



Антонова Ольга Ивановна,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры почвоведения и агрохимии
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
аграрный университет»



Ступина Лилия Александровна,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры плодоовощеводства,
ботаники и биотехнологии растений
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
аграрный университет»



Комякова Евгения Михайловна,
кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующая научно-исследовательской лаборатории
кафедры почвоведения и агрохимии
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
аграрный университет»



О. И. Антонова, Л. А. Ступина, Е. М. Комякова

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ ЯРОВОГО РАПСА И ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ ЗОН С НЕУСТОЙЧИВЫМ УВЛАЖНЕНИЕМ



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Алтайский государственный аграрный университет»

О.И. Антонова, Л. А. Ступина, Е.М. Комякова

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ
ЯРОВОГО РАПСА И ЛЬНА МАСЛИЧНОГО
В УСЛОВИЯХ ЗОН С НЕУСТОЙЧИВЫМ
УВЛАЖНЕНИЕМ**

Монография

Барнаул
2021

УДК 631.8:633.85

ББК 40.449

A72

Рецензент:

Р. П. Воробьева, д-р. с-х. наук, профессор, генеральный директор
ООО «АлтайАгроХимСоюз Плюс»

Антонова, Ольга Иванова

A72 Совершенствование системы удобрения ярового рапса и льна масличного в условиях зон с неустойчивым увлажнением : монография / О.И. Антонова, Л.А. Ступина, Е.М. Комякова ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Алтайский государственный аграрный университет. — Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2021. — 196 с.

ISBN 978-5-7904-2604-9.

В научном издании обобщены результаты экспериментальных исследований коллектива сотрудников кафедр почвоведения и агрохимии, плодовоовощеводства, ботаники и биотехнологии растений Алтайского государственного аграрного университета по изучению эффективности разных сочетаний жидких удобрений, комплексных удобрений при возделывании гибридов ярового рапса и сортов льна масличного в разных почвенно-экологических зонах Алтайского края. Дан анализ продуктивности девяти гибридов ярового рапса и восьми сортов льна масличного по уровню урожайности, выходу белка и масла. Установлена взаимосвязь урожайности со свойствами почвы, содержанием в семенах макро- и микроэлементов питания.

Предназначено для руководителей и главных специалистов предприятий АПК, научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов сельскохозяйственных вузов.

УДК 631.8:633.85

ББК 40.449

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в рамках тематического плана научно-исследовательских работ Алтайского государственного аграрного университета на 2021 г. (регистрационный номер темы — 121091300071–5).

ISBN 978-5-7904-2604-9

© Антонова О.И. Ступина Л.А., Комякова Е.М., 2021

© ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2021

© Оформление.

Издательство Алтайского государственного
университета, 2021

ВВЕДЕНИЕ

В связи с востребованностью на международном и российском рынке семян масличных культур — рапса и льна масличного, ценовой политикой государства на семена этих культур (50 и 60 тыс. руб./т соответственно), их адаптивностью к внешним условиям с каждым годом расширяются площади их возделывания. Способность переносить весенние заморозки продвигает их посевы в зоны с резко континентальным климатом и, благодаря одинаковым технологическим приемам с зерновыми, включить их в освоенные севообороты.

Важная роль принадлежит рапсу, как сидеральной культуре, способной не только повышать плодородие почвы, но и улучшать экологию, обогащая воздух кислородом. В этом плане рапс не уступает сахарной свекле, решая «карбоновую проблему». А лен, как культура, богатая незаменимыми жирными кислотами, аминокислотами, позволяет активно балансировать питание, оздоравливать организм человека и животных.

В мировом земледелии интенсивно наращивается производство семян масличных культур — основного сырья для получения растительного масла и ценного источника кормового белка. Для многих регионов РФ рапс стал важнейшей масличной культурой.

По данным института рапса в РФ в 2020 г. посевы рапса составили 1,8 млн га с объемом производства 2,7 млн т. В 2021 г. валовой сбор семян рапса — 3,0 млн т.

Рапс удачно сочетает в себе высокую потенциальную урожайность семян с содержанием в них 40–48% масла и 20–25% белка. Он представляет интерес как многофункциональная культура, т. е. имеет большое продовольственное, кормовое, техническое и экологическое значение. Однако потенциал ярового рапса реализуется не полностью [126].

Семена рапса содержат витамины: Д — 3000 мг/кг, Е — 18,8 мг/кг, В — 1,8 мг/кг, В₂ — 3 мг/кг, В₃ — 9 мг/кг, В₄ — 1200 мг/кг, В₅ — 32 и В₆ — 6 мг/кг; сырой протеин — 23,3%, жир — 40,5%, незаменимые аминокислоты: лизин — 1,24%, метионин — 0,6, метионин + цистеин — 1,32, треонин — 1,1, триптофан — 0,19, аргинин — 1,5%. В нем есть макро- и микроэлементы: Са — 0,39%, Р₂О₅ — 0,59%, К — 1,33%, Mg — 0,33%, S — 0,91%, Na — 0,03%, Cl — 0,25%, Fe — 200 мг/кг, Cu — 2–6,8 мг/кг, Zn — 25,2–43,2 мг/кг, Co — 0,15 мг/кг, J — 0,3 мг/кг, тяжелые металлы (Cd, Pb, As, Hg) все не превышают ПДК [91].

В одном центнере зеленой массы в среднем содержится 15–18 к.ед. При урожайности 20 ц/га образуется 1100 кг шрота и 720 кг пищевого масла. Рапс является медоносом, во время цветения которого пчелы с 1 га могут собрать более 80–100 кг меда, поздние посевы данной культуры могут обеспечить взяток меда до поздней осени [85].

Рапс — это отличная мелиоративная культура, которая способствует улучшению структуры и повышению плодородия почвы, повышает продуктивность севооборотов на 10–15%. Содержание питательных веществ в стерневых остатках рапса на 1 га соответствует внесению 5 т навоза. Рапс является фитосанитаром, так как подавляет ряд почвенных патогенов, в частности уничтожает возбудителей корневых гнилей в почве, а его зеленая масса — отличное сидеральное удобрение, эквивалентное внесению 10–15 т навоза [33]. Корневая система участвует в процессах связывания почвенного азота, предотвращая его минерализацию и вымывание, и обладает способностью переводить трудно доступные формы фосфора в более простые, доступные последующим культурам [138].

Его фитосанитарная и средообразующая роль является важнейшим фактором биологизации земледелия и в условиях глобального потепления определяет экономическое состояние хозяйства.

Основными направлениями наращивания производства семян этой культуры являются расширение его посевных площадей в РФ до 2 млн га и более и повышение урожайности. Для реализации потенциала продуктивности и эффективности производства маслосемян ярового рапса первостепенное значение имеет использование в сельскохозяйственном производстве перспективных сортов и гибридов на основе адаптивных технологий возделывания [15, 82, 85].

Благодаря пластичности, универсальности ярового рапса, способности улучшать свойства почв в последние годы во многих регионах России расширяются площади его возделывания [85].

В Западной Сибири посевы ярового рапса могут достичь 1 млн га [82].

Сравнивая площади посева льна масличного с 2016 по 2019 г. по отдельным странам, Н. В. Степанов и Д. П. Чирик отметили, что в РФ они увеличились с 708,9 до 814,7 тыс. га, в Казахстане — с 650 до 1287 тыс. га, в Белоруссии — с 2,4 до 2,2 (снижались в 2017 и 2018 гг. до 1,7 и 1,4) тыс. га. Канада долгое время занимала лидирующее положение, возделывая его на площади до 2 млн га [115].

Общий объем валового сбора семян в 2016–2017 гг. составлял в РФ 620 тыс. т, в Казахстане — 420 тыс. т, в Канаде — 591 тыс. т, а в 2018–2019 гг. — 600, 700, 494 тыс. т соответственно [116].

В 2020 г. площади возделывания льна масличного составили в РФ 1029,2 тыс. га со средней урожайностью 0,81 т/га. По сравнению с 2019 г. они увеличились на 26%.

Многие авторы отмечают технологические преимущества льна: легко преодолевает недостаток влаги в начальный период развития, продуктивно усваивает поздние осадки; практически не полегает, является хорошим предшественником для зерновых, при посеве и уборке используется та же технология, что и для зерновых; сроки уборки хорошо вписываются в общий конвейер производства зерновых. Его чистый доход — на уровне 20 и более тыс. руб./га, рентабельность составляет 100–125% [11, 25, 78, 115, 119].

Рост производства льна обусловлен также тем, что в последнее время на рынке пищевых продуктов и биологически активных веществ (нутрицевтики) возобновился интерес потребителей, заботящихся о своем здоровье, к ингредиентам на растительной основе, способствующим укреплению здоровья.

В этом плане наиболее быстро развивается тенденция переработки семян льна масличного, так как они содержат большое количество пищевых и смягчающих масел, богаты жирными кислотами Омега 3, Омега 6, легкоусвояемыми белками (богатыми аминокислотами) и незаменимыми полунасыщенными жирными кислотами — альфа-линоленовая кислота (Омега 9). Пищевое льняное масло позволя-

ет снизить риск онкозаболеваний. Улучшает деятельность жизненно важных органов [27, 31, 133].

Потенциал районированных сортов 20 и более ц/га, однако, его фактическая урожайность варьирует от 2–3 до 10–14 ц/га. Одной из причин сравнительно низкой урожайности является отсутствие научно-обоснованных рекомендаций по применению удобрений [27, 28, 78].

Краснодарский край, Пензенская область, Сибирский регион считают лен масличный перспективной культурой [13, 27, 46, 55, 119].

В семенах льна масличного содержится до 48% масла, 18–33% белка, 5–12% слизи, 12–26% углеводов, а также органические ферменты, витамины, стеролы, макро- и микроэлементы, пищевые волокна, лигнины и другие ценные элементы, т. е. больше, чем в других масличных культурах [139].

Белок семян льна масличного содержит полный набор аминокислот, среди них присутствуют в довольно высоких количествах незаменимые аминокислоты — треонин, валин, метеонил, изолейцин, фенилаланин, лизин, лейцин. Семена характеризуются высокой биологической активностью по аминокислотному скору — 68–142% [34].

Важным достоинством льна масличного является наличие в его соломе до 15–20% волокна, что еще больше повышает чистый доход от его возделывания при переработке соломы [13, 99, 78; 133].

Цель научно-исследовательской работы — дать анализ эффективности удобрений на производственных посевах разных гибридов рапса и сортов льна масличного, разработать систему применения жидких и твердых комплексных удобрений при возделывании ярового рапса и льна масличного в условиях Алтайского края на фоне использования средств защиты растений.

Задачи исследования:

1. Обобщить результаты опытов с яровым рапсом и льном масличным с применением средств химизации.
2. Изучить влияние допосевного и припосевного внесения КАС-32 с некорневыми подкормками комплексными удобрениями в разных почвенно-климатических зонах Алтайского края.
3. Установить влияние системы удобрений и средств защиты растений на рост и развитие культур, потребление элементов питания.

4. Дать оценку действия удобрений и средств защиты на элементы структуры урожая, урожайность, масличность и накопление белка в маслосеменах изучаемых культур.

5. Определить агрономически и экономически эффективные варианты удобрения современных сортов и гибридов ярового рапса и льна масличного в условиях неустойчивого увлажнения, обеспечивающих формирование потенциальной урожайности.

6. Определить взаимосвязь урожайности семян рапса и льна масличного со свойствами почвы, содержанием макро-и микроэлементов в семенах.

Глава 1

ЯРОВОЙ РАПС

1.1. Почвенно-климатические условия зон Алтайского края. Анализ посевных площадей и урожайности ярового рапса в Алтайском крае

Алтайский край расположен на юге Западной Сибири. На его территории — восемь почвенно-климатических зон (Западно-Кулундинская, Восточно-Кулундинская, Южно-Приалейская, Приобская, Бийско-Чумышская, Присалаирская, Приалтайская, Алтайская), объединенных в пять почвенно-экономических зон, различающихся по влаго— и теплообеспеченности и уровню плодородия почв, и расположены практически все ландшафты, характерные для зоны умеренного климата. Континентальный климат отличается своими постоянно меняющимися метеорологическими условиями. Засушливые годы с большим дефицитом влаги сменяются нормальными или даже прохладными условиями. Могут отмечаться периоды и с избыточным увлажнением. Это оказывает особое влияние на урожайность ярового рапса [110].

Кулундинская зона является наиболее засушливой, где годовое количество осадков составляет 230–250 в Западной Кулунде, и 300–320 мм в Восточной Кулунде. В летний период большая их доля — до 40% приходится на июль — август. Здесь часто наблюдаются суховеи и сильные ветра, вызывающие пыльные бури. Продолжительность безморозного периода составляет 117–126 дней. Сумма положительных температур за вегетацию колеблется от 2450 до 2600 °С [110].

Зональными почвами являются темно-каштановые и каштановые легкосуглинистые и супесчаные, реже — суглинистого состава.

Присутствуют и южные черноземы, и солонцеватые разновидности каштановых и черноземных почв. По данным агрохимического обследования почв 80% пашни имеют высокое и очень высокое содержание фосфора, более высоко обеспечены почвы обменным калием — 85,8% [4].

Улучшение питательного режима в почвах направлено на сохранение влаги, повышение гумуса, внесение азотных, фосфорных удобрений и калийных — под культуры высокого выноса калия.

Алейская зона также отличается засушливостью климата. Здесь годовое количество осадков составляет 265–350 мм. Сумма положительных температур за вегетацию — 2300–2500 °С. Агротехнические мероприятия направлены на сохранение влаги [110].

Зона объединяет почвенно-климатические зоны черноземов засушливой и умеренно засушливой степи края. Почвенный покров представлен южными, обыкновенными и выщелоченными черноземами. Содержание гумуса менее 4% на 38,5% площади пашни, практически отсутствуют кислые почвы (3,2%), обеспеченность фосфором — повышенная на 56,1% пашни и на остальной части пашни — высокая и очень высокая. Обменным калием в основном все почвы высоко обеспечены (84,4%) [4].

Низкое содержание гумуса обуславливает в первую очередь недостаточное азотное питание для растений. Ведущую роль в повышении урожайности играет использование соломы, азотных и фосфорных удобрений.

Приобская зона отличается от степной части края по климату и даже по рельефу. Для зоны характерен лесостепной облик, с множеством березовых колков, которые располагаются по берегам рек, по склонам балок и другим категориям рельефа. Среднегодовое количество осадков от 300 до 395 мм. Сумма активных температур за вегетацию составляет 2270–2340 °С. Безморозный период от 117 до 128 дней [110]. Зона вполне благоприятна для возделывания сельскохозяйственных масличных культур, так как теплообеспеченность и влага довольно высоки и стабильны, но каждый третий год может быть острозасушливым.

Центральная зона охватывает часть Бийско-Чумышской и Присалаирской зоны. Территория очень расчленена балками и оврагами

с высокой степенью облесенности. Среднегодовое количество осадков колеблется от 400 до 520 мм. Сумма осадков за вегетацию достигает 300 мм, а иногда и выше. Сумма положительных температур за вегетацию около 2000–2200 °С, что уступает Приобью, но все-таки достаточно для выращивания масличных культур [110].

Приобская и Центральная зоны охватывают 15 районов края, расположенных на Приобском плато, и характеризуются распространением оподзоленных, выщелоченных и обыкновенных черноземов, которые почти на 40% пашни являются низкогумусированными (гумуса < 4%), больше трети пашни имеет слабокислую реакцию, почти половина пашни — со средним и повышенным содержанием фосфора. При этом для всех почв характерна высокая обеспеченность калием [4].

Для улучшения питательного режима эффективными приемами являются оставление соломы, применение азотных и фосфорных удобрений, а в ряде случаев — калийных и микроудобрений.

Предгорная зона отличается хорошим агроклиматическим потенциалом. Здесь высокий уровень осадков. Среднегодовое их количество колеблется от 500 до 600 мм, за вегетацию — 300–370 мм. Сумма активных температур за вегетационный период составляет 2200–2300 °С [110].

Предгорная зона, как более влагообеспеченная и характеризующаяся распространением черноземов, оподзоленных, выщелоченных и серых лесных почв, в настоящее время в составе пашни имеет 73,1% почв, высоко обеспеченных обменным калием. В этой зоне на долю низкогумусированных почв приходится всего 1,8%: в основном содержание гумуса находится в пределах 4–8% (среднее и повышенное) [4].

В целях улучшения свойств почв, наряду с использованием соломы, требуется известкование и внесение комплексных удобрений, содержащих все элементы питания.

Общий анализ климатических условий и свойств почв по зонам края свидетельствует о том, что они вполне соответствуют биологическим особенностям ярового рапса для его возделывания. На рисунке 2 показаны зоны и районы возделывания ярового рапса в Алтайском крае.

По данным статистической отчетности [108] по посевным площадям под яровым рапсом в хозяйствах Алтайского края в 2015–2017 гг. площади посева занимали 50,3–64,1 тыс. га (рис. 1). На долю крестьянских (фермерских) хозяйств (КФХ) и индивидуальных предпринимателей (ИП) приходилось 13,2–19,0 тыс. га, или 26,3–33,3% площади. Урожайность в сельскохозяйственных организациях варьировала от 4,0 до 15,0 ц/га, а в фермерских хозяйствах — от 4,5 до 12,7 ц/га.

В 2018 г. посевные площади под рапсом в хозяйствах края возросли в 2,1 раза и составили 137,7 тыс. га, их доля в КФХ и ИП составила 30,5%. При этом урожайность рапса в сельхозорганизациях составляла 14,8 ц/га, а в КФХ и ИП — 10,8 ц/га. В 2019 г. площади увеличились до 184,6 тыс. га, из них 58,0 тыс. га приходилось на фермерские хозяйства и ИП. В среднем урожайность составляла 10,3 ц/га в сельскохозяйственных организациях и 7,7 ц/га в КФХ и ИП. Наибольшая урожайность отмечалась в 2018–2020 гг.

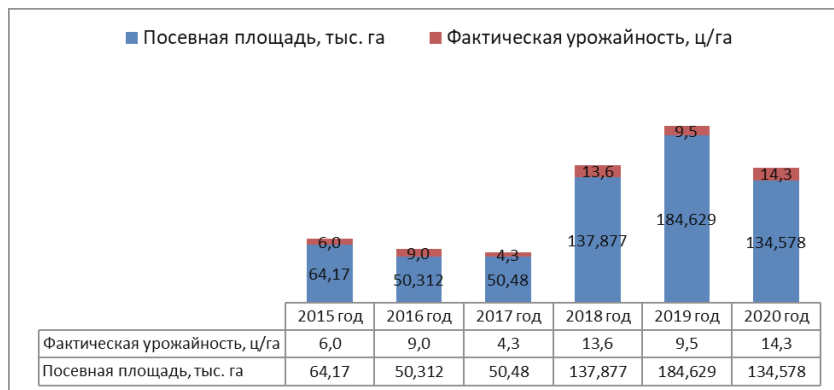


Рисунок 1 — Посевные площади и фактическая урожайность рапса ярового всех категорий хозяйств Алтайского края, 2015–2020 гг.

В 2021 г под рапсом занято 161,3 тыс. га, или увеличение произошло на 20,3%.

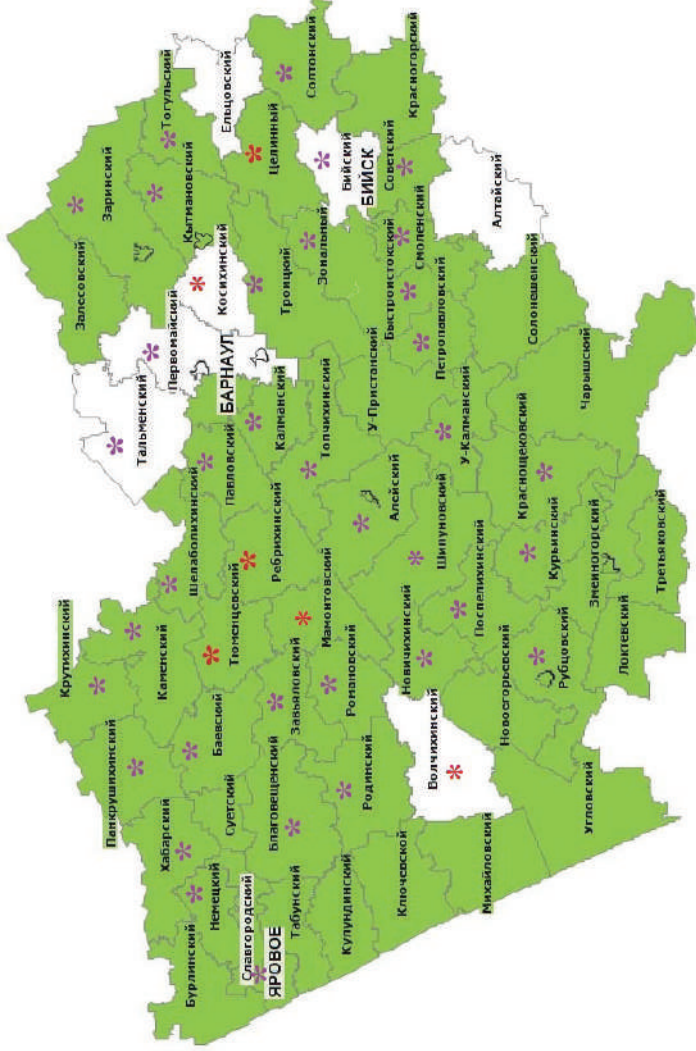


Рисунок 2 — Карта Алтайского края с размещением рапы ярового:
 * — районы возделывания ярового рапы; * — районы заложенных опытов

В разрезе почвенно-экономических зон Алтайского края отмечается увеличение доли возделывания рапса ярового от степной Кулундинской зоны к Предгорной (рис. 3).

