. Наибольшей масличностью из представленных в таблице образцов отличались Ва Ya No.12 (50,7 %) и Ва Ya No.7 (47,5%) из Китая, сорт Август из России – 47,5%, Бахмальский 1056 из Узбекистана – 47,6 %.

Таблица 3 – Образцы льна коллекции ВИР, выделившиеся по масличности, 2018-2020 гг.

| № по каталогу | Название образца | Происхождение, страна | Содержание масла, % |
|---------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|
| 6056 | Бахмальский 1056 | Узбекистан | 47,6 |
| 6986 | Сибирский -397 | Россия | 46,7 |
| 7964 | Ручеек | Россия | 46,8 |
| 8158 | Сокол | Россия | 46,6 |
| 8606 | Omega | Канада | 46,4 |
| 8609 | Prairie Blue | Канада | 46,5 |
| 8610 | McBeth | Канада | 46,7 |
| 8729 | Ва Ya No.12 | Китай | 50,7 |
| 8799 | Август | Россия | 47,5 |
| 8815 | ВаYaNo 7 | Китай | 47,5 |
| В среднем по образцам коллекции | | | 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 60 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 Micael 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 признакам образцы льна масличного рекомендуются использовать в производстве и практической селекции.

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

4.1 Густота всходов и количество сохранившихся к уборке растений

Анализируя средние показатели за годы изучения, следует отметить, что наиболее устойчиво сорта льна масличного формировали густоту всходов при норме высева 10 млн (рисунок 1). При этой же норме наблюдалось положительное действие удобрений на количество всходов.

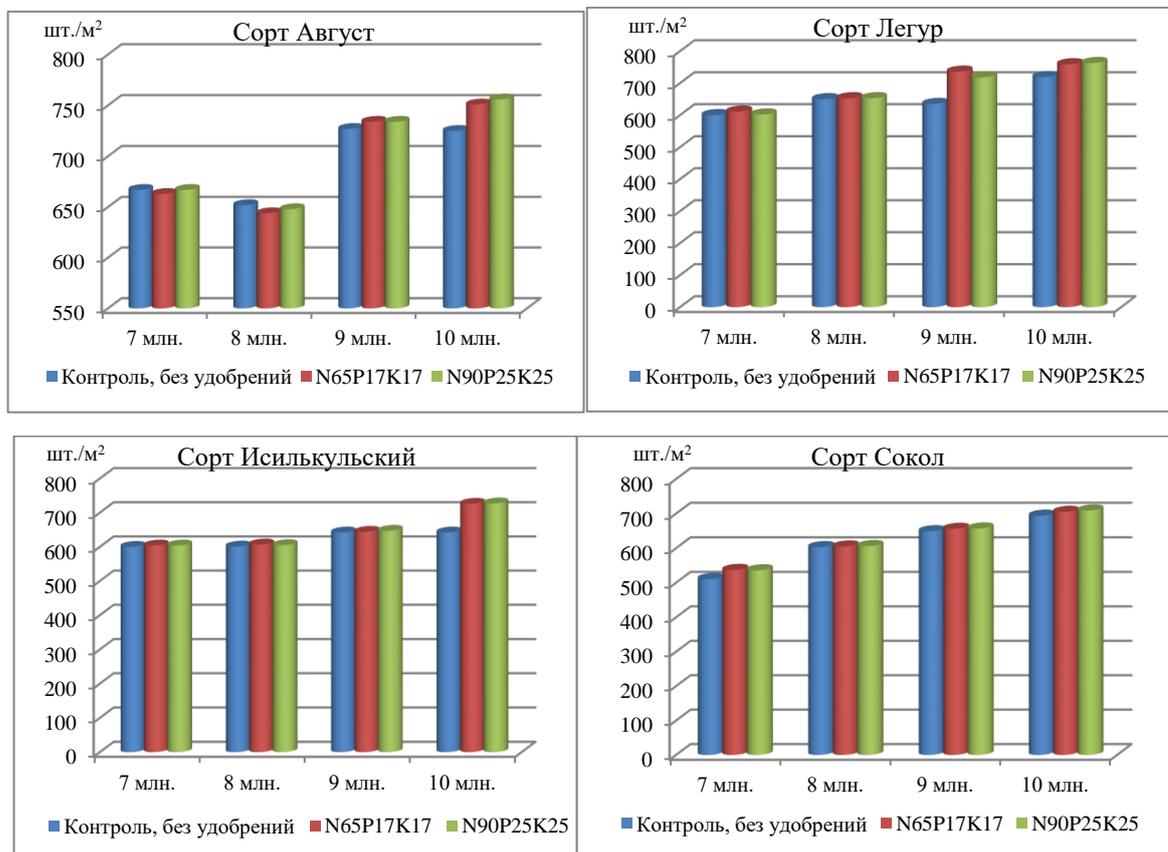


Рисунок 1 – Количество всходов у сортов льна масличного, 2018-2020 гг. (шт./м²).