В *Кулундинской зоне* посевные площади под рапсом по годам постепенно нарастали от 0,2 тыс. га в 2016 г. до 9,5 тыс. га в 2020 г. Урожайность по годам варьировала от 5,6 до 12,8 ц/га, что зависело от влагообеспеченности. Основные площади возделывания рапса ярового были в Родинском, Хабарском и Благовещенском районах. В целом урожайность по зоне составляла от 1,4 до 17,6 ц/га. Наибольшая (17,6 ц/га) была получена в 2020 г. в Благовещенском районе, а наименьшая — в Немецком национальном районе.

В *зоне Алейской степи* посевные площади под рапсом по годам изменялись от 1,8 тыс. га в 2017 г. до 17,1 тыс. га в 2019 г. Урожайность варьировала от 4,11 в условиях 2015 г. до 11,74 ц/га в 2017 г. (рис. 3). Основные районы, занимающиеся возделыванием рапса ярового в Алейской зоне, — Алейский (1,0–3,5 тыс. га), Шипуновский (0,6–4,3 тыс. га), Курьинский (1,8–2,3 тыс. га). Включились в рапсосеяние в 2019 году Новичихинский (0,8–1,9 тыс. га), Локтевский (4,9 тыс. га) районы. По годам иногда рапс яровой возделывали в Поспелихинском (0,2–1,4 тыс. га), Краснощековском (0,2–0,4 тыс. га) и Рубцовском (0,1–0,4 тыс. га) районах. Урожайность по районам изменялась. Наибольшая урожайность была в Рубцовском районе — от 10,5 до 14,2 ц/га, Курьинском — 7,9–11,6 ц/га, в остальных районах 3,0–11,4 ц/га.

Приобская зона характеризуется более благоприятными условиями для возделывания рапса ярового, поэтому здесь начинают отводить более значительные площади под эту культуру. Они занимали от 3,3 тыс. га в 2017 г. до 25,6 тыс. га в 2020-м (рис. 3). Урожайность составляла от 4,4 ц/га в 2015 г. до 18,95 ц/ в 2018 г.

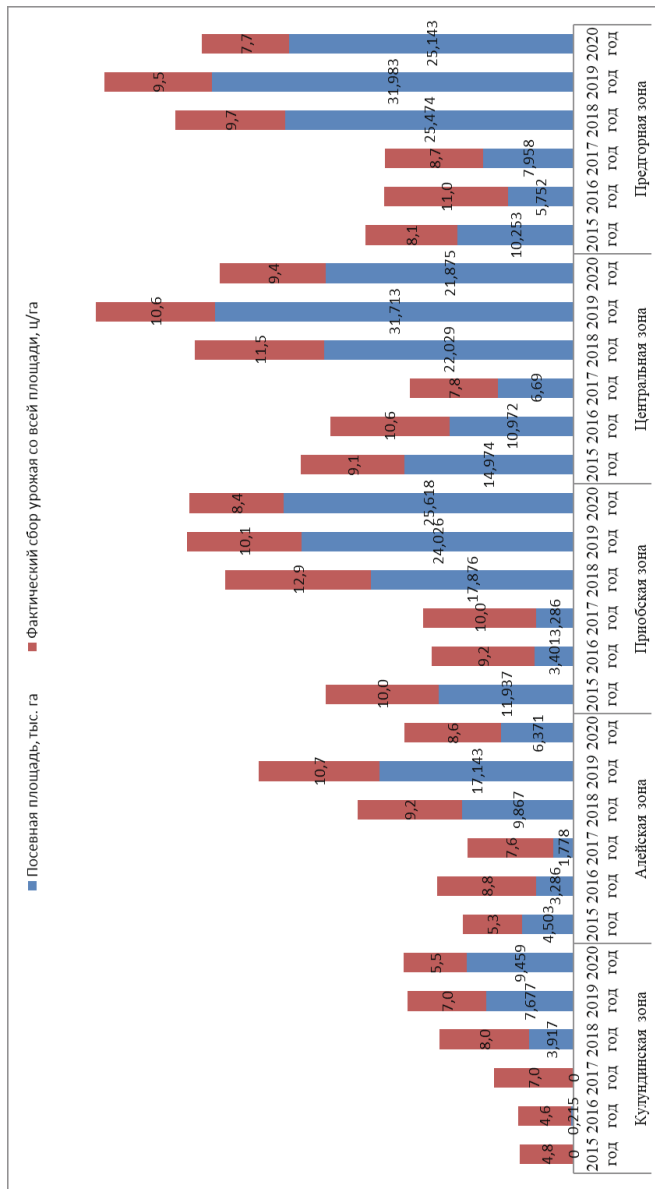


Рисунок 3 — Динамика распределения посевных площадей и урожайности рпса ярового во всех категорий хозяйств по зонам Алтайского края

Рапс яровой возделывается практически во всех районах данной зоны, но наибольшие площади под этой культурой заняты в Ребрихинском (1,9–7,9 тыс. га), Мамонтовском (2,4–4,8 тыс. га), Тюменцевском (0,7–4,1 тыс. га), Павловском (1,7–3,8 тыс. га), Панкрушихинском (0,6–3,4 тыс. га), Шелаболихинском (0,8–2,1 тыс. га) и Крутихинском (0,1–1,3 тыс. га). Наиболее высокая урожайность по годам отмечалась в следующих районах: Тюменцевском — 9,7–28,0 ц/га, Панкрушихинском — до 22,6 ц/га, Каменском — до 22,5 ц/га и Мамонтовском — до 21,6 ц/га. Стабильность в получении высокой урожайности по годам наблюдается в Мамонтовском и Ребрихинском районах.

В Центральной зоне Алтайского края посевные площади, занятые под яровым рапсом, варьировали от 6,7 тыс. га в 2017 г. до 31,7 тыс. га в 2019-м (рис. 3). Урожайность семян рапса составляла от 6,46 в 2015 г. до 13,43 ц/га в 2017 г. Наибольшие площади рапс занимал в Кытмановском (5,2–10,0 тыс. га), Первомайском (1,9–4,8 тыс. га), Заринском (0,5–4,7 тыс. га), Усть-Калманском (0,6–4,5 тыс. га), Топчихинском (1,5–2,6 тыс. га) и Косихинском (0,8–2,1 тыс. га) районах. В остальных районах посевные площади под рапсом занимали 0,1–1,3 тыс. га. По урожайности выделялись районы: Косихинский (8,2–17,5 ц/га), Заринский (6,0–17,6 ц/га), Троицкий (6,4–15,7 ц/га) и Кытмановский (9,3–15,1 ц/га).

Наибольшие площади посевов ярового рапса расположены *в Предгорной зоне края*. На него приходилось от 5,7 тыс. га в 2016 г. до 31,9 тыс. га в 2019-м [108]. Средняя урожайность составляла 9,35–20,64 ц/га (рис. 3). Более значительные площади яровой рапс занимал в Целинном (3,7–9,1 тыс. га), Зональном (1,9–5,3 тыс. га), Быстроистокском (0,7–4,2 тыс. га), Смоленском (0,4–4,8 тыс. га), Третьяковском (1,5–2,5 тыс. га) и Советском (0,2–2,1 тыс. га) районах. В остальных районах под рапс яровой было отведено 0,2–1,6 тыс. га. Достаточно стабильна высокая урожайность в Целинном (10,1–24,2 ц/га), Смоленском (6,5–23,6 ц/га), Быстроистокском (9,7–22,4 ц/га), Зональном (10,3–21,9 ц/га) районах.

1.2. Влияние метеорологических условий на урожайность рапса ярового

Анализируя метеорологические данные за 2015–2021 гг. и урожайность по зонам, можно отметить их значительные различия как по зонам, так и по годам (табл. 2).

В Кулундинской зоне наиболее острозасушливыми были 2019, 2020, 2021 гг. Установлена тесная корреляционная связь — $r = 0,78$ (табл. 1) гидротермического коэффициента (ГТК) с урожайностью семян рапса.

В Алейской зоне 2015 и 2019 гг. были средне-, а 2020 — сильнозасушливым. Корреляционная зависимость урожайности рапса с ГТК слабая: $r = 0,18$.

В Приобской зоне 2017 и 2018 гг. были достаточно увлажненными, 2015 г. близок к среднемноголетнему уровню, а 2019, 2020, 2021 гг. характеризовались средней засухой. ГТК с урожаем находится в средней корреляционной связи ($r = 0,46$).

В Центральной зоне 2015, 2019, 2020 и 2021 характеризовались как слабозасушливые, а 2017 и 2018 гг. — достаточно увлажненные. В этой зоне хорошо прослеживается слабая реакция рапса на распределение осадков по месяцам. Коэффициент корреляции с ГТК — 0,31 (тесная, но слабая).

В Предгорной зоне 2015, 2016, 2020 были недостаточно увлажненными, и даже слабозасушливый 2021 г. В целом урожайность рапса и ГТК находятся в слабой взаимосвязи ($r = 0,11$), но прослеживается хорошая его отзывчивость на июльские осадки.

Таблица 1

Связь урожайности масличных культур (r) по зонам края с гидротермическим коэффициентом

Культура	Кулундинская зона	Алейская зона	Приобская зона	Центральная зона	Предгорная зона
Рапс яровой	0,78	0,18	0,46	0,31	0,11

* r — коэффициент корреляции

Таблица 2

**Метеорологические условия по зонам Алтайского края
за 2015–2021 гг.**

Зона края	Месяц	Среднее многолетнее	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Осадки, мм									
Кулундинская	Май	29	22	26	34	61	8	19	7
	Июнь	41	34	70	48	61	50	23	47
	Июль	51	51	37	66	54	21	55	23
	Август	37	34	19	50	30	33	26	44
	За вегетацию	158	141	152	198	206	112	123	121
	ГТК _{май-август}	0,77	0,65	0,73	0,94	1,04	0,54	0,56	0,56
Приобская	Май	36	50	34	41	88	18	19	12
	Июнь	44	21	56	36	81	56	20	66
	Июль	58	73	61	111	36	27	68	21
	Август	45	45	19	56	18	26	46	59
	За вегетацию	183	189	170	244	223	127	153	158
	ГТК _{май-август}	0,95	0,93	0,86	1,22	1,18	0,66	0,74	0,79
Алейская	Май	42	49	48	23	117	23	15	12
	Июнь	41	30	99	44	50	70	17	82
	Июль	63	36	46	87	43	25	49	34
	Август	43	43	45	28	35	32	36	70
	За вегетацию	189	158	238	182	245	150	117	198
	ГТК _{май-август}	0,94	0,75	1,18	0,88	1,25	0,75	0,55	0,97
Центральная	Май	47	70	47	35	115	27	34	18
	Июнь	52	20	67	42	46	59	22	87
	Июль	64	59	62	129	69	44	60	30
	Август	50	42	33	36	20	47	37	39
	За вегетацию	213	191	209	242	250	177	153	174
	ГТК _{май-август}	1,12	0,96	1,08	1,23	1,32	0,93	0,75	0,88

Продолжение таблицы 2

Зона края	Месяц	Среднее многолетнее	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Предгорная	Май	61	93	69	50	126	48	27	35
	Июнь	64	23	67	60	47	80	53	81
	Июль	80	73	65	138	73	76	92	38
	Август	67	38	53	33	34	92	56	36
	За вегетацию	272	227	254	281	280	296	228	190
	ГТК май-август	1,47	1,16	1,35	1,45	1,49	1,59	1,16	0,99
Температура, °С									
Кулундинская	Май	13,0	15,0	13,0	14,5	9,7	12,1	18,5	16,7
	Июнь	19,1	20,8	19,8	20,8	19,7	17,3	18,8	18,2
	Июль	21,0	21,1	21,1	20,3	19,9	21,4	21,5	21,1
	Август	18,1	18,6	18,6	18,5	18,4	20,5	19,5	19,6
	За вегетацию	2045,1	2154,7	2084,7	2116,8	1972,3	2059,9	2205	2141,7
Приобская	Май	12,1	13,5	11,7	13,6	9,2	11,3	17,1	15,7
	Июнь	17,9	19,6	19,1	19,9	19,7	16,6	17,5	17,1
	Июль	19,9	20,0	20,0	19,1	18,8	19,9	20,1	19,9
	Август	16,9	17,7	17,4	17,2	17,3	19,2	19,0	18,3
	За вегетацию	1919,8	2026,7	1966,4	1994,3	1894,1	1936,1	2079,1	2011,2
Алейская	Май	13,0	14,4	12,2	14,7	10,1	11,4	17,3	15,6
	Июнь	18,5	20,2	19,4	20,6	20,1	17,3	18,0	17,5
	Июль	20,5	20,9	20,9	19,8	19,1	20,5	20,7	20,3
	Август	17,8	18,3	17,3	17,6	18,2	20,2	19,4	18,4
	За вегетацию	2002,3	2109,2	2010,2	2071,4	1961,3	2008,7	2129,1	2036,7
Центральная	Май	11,9	13,2	11,1	13,4	9,4	10,9	16,2	14,7
	Июнь	17,5	19,3	19,1	19,6	19,7	16,7	17,3	16,6
	Июль	19,6	19,9	19,9	18,8	18,6	19,4	20,0	20,0
	Август	16,9	17,4	16,9	17,0	17,2	19,0	18,7	18,0
	За вегетацию	1894,5	1999,3	1935,8	1965,8	1888,8	1909,4	2042,7	1970

Окончание таблицы 2

Зона края	Месяц	Среднее многолетнее	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Предгорная	Май	11,7	12,8	10,9	13,2	9,4	10,2	15,6	13,9
	Июнь	16,9	18,7	18,6	19,4	19,6	16,8	16,6	16,1
	Июль	19,1	19,5	19,5	18,5	18,1	18,8	19,3	19,9
	Август	16,5	17,1	16,1	16,7	17,3	18,5	18,1	17,6
	За вегетацию	1844,6	1951,6	1879,6	1937,2	1873,4	1864,3	1969,4	1923,5

В литературе имеется много данных о влиянии почвенно-климатических условий на формирование урожайности биомассы рапса, семян и показателей качества на примере разных сортов и гибридов.

А. В. Дедов, В. П. Савенков и др. отмечают, что в условиях лесостепи ЦФО России погодные условия в значительной степени определяют урожайность семян рапса: в засушливые — формируется урожай в пределах 1,1–1,48 т/га, а в благоприятные по увлажнению — до 2,37–3,02 т/га. При этом масличность в сухие годы равна 38,4–38,7% и сбор масла в пределах 3,96–5,3 ц/га, содержание белка 26,9–27,3%, а его сбор 2,7–3,52 ц/га. В благоприятные годы соответственно 42,5–45,8%, 9,68–12,86 ц/га и 23,9–24,21%, 5,91–6,19 ц/га [40].

В опытах с рапсом сорта Юбилейный в Южной лесостепи Западной Сибири Г. Н. Кузнецова, Р. С. Полякова установили, что оптимальными для этой культуры являются гидротермические условия: среднее значение суммы активных температур в период всходы — созревание; высокая среднесуточная температура воздуха в период цветения — созревание при высоком количестве осадков в период всходы — бутанизация — цветение и малом количестве осадков в фазу цветение — созревание [57].

Широкое варьирование урожайности сортов рапса Ратник и Ермак на черноземах выщелоченных лесостепной зоны Зауралья отмечала Ю. В. Суркова: в остросушливые они формировали ее в пределах 0,3–0,6 т/га, а при благоприятных условиях — 1,6–2,3 т/га. Особенно рапс реагировал на количество осадков июля [116].

С. Ф. Суханова, А. А. Постовалов, Е. В. Григорьев установили тенденцию увеличения распространенности фузариоза при снижении ГТК у разных сортов ярового рапса на выщелоченных черноземах Курганской области. При увеличении ГТК до 1,03 урожайность повысилась до 23,3 ц/га, а при снижении до 0,89–0,96 — падала до 18,5 ц/га, с увеличением процента поражения фузариозом [118].

Исследования Г. Н. Кузнецовой, Р. С. Поляковой в Омской области при изучении отзывчивости 12 сортов и двух гибридов ярового рапса на изменения условий среды показали, что гибрид Сальса относится к менее стабильным и значительно реагирует на все изменения условий возделывания [56].

По данным Н. А. Кураченко, О. А. Ульяновой, О. А. Власенко и др. гибрид ярового рапса Контра на агрочерноземах лесостепи Красноярского края при удовлетворительных запасах продуктивной влаги (107 мм) в метровом слое от периода начала роста стеблей и до полного созревания сильно иссушал почву в слое 0–30 см, и в период цветения — отрастания стручков запасы продуктивной влаги в слое 0–20 см были низкими — 9–11 мм [61].

1.3. Ботанические и биологические особенности ярового рапса

Рапс (*Brassica napus* L.) относится к семейству капустные, или крестоцветные (*Brassicaceae* или *Cruciferae*), роду капуста (*Brassica*).

Яровой рапс — однолетнее травянистое растение. Корень рапса может проникнуть в почву на глубину до 2 м, но основная масса корней с разветвлениями располагается на глубине 25–50 см [137]. Развитие корневой системы зависит от способа посева, агротехники, типа почв, сорта и климатических условий. Растет корень быстро. В фазе 3–5 листьев он имеет до 5–6 боковых ответвлений и может достигать глубины до 1 м. Толщина корня в верхней части доходит до 3 см.

Длина стебля, количество ветвей зависят от густоты стояния растений, плодородия почв, погодных условий во время вегетации,

а также от особенностей сорта или гибрида. Стебель рапса прямо-стоячий, часто разветвленный, хорошо облиственный. Большинство сортов и гибридов имеют зеленые, сизо-зеленые или темно-зеленые стебли без антоциановой окраски и опушения, покрытые восковым налетом. У некоторых стебель имеет сизо-фиолетовую окраску [15, 137].

Листья рапса покрыты восковым налетом, их форма и окраска варьирует по сортам и гибридам.

Цветки собраны в соцветие — рыхлая кисть. На одном растении может быть до 500 цветков, дающих более 200 плодов.

Плод рапса — стручок. Число стручков на одном растении у разных сортов и гибридов рапса колеблется в среднем от 300 до 500 и более [15].

Семена имеют черную, серовато-черную или светло-коричневую окраску. Масса 1000 семян 2,5–4,5 г, в стручке в среднем 25–36 семян. Семена прорастают при температуре 1–3 °С. Всходы способны переносить заморозки до –5 °С, а взрослые растения — до –8 °С и могут вегетировать при температуре 2–3 °С. Всходы появляются при достижении суммы температур выше 5 °С — 70–90 °С. Для гарантированного получения семян ярового рапса сумма активных температур выше 10 °С должна быть не менее 1700 °С, а безморозный период не менее 110 дней [137].

Яровой рапс — растение длинного дня.

Различают следующие фазы его развития: всходы, образование листовой розетки, стеблевание, бутонизация, цветение, зеленый стручок, желто-зеленый стручок, полная спелость.

В начале вегетации (до фазы стеблевания) рост и развитие растений рапса происходит медленно. В этот период формируется мощная корневая система и розетка листьев. Начиная с фазы стеблевания идет интенсивный прирост вегетативной массы. Цветение рапса в зависимости от гибрида наступает на 37–56-й день после появления всходов. В зависимости от сорта и региона возделывания продолжительность вегетационного периода у ярового рапса составляет 96–126 дней [31, 137].

Рапс является влаголюбивой культурой. Потребность в воде на формирование одной единицы сухого вещества в 1,5–2 раза боль-

ше зерновых культур. Дружные всходы формируются при наличии в пахотном слое 20 мм влаги. Наибольшая потребность во влаге отмечается в периоды начального роста, цветения и налива семян [15, 137].

1.4. Сорты и гибриды рапса ярового, возделываемые в Алтайском крае

Сорт является одним из основных элементов любой технологии возделывания культур. Значение сорта особенно возрастает в современных экономических условиях, поскольку он выступает как мощный самостоятельный фактор повышения урожая сельскохозяйственных культур.

Рассматривая перспективы и пути продвижения рапса на Алтае, Е. Р. Шукис, Г. Т. Дектеренко, О. А. Пирогов отмечают, что к сдерживающим причинам внедрения рапса относится слабая технологическая оснащенность хозяйств, недостаточное научное обеспечение на всех этапах продвижения. А для реализации продуктивного потенциала культуры необходимо совершенствование ее в селекционном плане. Серьезными недостатками большинства существующих сортов, по мнению авторов, продолжают оставаться недостаточно интенсивные темпы роста в начальный период и их неспособность конкурировать с сорняками, а также слабая устойчивость к вредителям, полегание на интенсивных фонах, растрескиваемость стручков и большие потери семян при уборке. Отмечается и то, что многие сорта плохо переносят раннюю летнюю засуху и не используют в полной мере осадки второй половины лета [138].

Появление на рынке гибридов и сортов рапса с учетом отмеченных негативных свойств ускорило расширение площадей его возделывания при соблюдении технологии защиты растений, что позволило улучшить качество семян и увеличить выход масла и белка [56, 138].

А. А. Шишкин, А. С. Богатырева, Э. Д. Акманаев, изучая нормы высева и способы посева на урожайность сорта Ратник и гибрида Смилла на дерново-мелкоподзолистых почвах, установили, что оптималь-

на норма высева 2 млн на гектар, которая обеспечивает необходимое количество растений к уборке и определяет формирование урожайности. Наибольшая рентабельность — у сорта Ратник (138%). У гибрида Смилла даже высокая урожайность не позволяет эффективно покрыть затраты на приобретение его семян [136].

В трехлетних опытах на черноземах обыкновенных Омской области более высокая урожайность отмечалась у гибрида Озорно и Сальса (2,44–2,49 т/га), а из сортов: Купол (2,43 т/га), 55 регион — 2,37 т/га с содержанием масла 51,2–51,7% [58].

По данным отечественных и зарубежных ученых, внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов рапса может при прочих равных условиях увеличить урожайность культур в 1,25 раза, а создание и внедрение в производство гибридов рапса — до 1,5–2,5 раза [8, 84, 104, 121, 142, 143].

Поэтому важно для каждой зоны возделывания подбирать и использовать для посева хорошо адаптированные к местным условиям высокоурожайные сорта и гибриды ярового рапса, удовлетворяющие требованиям современного производства по показателям качества.

Сорт АНИИЗИС 1

Тип растения — 00 типа (безэруковый, низкоглюкозинолатый). Включен в Государственный реестр сортов по Центральному (3), Средневолжскому (7), Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10), Восточно-Сибирскому (11), Дальневосточному (12) регионам.

Сорт среднеспелый, вегетационный период 85–93 дня. Характеризуется активным началом ростовых процессов, отзывчив на условия выращивания. Сорт урожайный, до 500 ц/га зеленой массы и до 30 ц/га маслосемян. Высота растения 100–135 см, масса 1000 зерен 3,0–3,8 г, имеет хорошую облиственность (53,5%), низкое содержание эруковой кислоты (0,0%), пригоден для продовольственного использования. Семена мелкие, диаметром 1,5–2,0 мм в диаметре, массой 1000 семян 3,0–3,8 г. В семенах содержится 38,5% жира и 26,1% белка. Цвет семян черный или темно-коричневый. Натура семян составляет 700 г/л [5].

Сорт АНИИЗИС 2

Выведен методом гибридизации сорта Юмбо на линию ВБ-123 и последующего отбора. Включен в Госреестр по Западно-Сибирско-

му (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам. Сорт 00 типа. Куст полусомкнутый, высотой 97,6–114,0 см. Стебель неопушенный с 1,2 числом ветвей первого порядка. Лист сизо-зеленый, неопушенный. Соцветие кистевидное. Цветок золотисто-желтый. Стручок светло-серый, неопушенный. Семена округло-шаровидные, черные с коричневым оттенком. Масса 1000 семян 3,6–3,9 г. Средняя урожайность семян в Западно-Сибирском регионе 8,7 ц/га, на 0,8 ц/га выше стандартов; в Восточно-Сибирском — 6,2 ц/га. Содержание жира в семенах 39,1–47,5%; эруковой кислоты в масле — 0,1–1,5%; глюкозинолатов в шроте — 0,4–0,9%. Устойчив к полеганию и осыпанию. Vegetационный период 105–112 дней. Повреждается крестоцветными блошками и рапсовым цветоедом в средней степени [6].

Сорт Аргумент

Включен в Госреестр по Центральному (3), Центрально-Черноземному (5) и Средневолжскому (7) регионам. Сорт 00 типа.

Высота растений — 102–105 см. Vegetационный период до созревания семян — 106–113 дней. Устойчив к полеганию и осыпанию семян на корню, пригоден к механизированной уборке. Восприимчивость к пероноспорозу и альтернариозу средняя, к фузариозу — слабая. Средняя урожайность семян при сортоиспытании составила 2,76 т/га. Масса 1000 семян 3,6–3,8 г. Средняя урожайность зеленой массы 24,6 т/га, сбор сухого вещества 4,11 т/га. Содержание белка в зеленой массе 18,7%, жира в семенах — 43,2–43,5%, эруковой кислоты в масле — 0,1–0,3%, глюкозинолатов в шроте — 0,2–0,6%, белка в семенах — 18,1–20,6% [3].

Сорт Абилити

Включен в Госреестр по Северо-Западному (2), Центрально-Черноземному (5), Средневолжскому (7) и Западно-Сибирскому (10) регионам. Сорт 00 типа.

Семядоли средние — длинные, средние — широкие. Лист зеленый, короткий — средний, узкий — средний, черешок средней длины. Время цветения ранее — среднее, образование пыльцы имеется. Стручок без носика длинный, носик средний — длинный, цветоножка средняя. Растение при полном цветении средней высоты; по общей длине, включая боковые ответвления, короткое — среднее. Тенденция к формированию соцветия при посеве поздним ле-

том слабая — средняя. В Западно-Сибирском регионе урожайность составила 7,4 ц/га, наибольшая — 16,3 ц/га; вегетационный период 101 день. Высота прикрепления нижней ветви 38,9–51,5 см. Устойчивость к полеганию 4,0–5,0 балла, к осыпанию — 3,6–4,2 балла. Масса 1000 семян 3,5–4,1 г. Содержание жира в семенах 41,3–45,7%. Превышает стандарт по сбору масла на 0,6–1,0 ц/га. Рекомендуется для возделывания на семена [1].

Сорт Ратник

Включен в Госреестр по Средневолжскому (7) региону, но возделывается и в Алтайском крае. Куст полусомкнутый, высотой 107,9 см. Стебель без антоциана, неопушенный. Высота прикрепления нижних ветвей 42,6 см. Среднее число ветвей первого порядка 3. Лист темно-зеленый, среднерассеченный, опушение среднее. Соцветие кистевидное. Цветок золотисто-желтый. Стручок без антоциана, неопушенный. Створки прямые, слабобугорчатые. Семена круглые, черные. Масса 1000 семян 2,4–2,7 г. Средняя урожайность семян в регионе 17,0 ц/га, на 2 ц/га выше стандартов. Максимальная урожайность семян 24,9 ц/га получена в 1995 г. на Апастовском ГСУ Республики Татарстан. Сорт 00 типа. Содержание жира в семенах 42,1–47,3%, на 1,7% выше стандартов; эруковой кислоты в масле — 0,0–0,5%; глюкозинолатов в шроте — 0,4–0,7%. Сбор белка 15,6–51,8 ц/га. Вегетационный период до созревания семян 83–133 дня. Устойчив к полеганию и осыпанию. Сильно повреждался тлей, средне — блошками. Пригоден к механизированной уборке. Рекомендуется для возделывания на семена и для кормовых целей [92].

Гибрид ЛЮМЭН

Гибрид 00 типа. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам.

Средняя урожайность в Западно-Сибирском регионе 14,1 ц/га, на 1,6 ц/га выше стандарта. Наибольшая урожайность 40,9 ц/га получена в 2016 г. на Ишимском ГСУ Тюменской области. Вегетационный период 98 дней.

Средняя урожайность в Восточно-Сибирском регионе 18,1 ц/га, на 3,1 ц/га выше стандарта. Наибольшая урожайность получена в 2016 г. на Иркутском комплексном ГСУ — 34,9 ц/га. Вегетационный период 103 дня. Масса 1000 семян 3,1–4,1 г. Устойчивость к поле-

ганию 4,2–5,0 балла, к осыпанию — 3,2–4,1 балла. Содержание жира в семенах 42,0–48,8%, превышает стандарт до 6,3% [65].

Новый гибрид ярового рапса Люмэн — интенсивного типа возделывания. Мощная, хорошо развитая корневая система гибрида Люмэн позволяет не только нивелировать стрессовые условия при засухе, но и максимально обеспечить растение питательными веществами при неблагоприятных условиях. Высокая отзывчивость гибрида Люмэн к внесению минеральных удобрений выражается в повышении урожайности и качественных показателей маслосемян.

Гибрид среднеранний и может возделываться в регионах с коротким вегетационным периодом. Отличается высокой пластичностью и стабильностью в различных почвенно-климатических условиях. Стабильно высокие урожаи и прекрасные агрономические характеристики заслуживают особого внимания земледельцев [36].

Гибрид МИРАКЛЬ F1

Гибрид 00 типа. Включен в Госреестр по Северо-Западному (2), Центральному (3) и Восточно-Сибирскому (11) регионам.

Лист зеленый, количество долей среднее, зубчатость края средняя. Растение при полном цветении среднее. Общая длина растения, включая боковые ответвления, средняя. Стручок (без носика) средний — длинный, носик средний — длинный, цветоножка средней длины.

Средняя урожайность семян по Северо-Западному (2) региону 14,3 ц/га (+19,6% к уровню стандарта), в Центральном (3) регионе — 15,7 ц/га (+14,1% к уровню стандарта), в Восточно-Сибирском (11) регионе — 24 ц/га (+22,1% к уровню стандарта). Содержание жира в семенах в среднем 46,7–47,7%, сбор масла в зависимости от региона 6,2–11,3 ц/га. Вегетационный период 94–102 дня. Высота растений 108–115 см [71].

Миракль по сроку созревания относится к группе среднеранних гибридов. Пластичный гибрид, приспособленный для возделывания во всех почвенно-климатических зонах. Обеспечивает высокую урожайность и сбор масла [36].

Гибрид КУЛЬТУС КА

Гибрид 00 типа. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) региону. Рекомендован для возделывания в Алтайском крае. Лист зеленый, количество долей среднее, зубчатость края средняя. Время

цветения раннее. Растение средней длины. Стручок без носика короткий — средний, носик короткий, цветоножка короткая — средняя. Урожайность в Алтайском крае 16,7–21,3 ц/га. Вегетационный период 96 дней. Содержание жира 46,7–49,0%, с низким содержанием глюкозинолатов [60].

Культус КЛ — новый гибрид относится к среднеспелой группе. Созревание происходит равномерно, что сокращает потери при уборке. Дополняет линейку среднеспелых гибридов RAPOOL для системы Clearfield® [36].

Гибрид ЦЕБРА КЛ

Гибрид 00 типа. Включен в Госреестр по Центральному (3) и Восточно-Сибирскому (11) регионам для возделывания на семена.

Лист зеленый, доли имеются, степень развития долей средняя, зубчатость края слабая. Время цветения раннее — среднее. Растение длинное. Стручок без носика средний, носик средней длины, цветоножка длинная.

Средняя урожайность в Центральном регионе 15,4 ц/га, на 2,1 ц/га выше стандарта. Наибольшая урожайность 27,9 ц/га получена на Сухиничском ГСУ Калужской области в 2017 г. Содержание жира в семенах 44,1–45,2%, сбор масла 6,6 ц/га, выше стандарта на 1,3 ц/га.

Средняя урожайность в Восточно-Сибирском регионе 19,2 ц/га, на уровне стандарта. Наибольшая урожайность 33,7 ц/га получена на Уярском ГСУ Красноярского края в 2017 г.

Вегетационный период 98 дней, в Красноярском крае и республике Хакасия созревает на 3–6 дней раньше стандарта сорта Надёжный 92. Масса 1000 семян 4,1 г. Высота растений 99–106 см, высота прикрепления нижней ветви 40–43 см. Устойчивость к полеганию 4,6–4,8 балла, к осыпанию — 3,9–4,8 балла. [128].

Цебра КЛ обеспечивает очень высокий и стабильный выход масла с гектара. Отличается высокой устойчивостью к полеганию и растрескиванию стручков, что снижает потери при неблагоприятных условиях и позволяет продлить срок уборки. Характеризуется интенсивным ветвлением, высокой компенсационной способностью и мощностью стручкового пакета. Среднеспелый гибрид RAPOOL, характеризуется интенсивным развитием на начальных стадиях роста. В сочетании с применением гербицида для системы Clearfield®

растения успешно конкурируют с сорной растительностью, даже на сильно засоренных крестоцветными сорняками участках [36].

Гибрид СОЛАР КА

Гибрид 00 типа. Включен в Госреестр по Центрально-Черноземному (5) региону.

Лист зеленый, зубчатость края листа средняя, долей среднее количество — много. Время цветения раннее. Образование пыльцы имеется. Растение (общая длина, включая боковые ответвления) короткое — среднее, высота средняя. Стручок (без носика) и носик средней длины, цветоножка средняя — длинная.

Средняя урожайность семян в регионе 13,9 ц/га, наибольшая — 24,0 ц/га (Курская область). Вегетационный период 89 дней. Устойчивость к полеганию 5,0 балла, к осыпанию — 4,3 балла. Высота растений 97,7 см, высота прикрепления нижней ветви 44,2 см. Масса 1000 семян 3,5 г. Содержание жира в семенах 43,9%, выше стандарта на 2,5%. Рекомендован для возделывания на семена [111].

Солар КА за счет короткого вегетационного периода и хорошей адаптационной способности можно возделывать во многих регионах, даже с ограниченным количеством осадков. Характеризуется высокой масличностью, обладает хорошей устойчивостью к полеганию, осыпанию и болезням [36].

Гибрид САЛЬСА КА

Включен в Госреестр по Северо-Западному (2), Центральному (3), Средневожскому (7) и Западно-Сибирскому (10) регионам. Рекомендуются для возделывания в Калининградской области. Гибрид 00 типа.

Семядоли средней длины и ширины. Лист зеленый, зубчатость края листа средняя, долей среднее количество — много. Время цветения раннее. Лепесток желтый, длинный, средней ширины — широкий. Образование пыльцы имеется. Растение при полном цветении среднее, по общей длине, включая боковые ответвления, среднее. Стручок без носика короткий — средний, носик короткий — средний, цветоножка средней длины. Тенденция к формированию соцветия в год посева при посеве поздним летом средняя. Средняя урожайность во (2) регионе 17,3 ц/га, выше стандарта на 3,2 ц/га. В Калининградской области урожайность составляла 34,5 ц/га. Вегетационный период 104 дня. Средняя урожайность в (3) регионе

13,9 ц/га, на 1,9 ц/га выше стандарта; наибольшая — 34,3 ц/га (Рязанская область). Вегетационный период 97 дней. В (7) регионе средняя урожайность 12,8 ц/га, наибольшая — 40,8 ц/га (Республика Татарстан). Вегетационный период 103 дня. Средняя урожайность в (10) регионе 17,5 ц/га, наибольшая — 34,6 ц/га (Новосибирская область). Вегетационный период 95 дней. Устойчивость к полеганию 4,7–4,9 балла, к осыпанию — 3,5–4,6 балла. Высота растений 98,4–102,9 см, высота прикрепления нижней ветви 38,6–46,9 см. Масса 1000 семян 3,6–4,0 г. Содержание жира в семенах 44,7–50,9%. Рекомендуется для возделывания на семена [98].

Сальса КЛ отличается интенсивным ростом на начальных стадиях развития. Глубоко проникающая мощная корневая система позволяет гибриду успешно противостоять стрессовым условиям окружающей среды и формировать хороший урожай. Гомогенные посевы Сальса КЛ, равномерное созревание, компактный стручковый пакет способствуют значительному облегчению проведения уборочных работ, сокращая до минимума потери урожая. Возделывание гибрида Сальса КЛ по системе Clearfield® прекрасно вписывается в структуру зерновых севооборотов и позволяет успешно решать эту проблему с различными сорняками в поле, в том числе крестоцветными. Сальса КЛ во всех регионах стабильно дает высокий урожай [36].

Циклус КЛ

Гибрид 00 типа. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам для возделывания на семена.

Лист зеленый, доли имеются, степень развития долей слабая, зубчатость края слабая. Время цветения раннее — среднее. Растение средней длины. Стручок без носика и носик — средней длины, цветоножка длинная. Средняя урожайность в Западно-Сибирском регионе 22,7 ц/га, на 3,0 ц/га выше стандарта. Наибольшая урожайность (43,9 ц/га) получена на Барнаульском ГСУ Алтайского края в 2017 г. Вегетационный период 95 дней.

Средняя урожайность в Восточно-Сибирском регионе 19,2 ц/га, на уровне стандарта. Наибольшая урожайность получена в 2017 г. на Уярском ГСУ Красноярского края — 32,2 ц/га. Вегетационный период 99 дней. В Красноярском крае и республике Хакасия созревает на 3–6 дней раньше стандарта сорта Надёжный 92.

Масса 1000 семян 3,8 г. Высота растений 101–104 см, высота прикрепления нижней ветви 35–37 см. Устойчивость к полеганию 4,2–4,6 балла, к осыпанию — 3,9–4,2 балла. Содержание жира в семенах 46,7%, на уровне стандарта. Сбор масла в Западно-Сибирском регионе 7,4 ц/га, выше стандарта на 1,3 ц/га [129].

Гибрид Смилла F1

Гибрид 00 типа. Включен в Госреестр по Северо-Западному (2), Центральному (3), Северо-Кавказскому (6) и Западно-Сибирскому (10) регионам. Лист зеленый, средней длины и ширины, доли отсутствуют, зубчатость края средняя. Время цветения очень раннее. Растение высотой (при полном цветении) очень низкое — низкое, по общей длине, включая боковые ответвления, очень короткое — короткое. Стручок: носик средней длины, цветоножка короткая. Средняя урожайность семян в регионах 14,6 ц/га, сбор масла 2,0–5,6 ц/га. Вегетационный период 81–87 дней. Высота растений 82–92 см. [107].

Смилла F1 — энергичный гибрид с ярко выраженным, интенсивным ростом на начальной фазе развития. Растения очень компактные, средней высоты, обладают хорошей устойчивостью к полеганию. Раннее созревание позволяет возделывать его в районах с коротким периодом вегетации. Равномерное созревание облегчает уборку и позволяет значительно сократить потери при уборке [36].

Пионер Пр 46x75

Гибрид 00 типа. Включен в Госреестр по Центральному (3) и Западно-Сибирскому (10) регионам.

Лист светло-зеленый — зеленый, средней длины и ширины, количество долей малое — среднее, зубчатость края средняя. Растение при полном цветении среднее — высокое, общая длина растения, включая боковые ответвления, среднее — длинное. Стручок (без носика) средний, носик и цветоножка средней длины. Средняя урожайность семян в (3) регионе 11,3 ц/га (+11,1% к уровню стандарта), в (10) регионе — 14,2 ц/га (+12,2% к уровню стандарта) Содержание жира в семенах 46,6–48,4%, сбор масла 7–8 ц/га. Вегетационный период 97–105 дней. Высота растений 95 см [90].

Гибрид среднеспелый, адаптированный к технологии Clearfield®, высокоустойчив к полеганию и осыпанию, толерантен к заболеваниям: фомозу, альтернариозу и бактериозу, к засухе [36].

НИКСХ213КАС

Гибрид 00 типа. Включен в Госреестр по Северо-Кавказскому (6) и Средневолжскому (7) регионам.

Лист зеленый, средней длины и ширины, количество долей среднее, зубчатость средняя — сильная. Растение при полном цветении среднее, по общей длине, включая боковые ответвления, среднее. Стручок (без носика) средний — длинный, носик и цветоножка средней длины. Средняя урожайность семян в регионах 10,0 ц/га (+9% к уровню стандарта) и 8,8 ц/га (+7,9% к уровню стандарта). Содержание жира в семенах 37,9–44,2%, сбор масла — 4,3–4,4 ц/га.

Вегетационный период от всходов до полного созревания 88–95 дней, масса 1000 шт. семян до 5 г. Простой гибрид канадской селекции, устойчив к гербицидам группы имидазолинов. Устойчив к фомозу и имеет очень высокую устойчивость к альтернариозу и пероноспорозу, обладает устойчивостью к полеганию и осыпанию и засухоустойчивостью. Высота растения, включая боковые ответвления, до 135 см, высота прикрепления нижней ветви около 30 см. С высоким содержанием олеиновой кислоты — более 72% [75].