Количество растений перед уборкой в среднем за годы исследований наибольшим у сортов было в вариантах с нормами высева семян 9 и 10 млн. На среднем фоне удобрений у сорта Август эти показатели составили 711 и 724 шт./м², на повышенном – 708 и 731 шт./м²; у сорта Легур – 556 и 598 шт./м², 681 и 716 шт./м²; у сорта Исилькульский – 616 и 693 шт./м², 605 и 687 шт./м²; у сорта Сокол – 552 и 614 шт./м², 605 и 666 шт./м² соответственно.

4.2 Количество коробочек на растении

По количеству коробочек на растении наблюдалась тенденция увеличения показателя у отдельных сортов на среднем фоне удобрений относительно контроля. Это характерно для сорта Исилькульский: количество коробочек на среднем фоне удобрений в вариантах с нормами высева составило 12,0; 12,0; 13,0; 12,0 шт., на неудобренном фоне – 10,0; 11,0; 12,0; 12,0 шт. У сорта Сокол количество коробочек на среднем фоне удобрений составило в вариантах с нормами высева семян 12,0; 13,0; 14,0; 15,0 шт., на неудобренном фоне – 10,0; 12,0; 11,0; 11,0 шт. У сортов Август и Легур не наблюдалось существенного изменения величины признака от действия изучаемых элементов технологии.

4.3 Масса семян с растения и масса 1000 семян

По массе семян с растения наблюдалась различная реакция изучаемых сортов на фоны удобрений. У сортов Август и Исилькульский не установлено существенного влияния фонов удобрений и вариантов с нормами высева на данный показатель. Сорт Легур наибольшую массу семян с растения сформировал на среднем фоне удобрений: 0,72; 0,77; 0,80; 0,76 г по вариантам с нормами высева семян соответственно (на фоне без удобрений показатели составили 0,57; 0,50; 0,51; 0,55 г). Положительное действие среднего фона удобрений отмечено и у сорта Сокол: в вариантах с нормами высева масса семян с растения составила 0,67; 0,64; 0,73; 0,74 г, на фоне без удобрений – 0,55; 0,59; 0,57; 0,58 г соответственно.

По массе 1000 семян изучаемые сорта льна различались незначительно (таблица 4). Сорт Август характеризовался повышенной массой 1000 семян в варианте с нормой 8 млн (8,61-8,63 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).

Таблица 4 – Масса 1000 семян у сортов льна масличного под действием норм высева и фонов удобрений, г, 2018-2020 гг.

| Сорт | Норма удобрений | Норма высева семян, млн/га, | | | |
|--|---|-----------------------------|------|------|------|
| | | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Август | Контроль, без удобрений | 8,37 | 8,61 | 8,42 | 8,40 |
| | N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇ | 8,40 | 8,63 | 8,30 | 8,38 |
| | N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅ | 8,47 | 8,61 | 8,41 | 8,43 |
| Легур | Контроль, без удобрений | 8,18 | 8,18 | 8,53 | 7,88 |
| | N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇ | 8,33 | 8,14 | 8,45 | 8,37 |
| | N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅ | 8,32 | 8,33 | 8,13 | 7,97 |
| Исилькульский | Контроль, без удобрений | 8,29 | 8,43 | 8,55 | 7,66 |
| | N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇ | 8,34 | 8,55 | 8,60 | 7,73 |
| | N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅ | 8,19 | 8,60 | 8,50 | 7,82 |
| Сокол | Контроль, без удобрений | 8,45 | 8,63 | 8,40 | 8,50 |
| | N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇ | 8,48 | 8,57 | 8,53 | 8,21 |
| | N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅ | 8,42 | 8,75 | 8,72 | 8,38 |
| НСР ₀₅ : для фактора А (сорт) | | 0,18 | | | |
| для фактора В (удобрения) | | 0,18 | | | |
| для фактора С (норма высева семян) | | 0,20 | | | |

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). Таким образом, определенной закономерности по влиянию изучаемых элементов технологии на данный признак не наблюдалось.