1.5. Особенности питания рапса ярового. Эффективность макро- и микроудобрений, биопрепаратов при возделывании ярового рапса в разных регионах России

Рапс относится к культурам интенсивного типа минерального питания. На формирование урожая требуется в 1,5–2 раза больше элементов питания, чем зерновым. На 1 т семян с учетом соломы, по данным ряда авторов, расходуется азота от 50 до 70 кг, фосфора — в пределах 25–35 кг, калия — 50–90 кг [137, 81, 57].

В период всходы — розетка листьев необходимо наличие всех элементов питания в хорошо доступном состоянии, но в не большом количестве. Максимум потребления приходится по промежуткам стеблевание — цветение, когда интенсивно нарастает наземная масса при хорошо развитой корневой системе. За этот период, про-

должительностью около месяца, потребление всех элементов питания — 60–90% от общего выноса. В период образования стручков и семян в основном идет перераспределение из вегетативных в генеративные органы [137].

Азот — один из основных элементов питания для рапса. При его недостатке рапс плохо развивается, листья имеют светло-зеленую окраску, что приводит к резкому снижению урожайности семян, количества белка и масла. По данным Д. Шпаара его содержание в семенах варьируется от 2,7 до 3,9% [124, 137].

При недостатке фосфора замедляется рост растений и формирование корневой системы, что требует необходимости обеспечить рапс фосфором с первых дней жизни. Оптимальные дозы внесения фосфора позволяют лучше переносить засуху и ускорить созревание и в конечном итоге повышать семенную продуктивность. По данным разных авторов содержание фосфора в семенах варьирует в широких пределах — от 1,6 до 3,4% [48, 137, 81].

Рапс отличается высокой потребностью в калии на всех стадиях развития, но особенно в период формирования розетки и в цветение. При его недостатке деформируются листья и может происходить хлороз старых листьев и отмирание их тканей [124]. Достаточная обеспеченность растений калием повышает его устойчивость к поражению болезнями, вредителями и неблагоприятным погодным условиям. Д. Шпаар показывает, что в семенах его содержится меньше, чем азота и фосфора, и он может меняться в пределах 0,9–1,18%. Большая его часть остается в соломе [137].

Рапс, как представитель капустных, предъявляет большие требования к сере, так как накапливает много белка и горчичных масел, защищающих растения. Сера оказывает влияние на развитие листьев, ветвление, образования стручков, их выполненность и формирование величины урожая семян и их качества. При низком содержании серы в почве и растении молодые листья плохо развиваются, становятся курчавыми и скручиваются, на растении образуется мало стручков, задерживается созревание [137].

Д. Шпаар приводит данные содержания серы 0,2–0,5% [137]. Д. В. Носов и И. А. Янтаров установили ее содержание в пределах 0,45–0,49% [80].

В составе белков в семенах соотношение между азотом и серой равно 15, т.е. на 15 частей азота приходится 1 часть серы, что характерно для зерновых культур. Для капустных соотношение N : S должно быть меньше 15, а именно 6 : 1, т.е. серы требуется больше. Если это соотношение шире, то требуется внесение серных удобрений, так как вносимые высокие дозы азотных удобрений будут слабо вовлекаться в белковый обмен [137, 120]. В связи с этим регулирование серного питания рапса является обязательным [124].

Для рапса характерна высокая чувствительность к обеспеченности почвы микроэлементами. В наибольшей степени рапс потребляет Mn, Zn, B, Cu, Co. [137].

Среди всех микроэлементов для рапса важным является бор: у рапса потребность в нем в 10 раз выше, чем у зерновых. Недосток бора задерживает наступление фазы стеблевания и роста растения, его дефицит в более поздние фазы ведет к недостаточному оплодотворению, неравномерному и недостаточному образованию стручков.

Zn принимает участие в белковом, липидном, углеводном, фосфорном обмене веществ, биосинтезе витаминов, ауксинов и улучшает водоудерживающую способность растений, что важно для зон с неустойчивым увлажнением.

Cu участвует в синтезе белков, углеводов и регулировании водного баланса в растениях. Мо входит в состав фермента нитратредуктазы, восстанавливающего в растениях нитраты до аммония, без чего невозможен синтез белковых веществ. Mn является составной частью различных ферментов и их активаторов, активизирует интенсивность фотосинтеза, дыхания, усвоения нитратного азота [137].

По данным Д. Шпаара в семенах рапса содержится, мг/кг: Fe — 350–80; Mn — 1300–2500; Cu — 30–60, Zn — 400–700; Mo — 12–25 [137].

Ю. И. Ермохин и И. А. Бобренко для юга Западной Сибири установили следующее содержание микроэлементов, мг/кг: Mn — 45,1; Fe — 505; Cu — 3,4; Zn — 27 мг/кг [43]. С. Н. Серов и Д. Ф. Асхадуллин приводят данные: Zn — 46,4, Fe — 28,46; Mn — 25,8; Co — 0,03 мг/кг [106].

Применение минеральных удобрений (аммофоса и аммиачной селитры) при возделывании рапса было менее эффективным, чем в виде

азофоски в дозе $N_{80}P_{80}K_{80}$, которое на фонах защиты Агрокемикал ДФ и по схеме Сингента обеспечило получение прибавки 0,48 и 0,57 т/га. Одни средства защиты, без внесения удобрений, повысили урожайность на 20% и 17,3% [16].

З. И. Усанова, Ю. Т. Фаринюк и М. Н. Павлов в условиях Верхневолжья в опытах с гибридами Миракль F_1 , Калибр F_1 и Солар КЛ и отечественным сортом Викрас изучали действие удобрений в условиях Верхневолжья. Вносили K_{90} при осенней обработке, аммофоску в рядки при посеве 0,8 ц/га ($N_{68}P_{12,5}K_{128}$) и азота N_{10} — в подкормку. По сравнению с сортом получили большую урожайность по гибридам соответственно: 2,36; 2,23; 2,14 и 2,11 т/га [121].

Формирование более высокой урожайности семян гибрида ярового рапса Смилла по сравнению с сортом Ратник отмечали в условиях Среднего Предуралья на дерновых мелко- и среднеподзолистых почвах. На фонах удобрений НРК по 60 и $N_{120}P_{60}K_{60}$ она составляла 2,16; 2,90 против 1,96 и 2,35 т/га по сорту Ратник [72].

В последние годы многие исследователи стали изучать эффективность микроэлементов и серы при возделывании рапса, так как постоянное внесение азотных, фосфорных, калийных и других макроудобрений снижает обеспеченность почвы микроэлементами, имеющими важное значение в белковом, фосфорном, углеводном обмене в растениях. Поэтому при разработке высокопродуктивных технологий возделывания ярового рапса важнейшим направлениям является комплексное и эффективное использование макро- и микроудобрений путем оптимизации доз, сроков и способов их применения при основном внесении удобрений, предпосевной обработке семян и некорневых подкормках в течение вегетации [33, 39].

Исследования А. Д. Чесноковой, В. П. Савенкова и Е. Ю. Кузьминой на выщелоченных тяжелосуглинистых почвах во Всероссийском НИИ рапса с сортом Риф показали, что внесение под отвальную вспашку после озимой пшеницы удобрений в дозе $(НРК)_{40}$ с предпосевной обработкой семян препаратом Радуга Органик 2 л/га и некорневой подкормкой микроудобрениями Плантофолом в дозе 1 кг/га в фазы розетки и бутонизации — начало цветения обеспечивает получение прибавки 4,2 ц/га (при 17 ц/га на контроле) и выход масла 8,49 ц/га против 6,8 ц/га на контроле [132].

В опытах на серой лесной и дерново-подзолистой почве средней Сибири при внесении под яровой рапс сорта Надежный 92 $Mg(NO_3)_2$, NH_4NO_3 , KCl , K_2SO_4 , $MgSO_4$, элементарной серы, суперфосфата было установлено, что серосодержащие удобрения эффективны на всех почвах. При этом рапс более отзывчив на серу по сравнению с яровой пшеницей [120].

При внесении под предпосевную обработку почвы N_{20} на урожай 1 т/га семян, $N_{74}P_4K_{26}$ — на 1,5 т/га и $N_{108-29}P_{70-92}K_{12}$ — на 2 т/га и применении предпосевной обработки семян $MnSO_4$ (450 г/т) + $ZnSO_4$ (550 г/т) Э. Ф. Вафина и Г. И. Хахимов установили, что при наложении обработки семян на минеральные удобрения повышается густота растений и урожайность, содержание белка и масличность. Так, в засушливый год согласно схеме опыта по минеральным удобрениям урожайность составляла соответственно 0,62; 0,81; и 0,84 т/га, а с использованием микроэлементов — 0,86; 0,97; 0,93 т/га. В более увлажненном году урожайность была 2,88; 3,09; 3,18 т/га и 3,02; 3,28 и 3,29 т/га. Выше содержание масла было по N_{20} 44,5%, а при увеличении дозы азота оно уменьшалось до 43,2%. Содержание белка, наоборот, повышалось с 23,6% по N_{20} до 25,5% при большой дозе азота [24].

Исследованиями А. Р. Цыганова, А. С. Мастерова, Е. А. Плевко, проведенными в Белоруссии, доказана эффективность применения микроудобрений Адоб-Мп, Адоб-Зп, их смесь, Эколист Моно Мп, Эколист Моно В, ЭлеГум В, многокомпонентного удобрения Басфолиар 36 Экстра, Экосила. В опытах был абсолютный контроль и фон $N_{120}P_{40}K_{40}$. Все активные вещества применяли на фоне. Под влиянием некорневых обработок увеличивалось число ветвей с 3,7 до 4,7 шт., число стручков по сравнению с фоном увеличивалось на 3,1–3,7 шт. Урожайность значительно повышалась на вариантах с применением микроудобрений и Экосила: прибавка составляла 3,9–8,0 ц/га при урожайности на контроле 14,1 ц/га. Содержание жира с 37,3% увеличилось до 41,6–42,93%. Выход жира с 6,33 ц/га увеличивался до 6,67–9,31 ц/га. Окупаемость дополнительных затрат — 2,3 руб./руб. по удобрениям и 2,8–3,4 руб.: по вариантам применения микроудобрения с В и Зп, и с Мп — 3,3–3,4 руб. По Эколист Мп — 3,0 руб. [130].

И. Ш. Фатыхов, Э. Ф. Вафина, Е. И. Хахимов в среднем Предуралье при внесении макроудобрений на 1, 1,5 и 2 т/га семян рапса и при-

менения предпосевной обработки семян смесью $MnSO_4$ и $ZnSO_4$ получили от макроудобрений соответственно по 2,17; 2,38 и 2,44 т/га, а при наложении микроэлементов в среднем дополнительно получили прибавку 0,18 т/га. При этом увеличилось на 2,09% содержание S. Было установлено, что с 1 т семян выносятся с учетом побочной продукции N — 52,5–57–7 кг/га, P_2O_5 — 22,6–25,0 кг и K_2O — 38,2–39,0 кг. При обработке семян $MnSO_4$ и $ZnSO_4$ увеличивается в семенах количество Mg, Al, P, S, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, и уменьшается содержание B, Co, Mo, Cd. [123].

По данным А.Д. Хайруллина, А.М. Багаутдинова и др. применение сульфата аммония, аммиачной селитры, аммофоса, хлористого калия на выщелоченных черноземах Башкортостана при низком содержании S, очень низком Zn, среднем Cu, Co, Mo, высоком Mn и B повышало урожайность рапса сорта Юбилейный на 0,38–0,54 т/га (24–34%) при 1,58 т/га на контроле. Окупаемость 1 кг д. в. азота по вариантам составляло 6,3–9,0 кг семян при наибольшем значении по варианту с $(NH_4)_2SO_4$. Сбор жира по этому удобрению был 0,88 т/га, по мочеvine — 0,4, аммиачной селитре — 0,8 т/га, или выше относительно контроля на 27–39%. Условно чистая прибыль соответственно получена: 11,33 тыс. руб./га, 10,27; и 9,4 тыс. руб./га [126].

А.А. Артемьевой в Мордовском НИИСХ изучено действие разных доз азота — 30, 60, 90 и 120 на фоне РК, рассчитанного на урожай семян 3 т/га (РК вносили осенью, N — весной под предпосевную культивацию). Фон обеспечивал прибавку на 2,1 ц/га, а добавка азота — на 4,3–13,4 ц/га. Вариант с введением N_{90} и серы 20 кг/га обеспечил прибавку 5,1 ц/га, или увеличение урожая в 1,92–2,0 раза. Масса 1000 семян с 3,2 г на контроле увеличилась до 3,5–4,1 г и наибольшей была по варианту с серой и по сочетаниям, где внесено азота 90 и 120 кг/га [15].

Двухлетние опыты на среднекультуренной дерново-подзолистой почве в Оренбургской области показали эффективность допосевного внесения нитрофоски и аммиачной селитры для подкормки, рассчитанных на получение 1,5 т/га семян, и внекорневой подкормки $ZnSO_4$ в период бутонизации. Под влиянием некорневой подкормки повышалась густота стояния, количество стручков на 6 и 116 штук, а площадь листьев в фазе цветения увеличивалась

до 28 тыс. м²/га. Выход жира и протеина соответственно составил 677 и 320 кг/га [26].

По данным Ю.И. Ермохина и И.А. Бобренко в условиях Омской области на обыкновенных и лугово-черноземных почвах рапс в период уборки содержал в мг/кг на абс. сух. в-во: Mn — 45,1±8,3; Fe — 505±16; Ni — 1,2±0,2; Cu — 3,4±0,12; Zn — 27±4,7; Al — 279±9; Pb — 7,3±1,1.

По сравнению с подсолнечником рапс больше накапливает Fe, Ni, Zn, Br, Pb, Al, подсолнечник больше рапса — Mn, Cu [43].

Согласно исследованиям С.И. Серова, Д.Ф. Асхадулина в Татарстане на серых лесных почвах среди масличных культур у ярового рапса обнаружена максимальная аккумуляция Pb; у льна масличного — Zn и Fe, у сурепки — Mn и Co, у горчицы белой — Cd. Отмечено, что у рапса в меньшей степени накапливается Cu. Интерес представляют данные их содержания и выноса с урожаем [106].

Таблица 3

Содержание и вынос с урожаем [106]

Культура		Zn	Cu	Fe	Mn	Co	Cd	Pb
Яровой рапс	содержание, мг/кг	46,4	0,45	28,46	25,8	0,03	0,08	0,35
	с 2,78 т/га вынос, г/га	129,1	1,23	78,87	720	0,09	0,22	0,96
Лен маслич- ный	содержание, мг/кг	48,0	0,86	32,11	24,4	0,02	0,09	0,23
	с 1,21 т/га вынос, г/га	58,2	1,06	38,05	29,4	0,02	0,12	0,28

У рапса вынос микроэлементов с урожаем выше, чем у льна. Согласно полученным данным среди определяемых микроэлементов рапс много выносит цинка, железа и марганца [106].

В.П. Кормин и Н.Я. Петерс отмечают, что в целом содержание изучаемых микроэлементов в семенах рапса в годы исследований не превышало ПДК и по удобренным вариантам составляло: Cd — 0,03–0,1; Pb — 0,64–1,84; Ni — 0,47–3,0; Cu — 3,04–6,96; Zn — 26,848,4 мг/кг. Под влиянием минеральных удобрений к началу цветения по вариантам N₉₀P₈₀; N₁₀₅P₈₀; N₁₃₀P₃₀ повышается содержание в биомассе Cd, Pb, Ni. Количество Cu и Zn увеличивается только по первым двум сочетаниям [48].

Содержание серы в растениях варьирует от 0,2 до 0,8%, а вынос изменяется в широких пределах. По данным А. Н. Аристархова рапс с урожаем выносит 45–75 кг серы [14], а по данным Д. Шпаара — 20–40 кг/га [137].

Результаты наших исследований 2020 г.а в Целинном районе Алтайского края с гибридом рапса Цебра КЛ и внесением разных сочетаний КАС-32, ЖКУ и диаммофоски показали, что при получении урожайности в пределах 4,58–5,81 т/га против 3,83 т/га на контроле увеличивается вынос кальция с 13,8 до 15,6–20,2 кг/га, магния — с 10,2 до 13,4–16,0 кг/га, вынос азота — со 102,6 до 110,5–165,1 кг/га, фосфора — с 42,8 до 49,0–65,0 кг/га, калия — с 21,9 до 27,1–34,8 кг/га, серы — с 7,3 до 10,4–12,8 кг/га. Полученные данные подтверждают, что при формировании высоких урожаев семян ярового рапса из почвы отчуждается большое количество многих элементов питания [8].

В. В. Носов, И. А. Яппаров и др. в республике Татарстан отметили высокое накопление азота в семенах при внесении N_{90} и S_{14} кг/га д.в. по сравнению с внесением одного азота в той же дозе. При этом содержание серы в семенах по варианту одного азотного удобрения составляло 0,45–0,49%, а при добавлении серы оно повысилось до 0,53–0,61% [80].

А. М. Хайруллин, Ф. Я. Багаутдинов, Р. Р. Гайфуллин и др. в условиях Башкортостана при внесении НРК по 60 кг/га д.в. и использовании в качестве источника азота сульфат аммония установили увеличение урожайности в 1,5 раза и масличности на 1,42% [12].

Исследования З. И. Усановой, Ю. Т. Фаринюк и М. Н. Павлова в Тверской области на дерново-среднеподзолистой почве с разными сортами и гибридами ярового рапса показали, что зарубежные гибриды Миракль F_1 , Калибр F_1 и Солар КЛ формируют наибольшую урожайность семян (2,14–2,36 т/га) по сравнению с Люмэн (1,41 т/га), Культус КЛ (1,6 т/га) и Смилла (1,54 т/га) [122].

Представленный обзор литературы по эффективности макроудобрений охватывает преимущественно простые и комплексные удобрения, которые вносят под основную или предпосевную обработку почвы, а также при посеве. Микроудобрения в сухом или жидком виде применяют во время вегетации в качестве некорневых подкормок или для обработки семян.

Технология применения твердых минеральных удобрений предусматривает их разбросное внесение и заделку в почву. В Алтайском крае внедрена ресурсосберегающая технология возделывания сельскохозяйственных культур и используется либо минимальная, либо нулевая обработка почвы с прямым посевом и внесением удобрений в один рядок с семенами. Как правило, это невысокие нормы удобрений, которые не удовлетворяют питание сельскохозяйственных культур азотом. Поэтому с удобрениями не восполняется вынос элементов питания.

В литературе отсутствуют результаты исследований по изучению эффективности жидких азотных и комплексных удобрений.

Появление в 2017 г. безводного аммиака и КАС (32, 23S) на рынке Западной Сибири позволило в большей степени удовлетворить потребности растений в азоте [8]. Опыты с яровой пшеницей, рапсом, льном и подсолнечником в Мамонтовском районе в 2017 г. показали более высокую эффективность их внесения по сравнению с рядковым внесением одних твердых удобрений [10].

На формирование продуктивности рапса особый эффект оказывает применение биологически активных веществ и микробных препаратов.

Высокий эффект отмечен на темно-серых лесных почвах Рязанской области при внесении удобрений в сочетаниях: $N_{180}P_{120}K_{60}$, $N_{180}N_{90}$ и гуминового удобрения Экорост при возделывании гибридов Культура КЛ, Кюрри КЛ, Циклус КЛ, Цебра КЛ. От применения биоудобрения Экорост высокий эффект отмечен на вариантах с Культура КЛ и Цебра КЛ. Максимальная прибавка урожая семян при обработке семян препаратом Экорост у гибрида Культура КЛ, N_{180} у Цебра КЛ, и на фоне N_{90} у Культура (+1,5 ц/га). Использование комплекса азотных и фосфорно-калийных удобрений не показало существенной прибавки семян. Максимальная масличность отмечена на вариантах с внесением $N_{90}P_{60}K_{60}$ и гумата Экорост по гибридам Культура КЛ (46,0%), Цебра КЛ (44,9%), Кюрри КЛ (44,1%), и на $N_{180}P_{120}K_{60}$ + гумат Экорост (44,7%) [63].

И. И. Габбасовым, Р. М. Назимовым и С. Р. Сулеймановым доказана эффективность обработки семян биопрепаратами Изагри фосфор (2 л/га) и обработки вегетирующих растений Изагри N (2 л/га),

Изагри фосфор (2 л/га), Изагри калий (2 л/га), Изагри Вита (1,4 л/га), Изагри Zn (1,5 л/га), Изагри В (1,5 л/га) Изагри Cu (1,5 л/га). Наиболее эффективна обработка семян и с применением по вегетации Изагри Вита и Изагри N: биологическая урожайность 3,8–4,5 т/га при 2,62 т/га на контроле [35].