4.4 Урожайность и качество семян

В среднем за годы исследований у сорта Август самая высокая урожайность отмечена на повышенном фоне удобрений (N₉₀P₂₅K₂₅) при нормах 9 и 10 млн (2,02 и 2,01 т/га) (таблица 5). У сорта Легур наибольшая величина урожайности наблюдалась на повышенном фоне при нормах 7, 8 и 9 млн (2,00-2,01 т/га). Повышенный фон удобрений был благоприятным и для формирования урожайности сорта Исилькульский: при нормах высева 8, 9 и 10 млн получена соответствующая урожайность: 2,15; 2,15; 2,12 т/га. У сорта Сокол при всех нормах высева удобрения положительно влияли на урожайность.

Наибольшая прибавка к контролю (0,71 т/га) получена при норме высева 9 млн на повышенном фоне удобрений. Максимальная урожайность (2,01 т/га) у этого сорта отмечена при норме высева 8 млн на повышенном фоне удобрений.

Таблица 5– Урожайность семян сортов льна масличного, т/га, 2018-2020 гг.

| Сорт | Норма удобрений | Норма высева семян, млн/га, | | | |
|------------------------------------|---|-----------------------------|------|------|------|
| | | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Август | Контроль, без удобрений | 1,53 | 1,57 | 1,70 | 1,72 |
| | N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇ | 1,48 | 1,68 | 1,63 | 1,85 |
| | N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅ | 2,00 | 1,98 | 2,02 | 2,01 |
| Легур | Контроль, без удобрений | 1,24 | 1,61 | 1,62 | 1,13 |
| | N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇ | 1,90 | 1,84 | 1,93 | 1,83 |
| | N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅ | 2,00 | 2,00 | 2,01 | 1,92 |
| Исилькульский | Контроль, без удобрений | 1,51 | 1,51 | 1,65 | 1,51 |
| | N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇ | 1,68 | 1,73 | 1,64 | 1,67 |
| | N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅ | 2,09 | 2,15 | 2,15 | 2,12 |
| Сокол | Контроль, без удобрений | 1,36 | 1,45 | 1,28 | 1,26 |
| | N ₆₅ P ₁₇ K ₁₇ | 1,78 | 1,92 | 1,93 | 1,72 |
| | N ₉₀ P ₂₅ K ₂₅ | 1,86 | 2,01 | 1,99 | 1,94 |
| НСР05: для фактора А (сорт) | | 0,11 | | | |
| для фактора В (удобрения) | | 0,11 | | | |
| для фактора С (норма высева семян) | | 0,13 | | | |

Таким образом, повышенный фон удобрений, и норма высева семян 9 млн обеспечивали наиболее устойчивую урожайность у сортов льна. Более высокой урожайностью характеризовались сорта Август и Исилькульский.

На рисунках 2, 3 и 4 представлены результаты дисперсионного анализа, свидетельствующие о степени влияния изучаемых факторов на изменчивость урожайности семян льна.

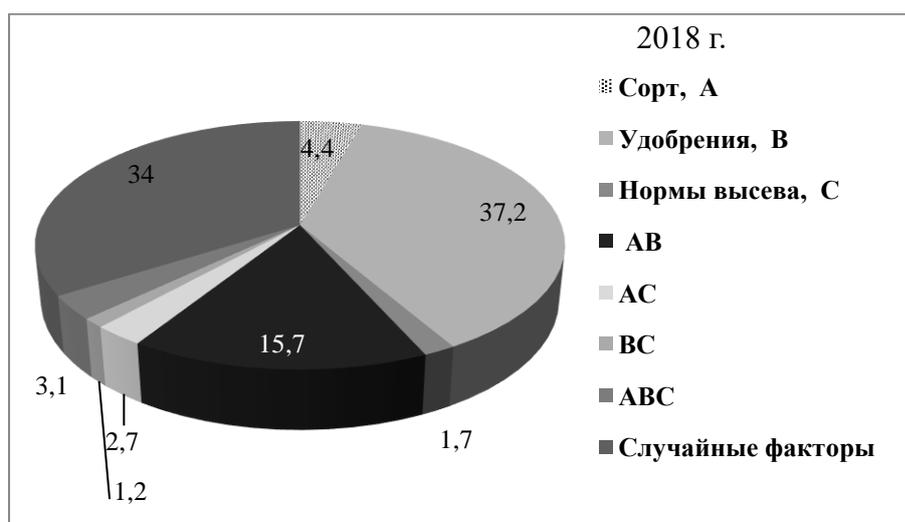


Рисунок 2 – Доля влияние факторов "сорт", "удобрения", "нормы высева" в изменчивости урожайности семян льна, % (2018 г.)

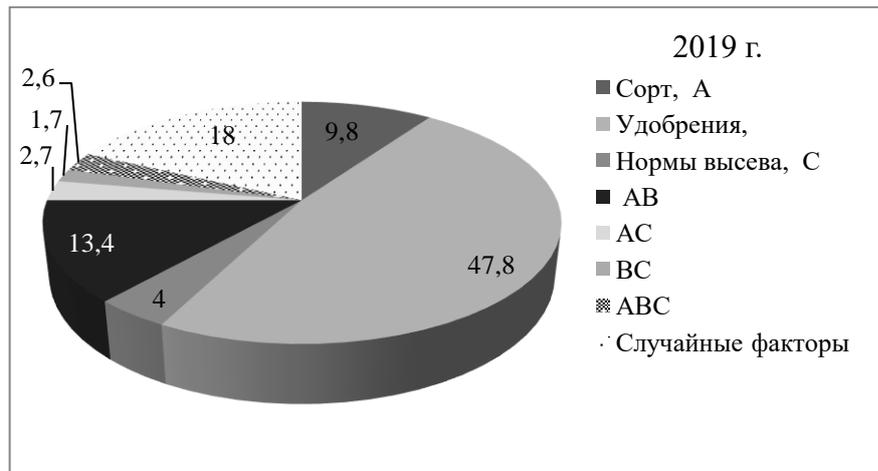


Рисунок 3 – Доля влияние факторов "сорт", "удобрения", "нормы высева" в изменчивости урожайности семян льна, % (2019 г.)

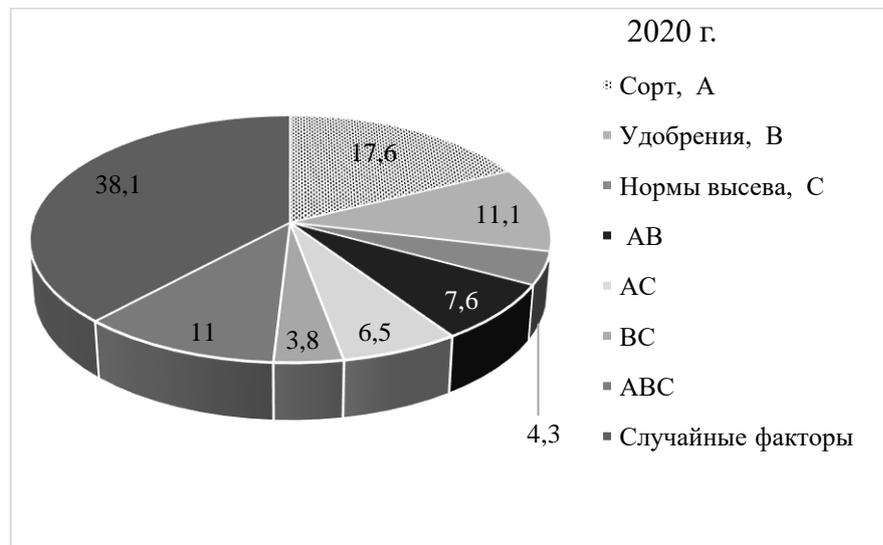


Рисунок 4 – Доля влияние факторов "сорт", "удобрения", "нормы высева" в изменчивости урожайности семян льна, % (2020 г.)

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%. 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 – с другой, был проведен корреляционный анализ. 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 ($r = 0,570 \pm 0,121$).