В опытах И. М. Наумович, Я. Е. Пилюк и др. в Белгородской области установлена эффективность инокуляции рапса микробными препаратами Агро-Мик Ж, Бактопин Ж и Гордебак Ж на фоне внесения осенью под вспашку 80 кг/га суперфосфата и 120 кг/га KCl, а весной — карбамида по 150 кг/га на среднеокультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве. В опыте возделывался сорт Герцог. Инокуляция микробными препаратами способствовала увеличению числа стручков на растении, числа семян в стручке, массы 1000 семян на 2,7% по сравнению с вариантом без обработки. В среднем за 3 года урожайность маслосемян составила при обработке Агро-Мик Ж 33,6 ц/га, Бактопин Ж — 34,0 ц/га, Гордебак Ж — 35,0 ц/га, превысив контрольный вариант на 9,3%; 10,6% и 14,1% соответственно. При инокуляции изучаемыми препаратами наблюдалась тенденция к повышению содержания масла в семенах по отношению к контролю на 0,7–1,8% [74].

Бартенева Л. М. в условиях умеренно-засушливой степи Алтайского края показала, что обработка посевов ярового рапса сорта Русич биопрепаратами Лариксин, Новосил и удобрением Акварин на щелоченных черноземах на фоне внесения 2 ц/га сульфата аммония и гербицида Фуроре Супер в дозе 1 л/га повышала в среднем за 3 года урожайность с 1,3 т/га до 1,64–2,1 т/га при содержании масла 48,6–52,2% и белка 21,06–22,44%. При этом увеличивался чистый доход с 9932 до 17483 руб./га, уровень рентабельности с 228,5 до 350,8%. Наибольшие показатели получены по препарату Лариксин и удобрению Акварин в дозе 5 кг/га [18].

В многолетних опытах В. С. Курсаковой и О. В. Афанасьевой в условиях умеренно-засушливой колочной степи Алтайского края на щелоченных черноземах с применением различных биопрепаратов при возделывании ярового рапса сорта АНИИЗИС 2 была установлена их эффективность. Так, использование препаратов азотфиксирующих бактерий (БиоВайс, Ризоагрин, Мизорин) как в чистом

виде, так и на фонах минеральных удобрений ($N_{30}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$) увеличивало урожайность на 15–36%. На фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$ прибавки выше — 26–37%. В опытах с применением биопрепаратов Мизори, Ризоагрин и Микориза на фонах $P_{60}K_{60}$, $N_{30}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ при урожайности семян на контроле 1,93 т/га применение биопрепаратов в чистом виде повышало урожайность на 21,2–28,5%. А на фоне внесения минеральных удобрений эффект биопрепаратов по фону $P_{60}K_{60}$ составил 19,7–31,6%, на фоне $N_{30}P_{60}K_{60}$ — 31,1–43,5% и на $N_{60}P_{60}K_{60}$ — 29,5–32,1%. Оптимальной дозой минеральных удобрений явилось сочетание с меньшей дозой азота — N_{30} , и максимальный урожай — 2,77 т/га получен при использовании смеси биопрепаратов на этом фоне. Под влиянием биопрепаратов увеличивалась фотосинтетическая деятельность посевов на всех этапах органогенеза, повышалось количество стручков и масса 1000 семян [62].

В опытах Г. Г. Морковкина и А. К. Таранюка на черноземе выщелоченном Приобья Алтай с сортами рапса алтайской селекции АНИИ-ЗИС 2 и АНИИСХ-4 применялась обработка посевов жидким многокомпонентным удобрением Интермаг Олеистые со стимулирующим эффектом в дозах 0,5, 1,5 и 3 л/га на двух фонах удобрений: $N_{40}P_{40}K_{40}$ и $N_{66}P_{150}K_{180}$. Наибольшая урожайность семян — 19,7 ц/га получена по варианту $N_{66}P_{150}K_{180}$ с подкормкой Интермагом Олеистые в дозе 3 л/га по сорту АНИИСХ-4. По сорту АНИИЗИС 2 урожайность была ниже на 0,2 ц/га — 19,5 ц/га [73].

О. И. Антоновой и др. в условиях Приобской зоны Алтайского края установлено эффективное действие гербицидов и комплексного удобрения Интермаг Олеистые в дозе 1,25 л/га, Интермаг В в дозе 0,5 л/га в качестве однократной и двукратной подкормки в фазу 3–4 листа и стеблевания при возделывании рапса сорта АНИИЗИС 2. Применение гербицидов повышало урожайность на 12,2% (1,9 ц/га), обработка в фазу 3–4 листа — на 37,4% (5,8 ц/га), а двукратная — на 40,6% (6,3 ц/га), масличность семян составила 48,8–49,9% при 49% на контроле [7].

1.6. Средства защиты рапса от сорняков, болезней, вредителей и их влияние на урожайность и качество семян

В настоящее время фирмы, поставляющие средства защиты сельскохозяйственных культур, предлагают системы защиты рапса со своими препаратами.

Технология защиты рапса ярового от АО фирмы «Август» включает: обработку гербицидами: Торнадо 500, ВР (2–4 л/га), Торнадо 540, ВР (1,4–2,5 л/га), Симба, КЭ (1,3–1,6 л/га) — до посева; Транш Супер, СК (2–3 л/га) — от фазы прорастания до фазы розетки листьев; Парадокс, ВК (0,33 л/га) + Грейдер, ВГР (0,06 л/га) + ПАВ Адью, Ж (0,33 л/га) — в фазу 3–4 настоящих листа, Эсток, ВДГ (15–25 г/га) + ПАВ Адью, Ж (0,2 л/га) — от фазы семядоли до фазы роста стебля; Хакер, ВРГ (0,5 г/л), Лонтрел 300 Д, ВР (0,3–0,4 л/га) — от фазы 3–4 настоящих листа до фазы бутонизации; Галион, ВР (0,27–0,31 л/га) — от фазы 3–4 настоящих листа до фазы начала цветения, Миура, КЭ (0,4–0,8 л/га), Квикстеп, МЭ (0,4–0,8 л/га) — от фазы семядоли до фазы бутонизации.

Инсектициды: Табу, ВСК (6–8 л/т), Табу Нео, СК (6–8 л/т) — до посева (протравливание семян); Брейк, МЭ (0,05–0,07 л/га), Шарпей, МЭ (0,14–0,24 л/га), Аспид, СК (0,1–0,15 л/га), Борей, СК (0,08–0,1 л/га), Борей Нео, СК (0,1–0,2 л/га) — от фазы 3–4 настоящих листа до фазы цветения.

Фунгициды: Колосаль, КЭ (0,5–0,6 л/га), Колосаль Про, КМЭ (0,5–0,6 л/га) — в фазу 3–4 настоящих листа, в фазы бутонизации, начала цветения, цветение.

ООО «Агро Эксперт Групп» рекомендует: гербициды: Тотал 480, ВР (3 л/га) — до посева; Круцифер, ВР (0,35 л/га), Агрон, ВР (0,4 л/га) — фаза 3–4 настоящих листа культуры; Лигат, КЭ (0,7–1,0 л/га) — независимо от фазы развития культуры.

Инсектициды: Акиба, ВСК (8 л/т) — до посева (протравитель семян); Цепелин Эдванс, КЭ (0,1–0,15 л/га) — фаза 3–4 настоящих листа; Рогор-С, КЭ (1–1,5 л/га), Декстер, КЭ (0,1–0,14 л/га) — в течение вегетации.

Фунгициды: Клад, КЭ (0,5 л/т) — до посева (протравливание семян); Декстер, КЭ (0,08 л/га) — фазы 3–4 настоящих листа, розетка; Страйк Форте, КС (0,6 л/га) — фаза начала образования стручков в нижнем ярусе.

Компания BASF использует следующую технологию: фунгициды: Тилмор, КЭ (0,7–0,9 л/га) — фаза 4–6 настоящих листьев рапса, стеблевание; Пропульс, СЭ (0,8–1,0 л/га), Прозаро, КЭ (0,6–1,0 л/га), Солигор, КЭ (0,6–0,8 л/га) — в фазу цветения.

Инсектициды: Децис Профи, ВДГ (0,03 кг/га) — в фазу стеблевания; Протеус, МД (0,6–0,75 л/га) — всходов и по вегетации; Бискайя, МД (0,2–0,3 л/га) — по вегетации, фаза цветения.

Технология защиты рапса ярового от компании ООО «Syngenta» включает: гербициды: Ураган Форте 500, ВР (1,2–1,8 л/га), Дуал Голд 960, КЭ (1,3–1,6 л/га) — до посева, до появления всходов; Фюзилат Форте 150, КЭ (0,75–2,0 л/га) — в течение вегетации.

Фунгициды: Круйзер OSR 322, КС (12 л/т) — до посева (обработка семян).

Инсектициды: Круйзер OSR 322, КС (12 л/т) — до посева (обработка семян); Каратэ 050, КЭ (0,1–0,15 л/га), Актеплик 500, КЭ (0,5 л/га) — в течение вегетации.

АО «Щелково Агрохим» при возделывании рапса рекомендует использование следующих средств защиты: гербициды: Репер, ККР (0,8–1,0 л/га) — в фазу 3–6 настоящих листьев; Форвард, МКЭ (0,9–1,2) — в фазу 2–4 листьев сорняков; Илион, МД (0,8–1,2 л/га) — можно использовать от фазы 2–6 настоящих листьев до фазы стеблевания рапса; Спрут Экстра, ВР (1,4–2,5) — обработка до всходов культуры; Лорнет, ВР (0,3–0,4) — в фазу 3–4 настоящих листа у рапса.

Фунгициды: Скарлет, МЭ (0,4) — при протравливании семян перед посевом; Титул Дуо, ККР (0,4–0,5), Титул 390, ККР (0,26–0,32) — при появлении первых признаков болезни.

Инсектициды: Фаскорд, КЭ (0,1–0,15 л/га), Эсперо, КС (0,1–0,15 л/га) — опрыскивание всходов; Имидор, ВКР (0,15–0,25 л/га) — опрыскивание всходов и период вегетации; Карачар, КЭ (0,1–0,15 л/га) — в период вегетации.

Хозяйства, занимающиеся возделыванием ярового рапса, следуют предлагаемой системе защиты фирмами или выбирают, соглас-

но цене, препараты из разных компаний. При возделывании гибридов используется защита по системе Clearfield®.

Своевременная защита ярового рапса от вредных объектов повышает урожайность и улучшает качество семян.

Ученые Алтайского центра агробиотехнологий Г.Я. Стецов, Г.Г. Садовников и др. отмечают, что борьба с сорной растительностью для рапса очень важна в ранние периоды роста и развития. В поле-вом опыте с сортом рапса АННИСХ-4 на двух фонах 1) без удобрений и 2) N_{33} с использованием средств защиты: Зеллек Супер, КЭ — по 0,5 л/га, Галеры 334, ВР по 0,31 л/га; фунгицида Тилт, КЭ — 0,5 л/га и инсектицида Биская, МД по 0,2 кг/га было установлено, что применение баковой смеси дикотицида и граминицида в фазу 2–4 настоящих листьев снижало численность сорняков на 85–95%. Внесение азотных удобрений не только положительно сказалось на засоренности посевов, но и снизило численность рапсового цветоеда в среднем на 33%, увеличив семенную продуктивность более чем на 60% [109].

По данным Л. В. Юшкевич, О. Ф. Хамовой и др. гибрид рапса Сальса в лесостепи Западной Сибири при использовании комплексной химизации: $N_{45}P_{45}$ инсектицид Би-58 новый — 1,0–1,2 л/га, гербицид Нопасаран — 0,8–1,0 л/га, посев сеялкой СН — 16 при плоскорезной обработке — обеспечивает увеличение урожайности в 3,5 раза по сравнению с контролем с увеличением белка на 1,13% и жира — на 1,91% [140].

Изучая устойчивость к повреждению разных сортов рапса (Юбилейный, Старт, Купол, Гранит) крестоцветными блошками в Курганской области, С. Ф. Суханова с соавторами сделали вывод, что средняя их численность составляла 28 шт./м², что превышало порог вредоносности более чем в 9 раз. Абсолютно устойчивых сортов ярового рапса к крестоцветным блошкам нет. Более устойчивыми к повреждению блошками были сорта Старт и Купол. Повреждаемость по годам не превышала 1,28–1,70 балла [117].

Е. И. Луповой установлена для условий Нечерноземья (Рязанская область) эффективность возделывания гибридов ярового рапса Мобил КЛ, Сальса КЛ и Мирко КЛ. Технология возделывания осуществлялась по системе Clearfield, которая включала применение гербицида Нопасаран. Посев рапса в 3-й декаде апреля и в 1-й декаде

мая. Максимальную урожайность 29,4 ц/га при посеве в 3-й декаде апреля сформировал гибрид Мобил КЛ, а при втором сроке сева — Сальса КЛ с урожайностью 27,4 ц/га. Такая технология обеспечила высокий экономический эффект производства маслосемян с рентабельностью 80,2–93,0% [63].

1.7. Результаты исследований по регулированию питания рапса ярового в Алтайском крае

1.7.1. Особенности действия жидких азотных, жидких и твердых комплексных удобрений в Предгорной зоне (Целинный район)

В ООО «Вирт» (Целинный район) рапс яровой возделывают с 2006 г. В 2021 г. он посеян на площади 529 га. Возделываются гибриды Цебра КЛ, Лексус, Люмэн КЛ, Ахат.

В хозяйстве принята технология возделывания сельскохозяйственных культур no-till. Появление жидких азотных и комплексных удобрений, наличие ликвилайзера Dupont и посевных комплексов для одновременного посева и внесения твердых удобрений, позволяет удовлетворить рапс в питательных веществах и получать потенциальную урожайность гибридов.

В текущем году был заложен производственный опыт с гибридом рапса Люмэн КЛ с внесением разных сочетаний и доз КАС-32, ЖКУ (марки 11:37), диаммофоски и сульфоаммофоса. Площадь делянки — 2–3 га. Для изучения действия удобрений на свойства почвы, потребления растениями элементов питания, биометрических наблюдений и учета биологической урожайности выделены по три площадки по 100 м².

В основные фазы развития рапса отбирали почвенные образцы с глубины 0–20 и 20–40 см, в которых определены влажность, рНс, содержание подвижных питательных веществ (N-NO₃, N-NH₄, P₂O₅, K₂O, SO₄). Одновременно отбирали растительные образцы, в которых определяли уровень потребления азота, фосфора и калия. В се-

менах, кроме N, P и K, изучали содержание серы, микроэлементов и показатели качества: масса 1000 семян, содержание белка и масла и их выход с 1 га.

Анализы выполнялись по принятым ГОСТам на поверенном оборудовании и приборах.

Почва опытного поля — чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный среднесуглинистый с pH_c 5,6, содержанием гумуса 6,72%, средней обеспеченностью N-NO₃ (15,6 мг/кг), высокой — подвижным фосфором и обменным калием (168 и 154 мг/кг), содержание серы в почве очень низкое — 2,3 мг/кг.

Перед внесением удобрений в 12 местах (смешанный образец и 3 индивидуальных) были отобраны почвенные образцы с глубины 0–20 и 20–40 см, в которых выполняли все агрохимические анализы, и определено их пространственное варьирование на поле по коэффициентам вариации. Результаты таблицы 4 показывают значительное различие участков поля по содержанию азота, фосфора и калия в слое 0–40 см, среднее по гумусу и незначительное по pH_c .

Таблица 4

**Коэффициенты варьирования свойств почв
по горизонтам (n = 12)**

№ п/п	Глубина, см	W, %	pH_c	Подвижные формы, мг/кг на сух. вещество			Гумус, %
				N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
мин – макс среднее	0–20	<u>18,2 – 24,3</u> 21,25	<u>5,1 – 6,9</u> 6,0	<u>11,29 – 44,05</u> 27,67	<u>83,5 – 215</u> 149,25	<u>44,2 – 165</u> 104,6	<u>5,10 – 7,65</u> 6,37
Коэффициенты вариации в слоях, %	0–20		8,6	40,4	32,3	48,7	15,76
мин – макс среднее	20–40	<u>14,9 – 24,1</u> 19,5	<u>5,0 – 7,1</u> 6,05	<u>8,63 – 41,39</u> 27,2	<u>96 – 240</u> 154,7	<u>52,3 – 200</u> 83,5	<u>4,70 – 7,89</u> 5,79
Коэффициенты вариации в слоях, %	20–40		13,54	34,2	27,8	48,5	19,23

Схема опыта предусматривала, внесение удобрений в сочетаниях: КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 70 л/га + диаммофоска 50 кг/га ($N_{92}P_{49}K_{13}S_{14,4}$); КАС-32 с с.а. 150 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га ($N_{86}P_{10}S_{21,4}$); КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га ($N_{101}P_{62}S_{21,4}$); КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 150 л/га ($N_{99}P_{78}S_{14,4}$); КАС-32 с с.а. 200 л/га + ЖКУ 100 л/га + диаммофоска 100 кг/га ($N_{122}P_{78}K_{26}S_{26,4}$) и КАС-32 с с.а. 200 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га ($N_{119}P_{20}S_{26,4}$). Как видно, доза азота составляла 86–122 кг/га д.в., доза фосфора — 10–78 кг, калия — 0–26 кг и серы — 14,4–26,4 кг.

Посев проведен 22 мая с нормой высева 4 кг/га. В процессе вегетации применяли средства защиты от сорняков, болезней и вредителей: Галион, ВР — 0,3 л/га; Эсток, ВДГ — 15 гр; Борей, СК — 0,1 л/га, Пиктор, КС — 0,5 л/га, Кредо, СК — 0,3 л/га, Карамба, КЭ — 0,75 л/га.

Погодные условия вегетационного периода по данным м/с Целинское представлены в таблице 5.

Таблица 5

**Метеоусловия вегетационного периода 2021 г.
по данным м/с Целинское**

Показатель / декады	Май			Июнь			Июль			Август			За вегетацию	к норме
	декады			декады			декады			декады				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Осадки, мм	1	16	10	19	17	19	8	12	2	9	19	2	134	60%
ГТК	0,1	1,1	0,6	1,1	1,0	1,3	0,4	0,6	0,1	0,5	1,1	0,1	0,64	1,12

Количество осадков каждый месяц не достигало нормы. За май — август выпало 134 мм осадков, или 60% нормы (222 мм), с суммой температур 2087,8 °С, или на 117,6 °С выше многолетней нормы (1970,2 °С). Гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетацию составил 0,64 против 1,12 по норме. При этом осадки выпадали неравномерно: в мае 27 мм при норме 46 мм (60%), в июне — норма — 55 мм, в июле — 22 мм, или 35% нормы (57 мм). Среднесуточные температуры превышали многолетние данные: в мае — на 2,8 °С, в июле — на 0,6 °С, в августе — на 1,2 °С. Подекадные ГТК, близкие к многолетним данным, сложились только в июне (1–1,3 при среднемесячной 1,1 и 1,06 при норме), а в остальные месяцы они были существен-

но ниже: в 3-й декаде мая 0,3 и в целом за май 0,6 при 1,3 по норме; в июле — 0,1–0,6 по декадам, 0,4 за месяц при 1,11 по норме и в августе — до 0,1 в третьей декаде.

Для ярового рапса важна достаточная влагообеспеченность в июле и августе, поэтому отмеченные особенности изменения ГТК оказали влияние на формирование урожайности семян и их показатели качества.

В приложении 1 приведены результаты изучения полевой влажности почвы, рНс, содержание минеральных форм азота и их суммы, подвижных — фосфора, калия и серы по горизонтам 0–20, 20–40 и 0–40 см. В начале июля в период стеблевания корневая система уже проникает глубже 0–20 см, поэтому в таблице 6 представлено содержание всех свойств почвы в слое 0–40 см.

Большие значения полевой влажности характерны для 1-го срока отбора, который был проведен после дождя. Влажность почвы составляла 17,1–21,6% при 19,2% на контроле. К середине июля она уменьшилась до 11,6–14,1% (на контроле — 13,6%) и на таком же уровне находилась в период уборки — 10,6–14,7% (14,7% на контроле); т.е. полевая влажность по удобренным вариантам в процессе формирования большего урожая снижалась.

Реакция почвы более кислой (рНс 5,1–5,5) была в период стеблевания и в последующие сроки сдвинулась до 5,4–5,9 и 5,4–5,7 при 5,7 и 5,5 на контроле.

Содержание нитратного азота в 1-й срок было ниже $N-NH_4$, во 2-й — одинаково или превышало его уровень, и в период уборки на контроле нитратов было больше, чем поглощенного аммония, а по удобренным вариантам — наоборот. Сумме NO_3+NH_4 в начале июля на удобренных вариантах (особенно 7, 2 и 3) была выше контроля и составляла 19,05–35,77 мг/кг при 15,11 мг/кг на контроле.

С ростом большей биомассы под влиянием удобрений содержание минеральных форм азота в период цветения составляло 10,05–15,64 мг/кг (при 16,88 на контроле). К уборке эта тенденция сохранилась: 10,65–16,97 при 15,95 мг/кг на контроле.

Таблица 6

Агрохимические свойства почвы под рапсом по срокам, 0–40 см

№	Варианты	05.07.21					14.07.21					17.09.21										
		W, %	pH _c	Подвижные формы, мг/кг			W, %	pH _c	Подвижные формы, мг/кг			W, %	pH _c	Подвижные формы, мг/кг								
				NO ₃	NO ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅			K ₂ O	S	NO ₃			NO ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	NO ₃	NO ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
1	Контроль (без удобрения)	19,2	5,2	8,51	15,11	1467	102	5,1	13,6	5,7	6,18	16,88	1960	137,5	1,4	14,7	5,5	8,93	15,95	162	62	2,8
2	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 70 л/га + диам- мофоска 50 кг/га	20,1	5,3	13,63	25,78	143,5	121	5,7	11,6	5,4	5,10	13,5	185,0	123	1,1	12,3	5,5	5,22	15,32	149	72	3,8
3	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + сульфо- аммофос 50 кг/га	21,6	5,3	7,30	13,53	114,2	95,5	5,9	14,1	5,4	7,04	15,64	153,0	106	0,8	11,0	5,4	5,44	14,79	158	56	3,4
4	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфо- аммофос 50 кг/га	18,5	5,1	11,62	21,72	139,5	137,5	6,4	13,1	5,4	8,57	15,36	167,5	99,5	0,5	13,8	5,4	6,77	16,97	140	56	4,2

Окончание таблицы 6

№	Варианты	05.07.21					14.07.21					17.09.21										
		W,%	pH _c	Подвижные формы, мг/кг				W, %	pH _c	Подвижные формы, мг/кг				W, %	pH _c	Подвижные формы, мг/кг						
				NO ₃	NO ₃ ⁺ NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O			S	NO ₃	NO ₃ ⁺ NH ₄	P ₂ O ₅			K ₂ O	S	NO ₃	NO ₃ ⁺ NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
5	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 150 л/га	18,5	5,3	13,95	19,65	133,2	117,5	6,2	12,4	5,5	8,77	13,95	168,7	123	0,5	11,1	5,7	3,00	10,65	194	62	2,7
6	КАС-32 с с.а.* 200 л/га + ЖКУ 100 л/га + диам- мофоска 100 кг/га	17,1	5,4	14,75	22,20	166,5	115,5	6,6	13,3	5,9	5,55	10,05	118,7	102,5	0,4	10,6	5,6	5,69	13,79	215	50	3,2
7	КАС-32 с с.а.* 200 л/га + сульфоам- мофос 100	20,0	5,5	24,02	35,77	150,5	100,1	6,6	12,9	5,5	8,43	14,38	121,7	123	1,4	12,8	5,6	3,94	12,19	179	52	3,9

* с.а. — сульфат аммония

Содержание подвижного фосфора в период стеблевания при 146,7 мг/кг на контроле по удобренным вариантам изменилось в пределах 114,2–166,5 мг/кг. К середине июля уровень фосфора в почве на контроле увеличился до 196 мг/кг при варьировании его на вариантах внесения удобрений в пределах 118,7–185 мг/кг. Меньше подвижного фосфора обнаружено в почве по 6 и 7 вариантам. В период уборки по всем вариантам количество фосфора повысилось, особенно по вариантам 5, 6 и 7, — 179–215 мг/кг, что указывает на мобилизующее действие корневой системы на фосфаты почвы.

Обеспеченность почвы обменным калием по большинству удобренных вариантов в первый срок была выше неудобренного — 115,5–137,5 мг/кг, к периоду цветения произошло снижение его количества и его уровень по отношению к контролю при внесении удобрений был ниже — 99,5–123 мг/кг против 137,5 мг/кг.

В связи с растянутым периодом потребления калия яровым рапсом, а также засушливостью вегетационного периода к уборке произошло существенное снижение его количества до 50–72 мг/кг при 62 мг/кг на контроле.

В динамике содержания подвижной серы ее максимум отмечен в 1-й срок с резким снижением к периоду цветения и с последующим повышением к уборке (табл. 6).

Динамика показателей агрохимических свойств обусловлена в первую очередь потреблением питательных веществ растениями, а с другой стороны — изменением интенсивности биохимических процессов в почве: нитрификация, аммонификация, проявление процессов мобилизации и иммобилизации фосфатов и обменного калия. Однако по удобренным вариантам в основном складывался более благоприятный питательный режим. Данные таблицы 7 показывают динамичность потребления элементов питания по фазам вегетации.

Таблица 7

Потребление элементов питания яровым рапсом, %

№ п/п	Варианты	5.07.21 (фаза бутонизации)			14.07.21 (фаза цветения)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Контроль	1,23	0,09	2,05	3,23	0,60	2,73
2	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 70 л/га + диаммофоска 50 кг/га (N ₉₂ P ₄₉ K ₁₃ S _{14,4})	1,46	0,15	2,38	3,19	0,72	2,89
3	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га (N ₈₆ P ₁₀ S _{21,4})	1,85	0,18	2,45	3,69	0,44	2,44
4	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га (N ₁₀₁ P ₆₂ S _{21,4})	2,04	0,23	1,82	3,69	0,48	2,55
5	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 150 л/га (N ₉₉ P ₇₈ S _{14,4})	1,31	0,17	1,93	3,65	0,88	3,12
6	КАС-32 с с.а.* 200 л/га + ЖКУ 100 л/га + диаммофоска 100 кг/га (N ₁₂₂ P ₇₈ K ₂₆ S _{26,4})	1,58	0,19	2,03	3,69	0,52	3,18
7	КАС-32 с с.а.* 200 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га (N ₁₁₉ P ₂₀ S _{26,4})	2,00	0,25	2,00	4,58	0,60	2,39

* с.а. — сульфат аммония

Четко проявляется увеличение содержания азота по всем вариантам к периоду цветения. В большей степени это характерно по варианту 7. Количество фосфора к этому сроку увеличивается, но по сравнению с контролем преимущество отмечается только по вариантам 2 и 5, по остальным оно или одинаково с контролем или ниже (варианты 3, 4, 6). В содержании калия в растениях проявляется та же тенденция увеличения, особенно по вариантам 5 и 6. Выше контроля был его уровень в оба срока по вариантам 2 и 6, где в сочетании присутствует калий. В целом по всем удобренным вариантам уровень потребления азота, фосфора и калия характеризовался как оптимальный.

На рисунках 4, 5 показан внешний вид растений рапса по вариантам в два срока.

В таблице 8 показаны элементы структуры урожая по вариантам опыта.



Рисунок 4 — Растения рапса, гибрид Люмэн (5 июля 2021 г.)

Рисунок 5 — Растения рапса, гибрид Люмэн (14 июля 2021 г.)

1. Контроль.
2. КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 70 л/га + диаммофоска 50 кг/га.
3. КАС-32 с с.а. 150 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га.
4. КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га.
5. КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 150 л/га.
6. КАС-32 с с.а. 200 л/га + ЖКУ 100 л/га + диаммофоска 100 кг/га.
7. КАС-32 с с.а. 200 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га.

Таблица 8

Элементы структуры урожая ярового рапса по вариантам

№	Варианты	Густота стояния растений шт./п.м.	Высота растений, см	Количество ветвей, шт./раст.	Количество стручков шт./раст.
1	Контроль	12,3	156	5,2	191
2	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 70 л/га + диаммофоска 50 кг/га ($N_{92} P_{49} K_{13} S_{14,4}$)	9,6	171	8,1	608
3	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га ($N_{86} P_{10} S_{21,4}$)	9,6	155	7,5	604
4	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га ($N_{101} P_{62} S_{21,4}$)	9,8	160	8,4	473
5	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 150 л/га ($N_{99} P_{78} S_{14,4}$)	10,5	161	8,6	413
6	КАС-32 с с.а.* 200 л/га + ЖКУ 100 л/га + диаммофоска 100 кг/га ($N_{122} P_{78} K_{26} S_{26,4}$)	9,9	168	7,4	531
7	КАС-32 с с.а.* 200 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га ($N_{119} P_{20} S_{26,4}$)	9,0	165	7,2	434

с.а.* — сульфат аммония

Под влиянием удобрений увеличивается длина растений на 4–15 см, количество стеблей — на 2–3,4 шт./раст. (наибольшее на вариантах, где внесено $N_{101}P_{68}S_{21,4}$ и $N_{99}P_{78}S_{14,4}$), но в большей степени количество стручков: со 191 шт. на контроле до 413–608 шт., что способствует формированию более высокого урожая.

Под влиянием удобрений биологическая продуктивность гибрида Люмэн увеличивается с 3,08 т/га на контроле по удобренным вариантам в пределах 3,74–5,29 т/га (табл. 9), а хозяйственная урожайность с 2,46 до 3,06–5,54 т/га.

Таблица 9

Урожайность и качество семян рапса гибрид Люмэн

№	Варианты	Урожайность, т/га биол. хоз.	Прибавка		Масса 1000 семян, г	Белок		Масло	
			т/га	%		%	ВЫХОД, т/га	%	ВЫХОД, т/га
1	Контроль (без удобрения)	<u>3,08</u> 2,46	—	—	3,74	18,0	<u>0,55</u> 0,44	48,5	<u>1,49</u> 1,19
2	КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 70 л/га + диаммо- фоска 50 кг/га	<u>4,15</u> 3,16	<u>1,07</u> 0,5	<u>34,7</u> 20,3	3,84	26,8	<u>1,11</u> 0,85	51,0	<u>2,11</u> 1,61
3	КАС-32 с с.а. 150 л/га + суль- фоаммофос 50 кг/га	<u>3,74</u> 3,06	<u>0,66</u> 0,6	<u>21,4</u> 24,4	3,50	26,1	<u>0,97</u> 0,80	53,3	<u>1,99</u> 1,63
4	КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + суль- фоаммофос 50 кг/га	<u>5,29</u> 5,54	<u>2,21</u> 3,08	<u>71,7</u> 125,2	3,42	26,6	<u>1,40</u> 1,43	52,3	<u>2,77</u> 2,90
5	КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 150 л/га	<u>5,05</u> 3,43	<u>1,97</u> 0,97	<u>64,0</u> 39,4	3,50	27,9	<u>1,37</u> 0,96	49,6	<u>2,50</u> 1,7
6	КАС-32 с с.а. 200 л/га + ЖКУ 100 л/га + ди- аммофоска 100 кг/га	<u>4,85</u> 3,08	<u>1,77</u> 0,62	<u>57,4</u> 25,2	3,86	25,9	<u>1,25</u> 0,80	51,1	<u>2,47</u> 1,57
7	КАС-32 с с.а. 200 л/га + суль- фоаммофос 100 кг/га	<u>4,24</u> не опред	1,16	37,6	4,23	26,8	1,13	51,4	2,18

НСР_{0,5} т/га 0,63

Наибольшая биологическая и хозяйственная урожайность семян сформировалась по вариантам внесения: КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га (5,29 и 5,54 т/га); КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 150 л/га (5,05 и 3,43 т/га) по которым прибавка семян получена в пределах 1,97–2,21 и 0,6–0,97 т/га, или прирост составил 57,4–71,7% и 39,4–125,2%.

Разница между биологической и хозяйственной урожайностью обусловлена варьированием свойств на поле по нитратному азоту, подвижному фосфору и обменному калию, коэффициент вариабельности соответственно равен: $N-NO_3$ — 34,2–40,4, P_2O_5 — 27,8–32,3, K_2O — 48,5–48,7%. И, кроме этого, потерями при механизированной уборке.

Масса 1000 семян по вариантам с большей урожайностью была ниже контроля (таблица 9). Содержание белка существенно повысилось по всем вариантам с удобрениями с 18,0 до 25,9–27,9% и увеличился его выход с 1 га с 0,55 до 0,97–1,4 т/га, или в 1,7–2,5 раза. Аналогичное увеличение произошло с содержанием и выходом масла. Его уровень повысился с 48,5 до 49,6–52,3%, а выход увеличился с 1,49 до 1,99–2,77 т/га, или в 1,3–1,85 раза.

Качество семян оценивается по уровню содержания элементов питания, и в первую очередь для рапса по азоту и сере. В таблице 10 показано содержание основных макроэлементов в семенах рапса.

Таблица 10

Содержание основных элементов питания в семенах

№	Варианты	%				N: S
		N	P_2O_5	K_2O	S	
1	Контроль	2,8	0,74	0,66	0,105	26,6
2	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 70 л/га + диаммофоска 50 кг/га ($N_{92}P_{49}K_{13}S_{14,4}$)	3,9	0,66	0,66	0,090	43,3
3	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га ($N_{86}P_{10}S_{21,4}$)	3,8	0,68	0,65	0,135	28,1
4	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га ($N_{101}P_{62}S_{21,4}$)	3,9	0,59	0,60	0,130	30,0
5	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 150 л/га ($N_{99}P_{78}S_{14,4}$)	4,1	0,73	0,71	0,165	24,8

Окончание таблицы 10

№	Варианты	%				N: S
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	
6	КАС-32 с с.а.* 200 л/га + ЖКУ 100 л/га + диаммофоска 100 кг/га (N ₁₂₂ P ₇₈ K ₂₆ S _{26,4})	3,8	0,68	0,67	0,125	30,4
7	КАС-32 с с.а.* 200 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га (N ₁₁₉ P ₂₀ S _{26,4})	3,9	0,59	0,64	0,105	37,1

Самое высокое содержание азота (4,1%) и серы (0,165%) получено по варианту внесения N₉₉P₇₈S_{14,4} — 150 л/га КАС-32 и 150 л/га ЖКУ, сравнительно высокий их уровень 3,8% и 0,135% характерен для N₈₆P₁₀S_{21,4} и N₁₀₁P₆₂S_{21,4} (3,9% N и 0,130% S).

По всем макро- и микроэлементам под влиянием удобрений увеличилось их потребление и вынос (табл. 11): вынос азота возрос с 56,2 до 142,1–207 кг/га, фосфора — с 22,8 до 26–36,8 кг/га, калия — с 20,3 до 24,3–35,8 и серы — с 5,8 до 8,9–13,6 кг/га. Аналогичные изменения получены и по микроэлементам.

Так, содержание Fe с 21,2 мг/кг на контроле повысилось до 40,31–50,31 мг/кг, Cu — с 0,74 до 1,45–2,52 мг/кг (в 1,9–3,4 раза), Zn — с 8,5 до 14,46–22,61 (в 1,7–2,6 раза), Mn — с 10,4 до 25,4–32,84 (в 2,44–3,1 раза), бора — с 1,34 до 3,05–4,20 мг/кг (в 2,27–3,1 раза).

Таблица 11

Содержание и вынос микроэлементов семенами ярового рапса гибрида Люмэн

№	Варианты	Показатели	Fe	Cu	Zn	Mn	Mo	Co	B
1	Контроль (без удобрения)	содержание, мг/кг	21,20	0,74	8,50	10,40	<0,04	<0,04	1,340
		вынос, г/га	65,30	2,28	26,18	32,03	<0,12	<0,12	4,12
2	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 70 л/га + диаммофоска 50 кг/га	содержание, мг/кг	48,61	2,52	22,67	32,84	<0,12	<0,12	2,868
		вынос, г/га	201,70	10,46	94,08	136,29	<0,12	<0,12	11,90

Окончание таблицы 11

№	Варианты	Показатели	Fe	Cu	Zn	Mn	Mo	Co	B
3	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + сульфоаммо- фос 50 кг/га	содержа- ние, мг/кг	47,35	2,40	22,61	30,64	<0,12	<0,12	4,023
		вынос, г/га	177,09	8,98	84,56	114,59	<0,12	<0,12	15,05
4	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммо- фос 50 кг/га	содержа- ние, мг/кг	48,93	2,30	14,46	26,62	<0,12	<0,12	3,632
		вынос, г/га	258,83	12,17	76,49	140,82	<0,12	<0,12	19,21
5	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + ЖКУ 150 л/га	содержа- ние, мг/кг	40,31	1,45	16,20	25,40	<0,12	<0,12	3,050
		вынос, г/га	203,56	7,32	81,81	128,27	<0,12	<0,12	15,40
6	КАС-32 с с.а.* 200 л/га + ЖКУ 100 л/га + диаммофос- ка 100 кг/га	содержа- ние, мг/кг	50,31	1,82	22,10	30,48	<0,12	<0,12	4,205
		вынос, г/га	244,00	8,81	107,18	147,83	<0,12	<0,12	20,39
7	КАС-32 с с.а.* 200 л/га + сульфоаммо- фос 100 кг/га	содержа- ние, мг/кг	40,48	0,69	16,50	26,02	0,181	<0,12	3,776
		вынос, г/га	171,63	2,92	69,96	110,32	0,767	<0,12	16,01

с.а.* — сульфат аммония

По Mo и Co такой закономерности не получено — их уровень был низким по всем вариантам. С учетом урожайности вынос микроэлементов, как и по макроэлементам, в целые разы увеличивается: по Fe — в 2,6–3,7 раза, по Cu — в 1,3–4,5 раза, Zn — в 2,65–8,6 раза, Mn — в 3,4–4,6 раза, B — в 2,88–4,9 раза.

Содержание нормируемых тяжелых металлов в семенах рапса по всем вариантам соответствует требованиям СанПиНа, так как все показатели ниже ПДК: Cd — 0,015–0,030 мг/кг (ПДК, не более 0,1), Pb — 0,034–0,222 мг/кг (ПДК, не более 1,0), As — <0,01 мг/кг (ПДК, не более 0,3), Hg — <0,002 мг/кг (ПДК, не более 0,05), Ni — 0,100–0,292 мг/кг.

Окупаемость 1 кг д.в. удобрений и затрат на удобрения подтверждает эффективность применения изучаемых сочетаний удобрений (табл. 12).

Таблица 12

**Окупаемость 1 кг д. в. удобрений и затрат на их внесение
(по биологической урожайности)**

№	Варианты	Кол-во д. в. с вносимой дозой, кг/га	Кол-во дополн. продук., т/га	Стоимость доп. продукции, руб./га	Затраты на удобрения, руб./га	Окупаемость	
						1 кг д. в., кг семян	1 руб. затрат, руб./га
1	Контроль	-	-	-	-	-	-
2	КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 70 л/га + диаммофоска 50 кг/га	168,4	1,07	53500	5660,4	6,35	9,45
3	КАС-32 с с.а. 150 л/га + сульфаммофос 50 кг/га	117,4	0,66	33000	3792,1	5,62	8,7
4	КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфаммофос 50 кг/га	184,6	2,21	110500	6491,5	11,97	17,02
5	КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 150 л/га	191,2	1,97	98500	5861,5	10,30	16,8
6	КАС-32 с с.а. 200 л/га + ЖКУ 100 л/га + диаммофоска 100 кг/га	240,7	1,77	88500	8253,2	7,35	10,7
7	КАС-32 с с.а. 200 л/га + сульфаммофос 100 кг/га	159,2	1,16	58000	5596,5	7,28	10,4

Окупаемость 1 кг д.в. вносимых сочетаний удобрений составляет 5,62–11,97 кг семян рапса. Наибольший выход семян обеспечивали варианты внесения 150 л/га КАС-32 со 100 кг/га ЖКУ и 50 кг/га сульфоаммофоса и по 150 л/га КАС-32 и ЖКУ.

Наибольшая окупаемость 1 руб. затрат на удобрения была по тем же вариантам внесения КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га (17,02 руб./га) и КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 150 л/га (16,8 руб./га).

Эффективность внесения удобрений принято оценивать по балансу элементов питания. Баланс основных элементов питания по вариантам внесения удобрений представлен в таблице 13.

Таблица 13

Баланс элементов питания по опыту с яровым рапсом, кг/га

№	Вариант	Поступило				Вынос				Баланс			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
1	Контроль	0	0	0	0	56,2	22,8	20,3	5,8	-56,2	-22,8	-20,3	-5,8
2	КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 70 л/га + диаммофоска 50 кг/га	92	49	13	14,4	161,8	26,7	26,7	9,5	-69,8	+22,3	-13,7	+4,9
3	КАС-32 с с.а. 150 л/га + сульфаммофос 50 кг/га	86	10	0	21,4	142,1	25,4	24,3	9,0	-56,1	-15,4	-24,3	+12,4
4	КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфаммофос 50 кг/га	101	62	0	21,4	206,3	26,4	31,7	11,6	-105,3	+35,6	-31,7	+9,8
5	КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 150 л/га	99	78	0	14,4	207,0	36,8	35,8	13,6	-108,0	+41,2	-35,8	+0,8
6	КАС-32 с с.а. 200 л/га + ЖКУ 100 л/га + диаммофоска 100 кг/га	122	78	26	26,4	184,3	33,0	32,5	10,7	-65,3	+45,0	-6,1	+15,7
7	КАС-32 с с.а. 200 л/га + сульфаммофос 100 кг/га	119	20	0	26,4	165,4	25,0	27,1	8,9	-46,4	-5,0	-27,1	+17,5

Расчет баланса элементов показывает, что при получении высоких урожаев семян гибрида Люмэн в пределах 3,08–5,29 т/га создается отрицательный баланс по азоту от –46,1 до –108,0 кг/га несмотря на сравнительно высокие нормы его внесения: 86–122 кг/га. Особенно большой разрыв по вариантам внесения КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га и КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 150 л/га (–105,3 — –108,0 кг/га), где самый высокий уровень урожайности. Для сохранения плодородия необходимо увеличить дозу калия в сочетании одних жидких удобрений и при внесении двух удобрений — КАС-32 с сульфоаммофосом.