Масличность один из основных признаков качества семян масличных культур. Содержание масла в семенах различных культур колеблется в больших пределах в зависимости от сорта, района и условий произрастания, степени зрелости семян. В среднем за годы исследований среди сортов льна масличного по содержанию жира в семенах выделился сорт Август. При норме высева 8 млн на неудобренном фоне показатель достиг величины 50,0 % (рис. 5). 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. Снижение масличности семян в вариантах с удобрениями наблюдалось и у сорта Исилькульский, особенно при повышенных нормах высева. 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).

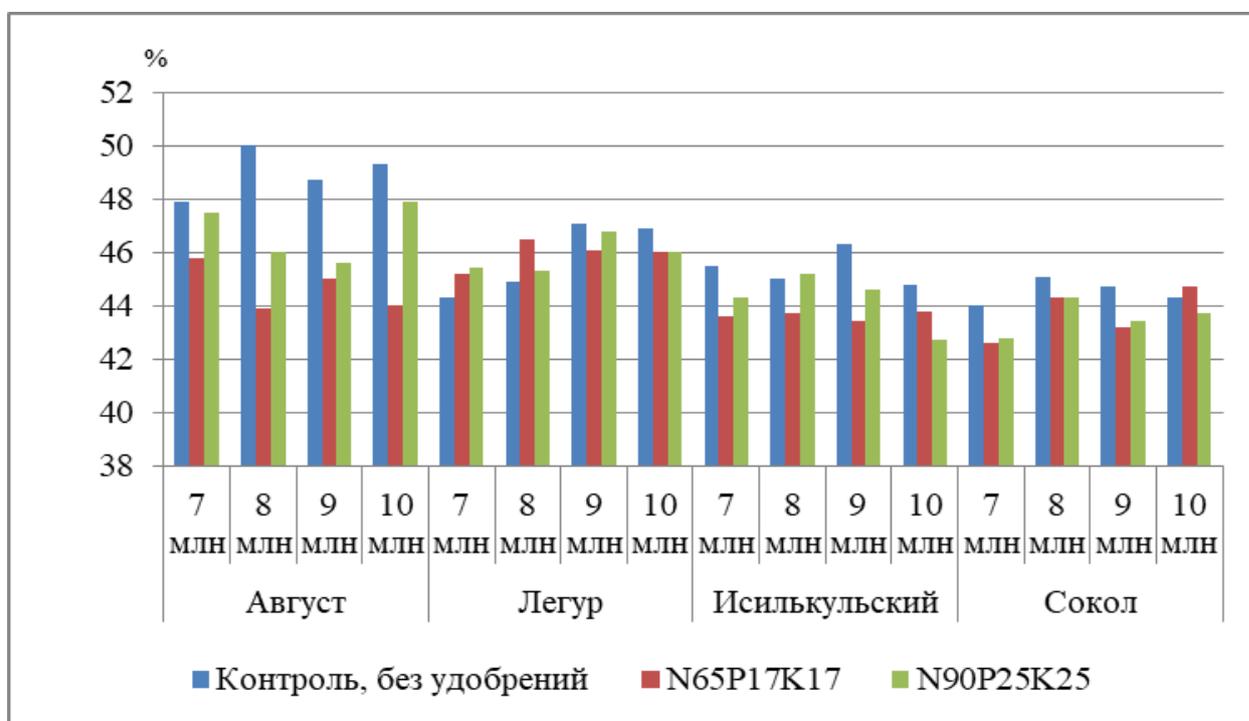


Рисунок 5 – Масличность семян у сортов льна, %, 2018-2020 гг.

У сорта Легур показатель масличности семян находился в пределах 45,1-47,2%. Повышенные нормы высева и повышенный фон удобрений способствовали увеличению масличности семян у сорта Легур. Сорт Сокол в сравнении с другими сортами формировал семена с пониженной масличностью: от 41,5 до 43,3%.

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

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.

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 6).