Экономическая эффективность по вариантам опытов показана в таблице 14.

Таблица 14

**Экономическая эффективность применения удобрений
при выращивании рапса в ООО «Вирт», 2021 г.**

Варианты опыта	Ур-ть, т/га	Цена, руб./т	Стои- мость, тыс. руб./га	Матери- альные затраты, тыс. руб./ га	Чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рента- бельно- сти,%	Себе- стои- мость, руб./т
Контроль (без удоб- рения)	3,08	50000	154,00	29,138	124,861	428	9046
КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 70 л/га + ди- аммофоска 50 кг/га	4,15	50000	207,5	34,799	172,701	496	8385
КАС-32 с с.а. 150 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га	3,74	50000	187,00	32,930	154,070	467	8804
КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га	5,29	50000	264,5	39,80	224,700	564	6735
КАС-32 с с.а. 150 л/га + ЖКУ 150 л/га	5,05	50000	252,5	37,00	215,500	582	7326
КАС-32 с с.а. 200 л/га + ЖКУ 100 л/га + ди- аммофоска 100 кг/га	4,85	50000	242,5	39,5	203,000	514	8144
КАС-32 с с.а. 200 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га	4,24	50000	212,0	34,735	177,265	510	8192

С учетом стоимости семян рапса, пестицидов и удобрений чистый доход в 2021 г. составил 154,07–224,7 тыс. руб. с 1 га при 124,86 на контроле. Уровень рентабельности получен в пределах 428–582%. Наибольший чистый доход и рентабельность обеспечило внесение КАС-32 по 150 л/га с ЖКУ 100 л/га и сульфоаммофосом 50 кг/га (564%) и КАС-32 с с.а. 150 л/га с ЖКУ 150 л/га (582%).

С агрономической и экономической точки зрения самым эффективным вариантом является сочетание КАС-32 150 л/га + 60 кг/га сульфата аммония + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га, которое обеспечивает урожайность семян более 5 т/га, выход белка — 1,4 т/га, масла — 2,77 т/га, что превосходит контроль в 1,7; 2,5 и 1,8 раза соответственно.

В таблице 15 показана урожайность и качество ярового рапса гибрида Цебра КЛ полевого опыта, заложенного в 2020 г.

Таблица 15

Урожайность и качество семян рапса (2020 г.)

№ п/п	Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Белок		Масло	
				%	выход, т/га	%	выход, т/га
1	Контроль	3,83	-	20,48	0,78	46,9	1,80
2	КАС-32 с с.а.200 кг/га + диаммофоска 100 кг/га (N ₁₀₆ P ₂₆ K ₂₆ S ₁₄)	4,96	1,13	20,46	1,01	48,1	2,38
3	КАС-32 с с.а.150 кг/га + диаммофоска 100 кг/га (N ₈₅ P ₂₆ K ₂₆ S ₁₄)	4,58	0,75	22,09	1,01	44,7	2,05
4	КАС-32 с с.а.150 кг/га + ЖКУ 70 кг/га + диаммофоска 50 кг/га (N ₉₁ P _{38,9} K ₁₃ S ₁₄)	5,81	1,98	19,99	1,16	47,3	2,75
5	КАС-32 с с.а.200 кг/га + ЖКУ 70 кг/га + диаммофоска 50 кг/га (N _{112,5} P _{38,9} K ₁₃ S ₁₄)	4,61	0,78	19,11	0,88	49,0	2,26
6	КАС-32 с с.а.200 кг/га + ЖКУ 100 кг/га (N ₁₁₂ P ₃₇ S ₁₄)	4,90	1,07	19,93	0,98	50,7	2,48
7	КАС-32 с с.а.150 кг/га + ЖКУ 100 кг/га (N _{98,5} P ₃₇ S ₁₄)	4,93	1,10	25,54	1,26	49,2	2,42

Получены прибавки биологической урожайности от 1,07 до 1,98 т/га при масличности 47,3–50,7% и содержании белка 19,99–25,54%. Наибольшие прибавки урожайности семян обеспечили варианты: КАС-32 с с.а. 150 кг/га + ЖКУ 70 кг/га + диаммофоска 50 кг/га (1,98 т/га), КАС-32 с с.а. 200 кг/га + диаммофоска 100 кг/га (1,13 т/га).

Экономическая эффективность изучаемых сочетаний удобрений в 2020 г. показана в таблице 16.

По всем удобренным вариантам чистый доход возрос с 104,989 до 123,207–164,879 тыс. руб./га. Уровень рентабельности составлял 317,0–428,6% при 361,3% на контроле. В пределах 367,4–428,6% он получен по вариантам совместного внесения 150 кг/га КАС-32 с сульфатом аммония и 50 кг/га диаммофоски (428,6%), а при внесении одних жидких удобрений — 367,4%.

Таблица 16

Экономическая эффективность применения удобрений в 2020 г.

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Цена, руб./т	Стоимость, тыс. руб./га	Материальные затраты, тыс. руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га	Уровень рентабельности, %	Себестоимость 1 т, руб.
Контроль (без удобрения)	3,83	35000	134,05	29,040	104,989	361,3	7587,6
КАС-32 с с.а. 200 кг/га + диаммофоска 100	4,96	35000	173,60	38,286	135,313	353,4	7719,1
КАС-32 с с.а. 150 кг/га + диаммофоска 100	4,58	35000	160,030	37,092	123,207	332,2	8098,8
КАС-32 с с.а. 150 кг/га + ЖКУ 70 кг/га + диаммофоска 50	5,81	35000	203,35	38,470	164,879	428,6	6621,4
КАС-32 с с.а. 200 кг/га + ЖКУ 70 кг/га + диаммофоска 50	4,61	35000	161,35	38,689	122,660	317,0	8392,4
КАС-32 с с.а. 200 кг/га + ЖКУ 100 кг/га	4,90	35000	171,50	37,860	133,639	353,0	7726,5
КАС-32 с с.а. 150 кг/га + ЖКУ 100 кг/га	4,93	35000	172,55	36,919	135,631	367,4	7488,6

С агрономической и экономической точек зрения самым эффективным вариантом является сочетание КАС-32 с с.а. 150 кг/га + ЖКУ 70 кг/га + диаммофоска 50, которое обеспечивает урожайность семян более 5,81 т/га, выход белка — 1,16 т/га, масла — 2,75 т/га, что превосходит контроль в 1,5 раза.

1.7.2. Действие азотных и комплексных удобрений на урожайность и качество семян в Центральной зоне (Косихинский район)

Рапс яровой в КФХ «Иванов А. Н.» (Косихинский район), возделывается с 2015 г. За это время произошло расширение посевных площадей с 200 до 813 га, или в 4 раза. Вначале возделывали сорт Юбилейный. Его урожайность составляла 12–13 ц/га. В последние годы хозяйство перешло на возделывание гибридов ярового рапса.

В 2021 г. высевались гибриды Миракль КЛ, Солар КЛ, Циклус КЛ, Культус КЛ, Смилла КЛ на общей площади 813 га.

Основные почвы на полях под рапсом — черноземы оподзоленные среднемощные со средним или повышенным содержанием гумуса, среднесуглинистые.

Рапс в хозяйстве возделывается по зерновым, после которых остается много соломы, ее измельчают и проводят глубокое рыхление на глубину 22 см PERFORMER 6000 в агрегате с Case. Весной — предпосевная культивация на 5–6 см Case IH Tiger-Mate 255 с внесением 250 кг/га сульфата аммония и одновременно с посевом 1,0 ц/га аммиачной селитры и 1,5 ц/га диаммофоски. Посев проводился посевным комплексом John Deere 730. Норма посева в зависимости от гибрида 3 кг/га, глубина посева 3–4 см.

В период вегетации рапса применялись гербициды: Этамет, ВДГ — 0,0210 л/га, Галера Супер 334, ВР — 0,200 л/га, Глобал, ВР — 0,900 л/га, Пантера, КС — 0,9 л/га; инсектицид: Альфаплан, КС — 0,075 л/га, Карате Зеон, МКС — 0,15 л/га + Клонрин, КЭ — 0,15 л/га; фунгициды: Альто Супер, КС — 0,5 л/га; Амистар Экстра, СК — 1 л/га. В баковую смесь вводили Полидон комплекс Ж, содержащий Fe, Mn, Zn, Mo, Co, доза препарата составляла 0,1 л/га. Для более полного прилипания препаратов в смесь вводили адьювант Биотон, ВК — 0,10 л/га.

Вегетационный период 2021 г. характеризовался как засушливый, осадков в целом за вегетационный период выпало 72,6% к среднегодовым показателям. По данным Троицкой метеостанции (табл. 17) отмечено, что наибольшая засуха была в I и II декаде мая, в июле и в III декаде августа. Гидротермический коэффициент этих периодов составлял 0,1; 0,5; 0; 0,4; 0,6; 0. В целом за вегетацию ГТК — 0,83 против 1,20 среднегодового.

Таблица 17

Метеорологические условия по данным ГМС Троицкое, 2021 г.

Показатель/декады	Май			Июнь			Июль			Август			За вегетацию	Процент к норме
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
Осадки, мм	1	7	17	31	16	46	1	8	12	15	18	0,4	172	72,6
ГТК	0,1	0,5	1,1	1,0	0,9	3,2	0	0,4	0,6	0,8	1,1	0	0,83	1,2

Критическими для рапса являются июльские осадки. В данный период наблюдалась острая засуха, что отрицательно могло сказаться на урожайности культуры.

В период уборки по всем полям рапса в пяти местах были отобраны почвенные и растительные образцы, определены агрохимические свойства почвы, элементы структуры урожая, урожайность и показатели качества семян гибридов рапса.

В таблице 18 приведены агрохимические свойства почвы по девяти полям с разными гибридами ярового рапса.

В почвах по полям содержание гумуса варьирует от 4,04 до 7,8%, рН — от 4,4 до 5,1, или находится на уровне средне- и слабокислой, колебания по количеству нитратов — от 5,84 до 18,68 (от низкой до средней), по фосфору — от 127 до 181 мг/кг (высокая обеспеченность), по обменному калию почвы средне обеспечены. Содержание подвижной серы в основном высокое — 12,2–21,7 мг/кг.

Более высокий уровень плодородия характерен для полей 7, 8 и 9, где возделывались гибриды Солар КЛ, Циклаус КЛ, Культус КЛ и Смилла КЛ.

Элементы структуры урожая отражены в таблице 19.

Таблица 18

Агрохимические свойства почвы, рапс

№ п/п	Номер поля, га	Сорт	W, %	pH _c	Подвижные формы, мг/кг					Гумус, %
					N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄	
1	6.85	Миракль	18,8	5,1	5,84	8,1	127,5	62,2	7,2	4,62
2	11.76	Миракль	22,3	4,9	8,14	5,9	158,7	49,1	13,3	4,04
3	14.167	Солар	18,7	5,1	17,26	8,1	165,0	62,6	21,7	5,83
4	19.94	Циклус	18,9	5,2	16,40	8,1	181,5	65,8	14,5	5,92
5	20.99	Культус	19,9	5,1	18,68	6,9	148,7	63,6	17,6	6,67
6	22.36	Смилла	16,6	4,4	9,30	8,9	145,0	43,7	20,0	4,17
7	23.98	Смилла	21,2	4,4	11,60	9,4	65,2	37,4	12,2	7,81
8	25.114	Смилла	17,7	4,9	8,88	2,2	131,2	48,7	14,7	6,15
9	24.52	Смилла	19,2	4,8	13,28	2,7	145,7	42,4	10,3	6,25

Таблица 19

Структура урожая ярового рапса по полям возделывания

№ п/п	Номер. площадь поля	Сорт, гибрид	Элементы структуры урожая			
			густота, шт./м.п.	длина растения, см	количество ветвей, шт./раст.	количество стручков, шт./раст.
1	6.85	Миракль	14,0	170,0	4,33	189,0
2	11.76	Миракль	12,4	161,8	5,00	153,0
3	14.167	Солар	14,0	176,7	4,22	186,0
4	19.94	Циклус	13,0	140,0	3,44	98,3
5	20.99	Культус	12,5	170,0	4,89	196,0
6	22.36	Смилла	14,8	127,0	4,33	166,0
7	23.98	Смилла	15,0	134,8	4,67	145,0
8	25.114	Смилла	15,0	155,0	4,22	129,0
9	24.52	Смилла	15,5	132,0	4,22	149,0

Рисунки 6–9 демонстрируют развитие и формирование валка гибридами Культус КЛ, Смилла КЛ и Солар КЛ.



*Рисунок 6 — Гибрид Культус КЛ
(1 июля 2021 г.)*



*Рисунок 7 — Гибрид Культус КЛ
(20 августа 2021 г.)*



*Рисунок 8 — Гибрид Смилла КЛ
(9 августа 2021 г.)*



*Рисунок 9 — Гибрид Солар КЛ
(20 августа 2021 г.)*

Густота растений несколько выше была по гибриду Смилла (14,8–15 шт./п.м) и несколько ниже (12,4–13,0 шт.) по полю 11.76 с гибридом Миракль, Циклус КЛ и Культус КЛ — 161,8–176,7 см. Более высоким был рапс гибридов Миракль КЛ, Солар КЛ, Культус КЛ. У гибрида Смилла в зависимости от поля высота растений изменялась от 127 до 155 см. Количество ветвей (стеблей) на растении по гибридам находилось в пределах 3,44–5,0 шт., а по большинству участков — 4,22–4,89 шт. Больше их образовалось у гибридов Миракль КЛ, Культус КЛ и на одном поле у Смиллы. Количество стручков минималь-

ное (98,3 шт.) было у гибрида Циклус КЛ, а наибольшее — у гибрида Солар КЛ, Культус КЛ и на одном поле у Миракль КЛ (таблица 19).

Как следует из таблицы 20, с учетом сложившихся условий, свойств почвы, густоты растений, количества стручков сформировалась разная урожайность семян и их качество.

Таблица 20

Урожайность и показатели качества семян рапса

№	Номер поля, га	Сорт	Урожайность, т/га	Масса 1000 семян, г	Масличность, %	Белок, %	Выход с 1 га, т		N: S
							масла	белка	
1	6.85	Миракль	2,17	3,60	49,5	15,9	1,074	0,345	12,1
2	11.76	Миракль	2,29	3,76	45,5	22,3	1,042	0,510	14,0
3	14.167	Солар	1,70	3,40	37,8	21,4	0,642	0,363	9,6
4	19.94	Циклус	2,65	3,48	38,6	20,7	1,023	0,548	10,3
5	20.99	Культус	2,53	3,29	41,5	21,1	1,050	0,534	9,26
6	22.36	Смилла	2,28	3,99	42,2	22,1	0,962	0,504	10,7
7	23.98	Смилла	2,75	3,98	41,3	21,9	1,133	0,602	9,2
8	25.114	Смилла	2,32	4,33	38,2	24,4	0,886	0,561	10,7
9	24.52	Смилла	2,28	3,63	41,0	24,4	0,935	0,556	11,8

Наибольшая урожайность — 2,53–2,75 т/га получена по гибридам Циклус КЛ, Культус КЛ и на одном поле по Смилле КЛ. В целом Смилла на всех четырех полях дала по 2,28–2,75 т/га. Масса 1000 семян находилась в пределах 3,29–4,33 г. Более выполненными были семена у гибрида Смилла КЛ, а более легковесными — у Солар КЛ, Циклус КЛ и Культус КЛ. Масличность семян у большинства гибридов была в пределах 41,0–49,5%; ниже (37,8–38,6%) — у Солар КЛ, Культус КЛ и на одном поле Смилла КЛ (таблица 20). Сбор масла варьировал от 0,642 т/га (у Солар КЛ), 0,886 т/га и 0,962 т/га по двум полям Смилла КЛ. Наибольший выход масла (1,023–1,132 т/га) обеспечили гибриды Миракль КЛ, Циклус КЛ и Культус КЛ.

Содержание белка в основном у гибридов было в пределах 20,7–24,4%, кроме одного поля с Мираклем (табл. 20). Выход белка, т/га,

составлял по большей части 0,504–0,602 (кроме гибрида Солар КЛ и первого поля Миракль КЛ).

Уровень усвоения азота удобрений из почвы и образование белка в семенах находится в тесной зависимости, на что указывает соотношение N: S. По гибридам и полям оно составляло 9,2–14. По самым высокоурожайным гибридам с содержанием белка 20,7–21,9% это соотношение составляет 9,2–10,3.

Эффективность действия удобрений оценивается по окупаемости 1 кг д.в. кг продукции и окупаемости затрат на наличие средств химизации, руб. (табл. 21).

Таблица 21

Окупаемость 1 кг. д. в., кг. семян

Сорта	Σ д. в. кг/га	Продуктивность семян, кг/га	Окупаемость 1 кг. д. в. кг. семян
Миракль	240	2170	9,04
Миракль	240	2290	9,54
Солар	240	1700	7,08
Циклус	240	2650	11,04
Культус	240	2530	10,54
Смилла	240	2280	9,50
Смилла	240	2750	11,46
Смилла	240	2320	9,67
Смилла	240	2280	9,5

Наибольшая окупаемость 1 кг д.в. 10,54–11,46 кг семян получена по гибридам Циклус КЛ, Культус КЛ. Гибрид Смилла КЛ показал окупаемость удобрений по всем полям 9,5–11,46 кг. Ниже этот показатель был по гибриду Солар КЛ — 7,08 кг.

Оценка эффективности возделывания гибридов рапса ярового по технологии, выбранной в КФХ «Иванов А. Н.», показывает достаточно высокий экономический эффект (табл. 22). При себестоимости 1 т продукции от 17 777,2 до 23 207,2 руб. получен чистый доход 45 547,7–84 229,9 руб./га. Высокий уровень рентабельности — 151,8–181,26% получен по гибридам Миракль КЛ, Циклус КЛ, Культус КЛ и Смилла КЛ. Наименее эффективным оказался гибрид Солар КЛ с уровнем рентабельности 115,5%.

Таблица 22

**Экономическая эффективность возделывания гибрида
рапса ярового**

Показатель	Миракль КЛ	Солар КЛ	Циклус КЛ	Культус КЛ	Смилла КЛ
Урожайность, т/га	2,23	1,70	2,65	2,53	2,41
Прямые затраты, руб./га	22820,8	2130,5	28753,3	26623,5	25456,2
Семена, руб./га	6687	4544	4739	3800	2609
Ядохимикаты, руб./га	7196,5	7196,5	7196,5	7196,5	7196,5
Удобрения, руб./га	7581,3	7581,3	7581,3	7581,3	7581,3
Всего затрат, руб./га	44285,6	39452,3	48270,1	45201,3	42843
Цена реализации, руб./т	50000	50000	50000	50000	50000
Себестоимость, руб./т	19859,01	23207,24	18215,13	17866,13	17777,18
Чистый доход, руб./га	67214,40	45547,70	84229,90	81298,70	77657,00
Уровень рентабельности, %	151,77	115,45	174,50	179,86	181,26

Оценка используемой системы удобрения по балансу с учетом внесенного количества и выноса с урожаем представлена в таблице 23.

Таблица 23

Баланс элементов питания по гибридам ярового рапса, кг/га

Гибрид	Поступление				Вынос				Баланс ±			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
Миракль	102	39	39	60	55,3	14,3	16,4	4,6	+46,7	+24,7	+22,6	+55,4
Миракль	102	39	39	60	71,0	13,5	17,8	5,8	+31,0	+25,5	+21,2	+54,2
Солар	102	39	39	60	58,1	10,9	13,3	6,0	+43,9	+28,1	+25,7	+54,0
Циклус	102	39	39	60	87,7	15,39	21,2	9,3	+14,3	+23,1	+17,8	+50,7
Культус	102	39	39	60	85,5	14,4	18,2	9,2	+16,5	+24,6	+20,8	+50,8
Смилла	102	39	39	60	80,5	16,0	17,1	7,5	+19,5	+23,0	+21,9	+52,5
Смилла	102	39	39	60	92,2	18,4	23,1	10,5	+9,8	+20,6	+15,9	+49,5
Смилла	102	39	39	60	90,7	15,3	16,2	8,5	+11,5	+23,7	+22,8	+51,5
Смилла	102	39	39	60	89,1	15,3	16,4	7,5	+12,9	+23,7	+22,6	+52,5

По представленным данным по всем элементам питания он положительный. По гибриду Солар КЛ из-за низкой урожайности остаточное количество элементов питания наибольшее. При этом следует пересмотреть дозы применения, а возможно, и исключения сульфата аммония из системы удобрения рапса в хозяйстве по полям с высокой обеспеченностью серой и среднекислой реакцией среды.