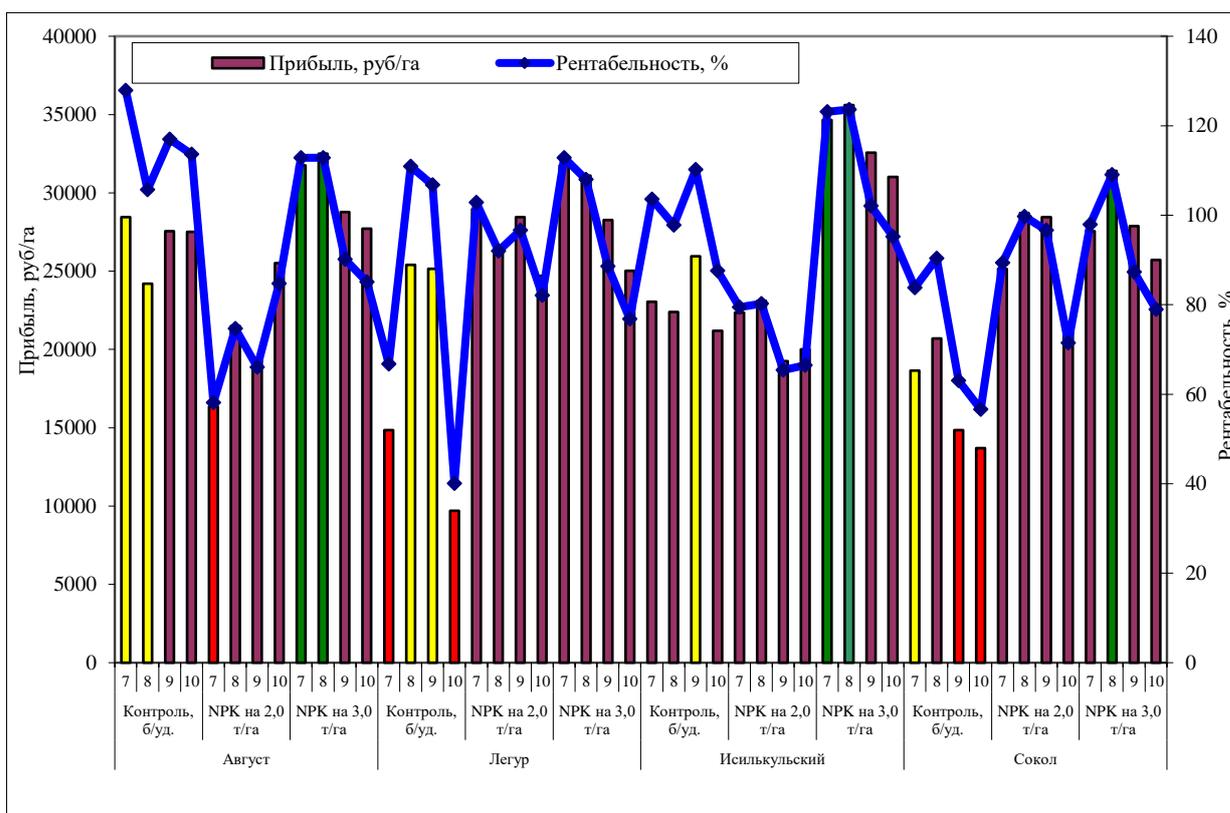


Рисунок 6 – Эффективность возделывания сортов льна масличного, 2018-2020 гг.

У наиболее перспективных сортов льна Август и Иськульский при обоснованной норме высева 9 млн на повышенном фоне удобрений (N₉₀P₂₅K₂₅) прибыль составила 28774 и 32574 руб./га, уровень рентабельности – 90 и 102%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. 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 (N₉₀P₂₅K₂₅) 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. 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.

2. Першаков, А. Ю. Урожайность и качество семян сортов льна масличного под влиянием удобрений в условиях Северной лесостепи Тюменской области / А. Ю. Першаков, Р. И. Белкина, А. К. Сулейменова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(67). – С. 83-87.

3. Першаков, А. Ю. Продуктивность коллекционных образцов льна масличного в Северной лесостепи Тюменской области / А. Ю. Першаков, Р. И. Белкина // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 12(165). – С. 40-45.

4. 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.

Публикация в издании, проиндексированном в Scopus

5. 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: 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2021, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 года. – Rostov-on-Don: EDP Sciences, 2021. – P. 01028.

Публикации в других рецензируемых научных изданиях

6. 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 III Международной студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 29 марта 2019 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. – С. 57-61.

7. Першаков, А. Ю. Продуктивность образцов льна масличного коллекции ВИР в условиях Северного Зауралья / А. Ю. Першаков, Р. И. Белкина // Агропродовольственная политика России. – 2020. – № 4. – С. 17-20.

8. Першаков, А. Ю. Возделывание льна масличного в Тюменской области: рекомендации / А. Ю. Першаков, Р. И. Белкина, А. А. Казак. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – 27 с.