1.7.3. Формирование урожайности и качества семян разных гибридов рапса при внесении КАС-32 и комплексных удобрений в условиях Приобской зоны (Тюменцевский, Ребрихинский, Мамонтовский районы)

Результаты опытов с яровым рапсом в АО «Орбита» в Тюменцевском и Мамонтовском районах

В АО «Орбита» рапс яровой возделывают с 2012 га. В настоящее время площадь посева составляет 10 тыс. га. Поля, занятые рапсом, расположены в Тюменцевском, Мамонтовском, Кытмановском и Ребрихинском районах. Возделываются гибриды Солар КЛ, Культус КЛ, Миракль КЛ, Сальса КЛ и до 2018 г. — сорт Юбилейный.

В 2021 г. посеяны гибриды Солар, Культус и Сальса на землепользовании АО «Орбита» в Мамонтовском районе, по пару и после озимой пшеницы.

Технология обработки почвы состоит из трех механических обработок по пару и двух — по озимой пшенице: измельчение и заделка соломы БДМ-6х4, вторая глубокая обработка на глубину 20–22 см — ЧДА-5 или TOP DOWN; и третья (по пару) — культиватором КИТ на 12 см. С осени в паровых полях в 1й декаде сентября — глифосат 3 л/га. Рапс — мелкосемянная культура с глубиной посева 3–4 см, поэтому на полях весной проводят боронование и до посева вносят 2 л/га глифосата. Для посева используется посевной комплекс John Deere-1890, Amazone DMC-9000.

В последние годы в системе удобрений вводится КАС-32 наряду с припосевным внесением комплексных удобрений — аммофосом или диаммофоской. КАС-32 вносят до посева ликвилайзером (150 л/га) или при посеве 70 л/га сеялкой. Сроки посева с 5 по 15 мая,

корректируются погодными условиями. Норма высева зависит от гибрида и посевных качеств семян и составляет 700 шт./м² (1 посевная единица на 3 га). Система защиты от сорняков состоит из применения по предшественникам до посева 2 л/га глифосата, Нопасаран — 1 л/га + Дани (прилипатель) — 1 л/га. Применяют от четырех до семи обработок против вредителей (через 12–15 дней). Основные представители — блошки, цветодоеды, капустная моль, луговой мотылек. Используют для обработки препараты контактно-системного действия. Из болезней проявляются мучнистая роса, альтернариоз и склеротиниоз. Гибридные семена уже протравлены.

О достоинствах гибридов можно судить по таблице 24. На всех полях был внесен КАС-32 по 70 л/га и 80 кг/га диамофоски при посеве.

Таблица 24

Урожайность гибридов рапса, 2021 г.

Показатели	Солар КЛ (5100 га)	Культус КЛ (3513 га)	Сальса КЛ (2750 га)
Урожайность, т/га	3,25	2,65	2,51
Удобрения, кг д. в./га	N ₃₈ P ₂₁ K ₂₁	N ₃₈ P ₂₁ K ₂₁	N ₃₈ P ₂₁ K ₂₁
Сумма д. в.	80	80	80
Окупаемость 1 кг д. в.	40,6	33,1	31,4

Как видно, в условиях 2021 г. более высокая урожайность получена по гибриду Солар КЛ. Затраты на выращивание этих гибридов и экономическая эффективность представлены в таблице 25.

Таблица 25

Экономическая эффективность возделывания гибридов рапса в АО «Орбита», 2021 г.

Показатели	Солар КЛ	Культус КЛ	Сальса КЛ
Урожайность, т/га	3,25	2,65	2,51
Прямые затраты, руб./га	31223	30965	30543
Семена, руб./га	4550	3800	3525
Средства защиты, руб./га	6048	6048	6048
Удобрения, руб./га	3229	3229	3229

Окончание таблицы 25

Показатели	Солар КЛ	Культус КЛ	Сальса КЛ
Итого затрат, руб./га	45050	44042	43345
Цена реализации, руб./т	51000	51000	51000
Стоимость продукции, руб./га	165750	135150	128010
Чистый доход, руб./га	120700	91108	84665
Себестоимость, руб./т	13861,54	16619,62	17268,92
Уровень рентабельности,%	267,92	206,87	195,33

Из расчетов следует, что себестоимость 1 т семян составляет по гибридам 13 861,54–17 268,92 руб., чистый доход — 84 665–120 700 руб./га. Производство данных гибридов рентабельно: уровень рентабельности — 267,92% по Солар КЛ, 206,87% — по Культус КЛ, 195,33% — по Сальса КЛ.

С гибридом Культус КЛ был заложен производственный опыт с внесением разных сочетаний КАС-32 с сульфатом аммония и диаммофоской в Тюменцевском районе.

Погодные условия вегетационного периода 2021 г. представлены в таблице 26.

Таблица 26

Метеорологические условия по данным ГМС Мамонтово, 2021 г.

Показатель / декады	Май			Июнь			Июль			Август			За вегетацию	к норме
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
Осадки, мм	0	5	0,3	6	3	51	5	8	4	79	11	2	174	94,1%
ГТК	0	0,3	0	0,3	0,2	3,3	0,2	0,4	0,2	0,3	3,9	0,6	0,79	0,89

Вегетационный период 2021 г. характеризовался крайне неравномерным распределением осадков по месяцам и декадам. Их максимальное количество выпало в 3-й декаде июня — 51 мм и 1-й декаде августа — 79 мм, или 76,8% от общего количества. Во все остальные декады и месяцы они были низкими — от 0 до 11 мм. ГТК за вегетацию составил 0,79 против 0,89 по многолетним данным.

В основные фазы развития рапса отбирали почвенные и растительные образцы. В почвенных образцах по слоям 0–20 и 20–40 см

согласно принятым методам определяли влажность, рНс и содержание подвижных питательных веществ. В растительных образцах — сухое вещество, содержание азота, фосфора и калия. В семенах кроме этих элементов — серу, белок и масличность.

Химический анализ почв и растений показывает, что при внесении удобрений существенно улучшается питательный режим и потребление элементов питания.

Таблица 27

Агрохимические свойства почвы

№ п/п	Варианты	11.05.2021						Гумус, %
		Глубина, см	W, %	рНс	Подвижные формы, мг/кг			
					NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	Контроль	0–20	14,0	6,3	12,5	147	438	4,02
		20–40	16,1	6,0	29,2	172	271	4,25
		0–40	15,0	6,1	20,8	159	354	4,10
2	КАС-32 — 70 л/га+с.а. 30 кг/га + диаммофоска 80 кг/га (N _{45,6} P _{20,8} K _{20,8} S _{7,2})	0–20	16,0	5,9	30,7	231	553	4,80
3	КАС-32 — 114 л/га + с.а. 60 кг/га + диаммофоска 100 кг/га (N ₇₁ P ₂₆ K ₂₆ S _{14,4})	0–20	16,1	6,2	25,9	169	391	4,20
		20–40	21,0	6,0	34,0	169	282	4,58
		0–40	18,5	6,1	29,9	169	336	4,39
4	КАС-32 — 150 л/га + с.а. 80 кг/га + диаммофоска 100 кг/га (N _{96,5} P ₂₆ K ₂₆ S _{19,2})	0–20	17,2	6,1	23,3	156	390	4,20
		20–40	17,0	6,0	41,6	140	139	3,67
		0–40	17,1	6,0	32,4	148	264	3,93
5	Диаммофоска 100 кг/га (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆)	0–20	19,1	6,2	21,6	173	502	4,90
		20–40	18,4	6,1	25,5	132	176	4,46
		0–40	18,7	6,1	23,5	152	339	4,68

*с.а. — сульфат аммония

Согласно приведенным данным в период всходы — образование елочки содержание влаги варьировало в пахотном слое в пределах 14,0–19,1%, а в слое 20–40 см — 16,1–21,0%. рНс по всем вариантам была близкой к нейтральной — в пределах 5,9–6,3. Содержание нитратного азота по удобренным вариантам было значительно боль-

ше контроля и самым высоким в слое 0–40 см на варианте внесения КАС-32 150 л/га + с.а. 80 кг/га + диаммофоска 100 кг/га — 41,6 мг/кг при 20,8 мг/кг на контроле. Содержание фосфатов в корнеобитаемом слое 0–20 см превышало контроль по всем удобренным вариантам и было в пределах 156–231 мг/кг при 147 мг/кг на контроле, наибольшим было на варианте КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га + диаммофоска 80 кг/га. Обеспеченность обменным калием по всем вариантам была очень высокой.

Отбор почвенных образцов из слоев 0–20 и 20–40 см проводился и в последующие периоды роста и развития рапса. Содержание влажности, pH_c и питательных веществ по этим горизонтам представлено в приложении 2. В таблице 28 приведены показатели всех свойств по вариантам в слое 0–40 см.

Как видно из таблицы 28, в июле и августе влажность почвы в связи с выпадающими осадками в предшествующие периоды была близкой: в июле в слое 0–40 см — 14,8–17% и в августе — 16,6–19,9%. Большой разницы по вариантам не отмечалось. Кислотность почвы по значению pH_c по сравнению с майским сроком сдвинулась в июле в кислую сторону: с 6,05–7,4 до 5,6–6,4, а в августе — находилась в пределах 5,8–6,1, или стала более нейтральной.

Содержание нитратного азота 25,37 и 19,08 мг/кг отмечалось на варианте с большой дозой азота в сочетании ($N_{96,5}$) и на контроле, по остальным оно было в пределах 7,17–11,34 мг/кг. По сумме минеральных форм азота ($N-NO_3 + N-NH_4$) самым высоким количеством — 33,3 мг/кг характеризовался более удобренный вариант. По варианту КАС-32 70 л/га + 30 кг/га сульфата аммония и 80 кг/га диаммофоски оно было близким к контролю. В августе произошло резкое снижение количества нитратов и суммы азота, что связано с его выносом, и здесь несколько выше контроля оно было по варианту с дозой КАС-32 114 л/га. По остальным вариантам и количество нитратов, и сумма $N-NO_3 + N-NH_4$ были близки к контролю (табл. 28).

По сравнению с майским сроком отбора образцов в июле содержание фосфора мало изменялось, с некоторым снижением по высокоудобренному варианту и внесением одной диаммофоски. В августе в основном количество подвижного фосфора было либо на уровне июля, либо снизилось.

Таблица 28

Агрохимические свойства почвы под рапсом, 0–40 см

№ п/п	Варианты	13.07.2021				18.08.2021							
		W,%	pH _c	Подвижные формы, мг/кг			W,%	pH _c	Подвижные формы, мг/кг				
				N-NO ₃	N-NO ₃ + N-NH ₄	P ₂ O ₅			K ₂ O	N-NO ₃	N-NO ₃ + N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Контроль	15,9	5,7	19,08	24,73	156,5	301	17,6	6,0	8,68	11,68	129	193
2	КАС-32 — 70 л/га+с.а. 30 кг/га + диам- мофоска 80 кг/га (N _{45,6} P _{20,8} K _{20,8} S _{7,2})	11,0	5,6	11,34	21,02	156,3	222	16,6	5,8	7,96	11,01	150	156
3	КАС-32 — 114 л/га + с.а. 60 кг/га + диам- мофоска 100 кг/га (N _{71,26} P ₂₆ K ₂₆ S _{14,4})	17,0	6,0	7,17	16,6	164,3	315	18,6	6,0	9,46	12,43	160	197
4	КАС-32 — 150 л/га + с.а. 80 кг/га + диам- мофоска 100 кг/га (N _{96,5} P ₂₆ K ₂₆ S _{19,2})	14,8	6,4	25,37	33,3	122,5	203	19,9	5,8	7,30	10,55	127	150
5	Диаммофоска 100 кг/га (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆)	16,1	5,8	7,46	17,06	168,0	331	18,3	6,1	8,38	11,63	172	238

Рассматривая динамику фосфатов в почве, следует уточнить, что рапс оказывает мобилизующее действие на почвенные трудно-растворимые фосфаты, на что указывает более высокое содержание подвижных фосфатов по всем вариантам относительно контроля.

Содержание обменного калия было очень высоким в мае и в июле с заметным резким снижением в августе: с 203–331 мг/кг в июле до 150–238 мг/кг в августе. Такое изменение обусловлено выносом, в конце июля — начале августа шло интенсивное цветение и образование стручков и потребление калия.

В таблице 29 показаны элементы структуры урожая по вариантам опыта.

Под влиянием удобрений увеличивается количество растений на погонном метре, а также количество стеблей с 8,4 до 9–10,8 шт. (кроме варианта с внесением диаммофоски). По вариантам 3 и 5 повышается количество стручков с 255 шт. на контроле до 298–330 шт., что способствует формированию более высокого урожая.

Таблица 29

Элементы структуры урожая гибрида *Культус КЛ*

№ п/п	Варианты	Густота, шт./1 п. м.	Длина растения, см	Кол-во стеблей шт./раст.	Кол-во стручков, шт./раст.
1	Контроль	10,5	162	8,4	255
2	КАС-32+с.а. 30 + диаммофоска 80	10,1	147	10,8	258
3	КАС 114 + с.а. 60 + диаммофоска 100	13,7	165	9,4	330
4	КАС 150 + с.а. 80 + диаммофоска 100	11,8	170	9	254
5	Диаммофоска 100	14,5	173	6,8	298

Учет урожайности семян и их качества показали, что под влиянием удобрений продуктивность гибрида *Культус КЛ* (рис. 10) увеличивается по сравнению с контролем на 17,7–34,7%, или в 1,2–1,4 раза (табл. 30).

Наиболее эффективным оказался вариант с внесением КАС-32 по 114 л/га с сульфатом аммония по 60 кг/га и 100 кг/га диаммофоски. Неплохой эффект отмечен и при внесении 100 кг/га диаммофоски.



Рисунок 10 — Рапс гибрид Культус КЛ

Таблица 30

Урожайность и качество семян ярового рапса

№ п/п	Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка		Масса 1000 семян, г	Белок		Масличность	
			т/га	%		%	выход белка, ц/га	%	выход масла, ц/га
1	Контроль	2,76	-	-	3,175	21,1	5,82	49,1	13,55
2	КАС-32 — 70 л/га + с.а. 30 кг/га + диаммофоска 80 кг/га (N _{45,6} P _{20,8} K _{20,8} S _{7,2})	3,25	0,49	17,7	3,185	20,6	6,69	49,0	15,92
3	КАС-32 — 114 л/га + с.а. 60 кг/га + диаммофоска 100 кг/га (N ₇₁ P ₂₆ K ₂₆ S _{14,4})	3,72	0,96	34,7	3,575	19,4	7,21	48,5	18,04
4	КАС-32 — 150 л/га + с.а. 80 кг/га + диаммофоска 100 кг/га (N _{96,5} P ₂₆ K ₂₆ S _{19,2})	3,23	0,47	17,0	3,315	19,7	6,36	50,5	16,31
5	Диаммофоска 100 кг/га (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆)	3,38	0,62	22,5	3,405	18,7	6,32	51,8	17,50

НСР₀₅, т/га 0,18

На рисунке 11 представлены фото рапса гибрид Культус КЛ в разные фазы вегетации.



Рисунок 11 — рапс гибрид Культус КЛ

Таблица 31

Содержание основных элементов питания в семенах рапса, %

№ п/п	Вариант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄	N: S
1	Контроль	3,34	0,51	0,62	0,0900	37,1
2	КАС-32 — 70 л/га+с.а. 30 кг/га + диаммофоска 80 кг/га (N _{45,6} P _{20,8} K _{20,8} S _{7,2})	3,27	0,53	0,68	0,1400	23,3
3	КАС-32 — 114 л/га + с.а. 60 кг/га + диаммофоска 100 кг/га (N ₇₁ P ₂₆ K ₂₆ S _{14,4})	3,08	0,57	0,63	0,1250	24,6
4	КАС-32 — 150 л/га + с.а. 80 кг/га + диаммофоска 100 кг/га (N _{96,5} P ₂₆ K ₂₆ S _{19,2})	3,12	0,47	0,60	0,1050	29,7
5	Диаммофоска 100 кг/га (N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆)	2,96	0,51	0,67	0,1250	23,7

Интерес представляют данные по содержанию основных элементов питания в семенах. Заметно снижение поступления в растения азота и незначительные изменения по фосфору и калию, содержание серы незначительно увеличивалось по сравнению с контролем. Одна-

ко соотношение N : S довольно широкое: 23,3–37,1 при 37,1 на контроле. В настоящее время считают, что чем оно ближе к 5–10, тем продуктивнее используется азот и больше накапливается белка. Однако, судя по накоплению белка, содержание серы и высокое соотношение N : S не оказали отрицательного влияния.

Окупаемость 1 кг д.в. удобрений и затрат на удобрения подтверждает эффективность изучаемых сочетаний удобрений в условиях 2021 года (таблица 32).

Как следует из таблицы 32, окупаемость 1 кг д.в. по большинству вариантов сочетаний 5,3–10,0 кг семян, а 1 рубля затрат — 5,3–8,86 руб.

С учетом урожайности, окупаемости 1 кг д.в. — 6,99 кг семян и наименьшей себестоимости, большего чистого дохода и рентабельности в 313,7% внесение КАС-32 по 114 л/га с 60 кг/га сульфата аммония и 100 кг/га диаммофоски можно рекомендовать для внесения под рапс гибрида Культус КЛ в условиях Центральной зоны Алтайского края.

Таблица 32

Окупаемость 1 кг д. в. удобрений и дополнительных затрат на удобрения по опыту с яровым рапсом

№	Варианты	Кол-во д. в. с вносимой дозой, кг/га	Кол-во доп-ой продукции, т/га	Стоимость доп-ой продукции, тыс. руб./га	Окупаемость 1 кг д. в. кг семян	Затраты на удобрения, тыс. руб./га	Окупаемость 1 руб. затрат, руб.
1	Контроль	-	-	-	-	-	-
2	КАС-32 — 70 л/га + с.а. 30 кг/га + диаммофоска 80 кг/га	92,4	0,49	24,5	5,30	4,623	5,30
3	КАС 114 л/га + с.а. 60 кг/га + диаммофоска 100 кг/га	157,4	0,96	48,0	6,99	6,597	7,28
4	КАС 150 л/га + с.а. 80 кг/га + диаммофоска 100 кг/га	161,7	0,47	23,5	2,90	7,587	3,10
5	Диаммофоска 100 кг/га	62,0	0,62	31,0	10,00	3,500	8,86

Таблица 33

Экономическая эффективность возделывания рапса

Показатели	Контроль	КАС-32 — 70 л/га+с.а. 30 кг/га + диаммофоска 80 кг/га	КАС-32 — 114 л/га + с.а. 60 кг/га + диаммофоска 100 кг/га	КАС-32 — 150 л/га + с.а. 80 кг/га + диаммофоска 100 кг/га	Диаммофоска 100 кг/га
Урожайность, т/га	2,76	3,25	3,72	3,23	3,38
Прямые затраты, руб./га	30523	31245	32152	31245	31334
Семена, руб./га	3800	3800	3800	3800	3800
Средства защиты, руб./га	6048	6048	6048	6048	6048
Удобрения, руб./га	0	3012	3852	4623	2872
Итого затрат, руб./га	40371	44105	45852	45716	44054
Цена реализации, руб./т	51000	51000	51000	51000	51000
Стоимость продукции, руб./га	140760	165750	189720	164730	172380
Чистый доход, руб./га	100389	121645	143868	119014	128326
Себестоимость, руб./т	14627	13571	12326	14154	13034
Уровень рентабельности, %	248,67	275,81	313,77	260,33	291,29

Экономические расчеты по вариантам опыта показывают, что вносимые сочетания эффективны: они обеспечивают получение чистого дохода в пределах 119 014–143 868 руб./га против 100 389 руб. на контроле при себестоимости 12 326–14 154 руб./т против 14 627 руб./т на контроле. Уровень рентабельности составил 260,3–313,7% по удобренным вариантам при 248,67% на контроле. Наибольшие результаты получены по варианту внесения КАС-32 по 114 л/га с 60 кг/га сульфата аммония и 100 кг/га диаммофоски.

В таблице 34 представлен сложившийся баланс основных элементов питания по вариантам внесения удобрений. В связи с высокой урожайностью семян рапса баланс по азоту по всем вариантам отрицательный. В виде исключения можно отметить его меньшую напряженность по варианту с внесением самой высокой дозы КАС-32. По фосфору и калию он кроме контроля везде положительный, что позволяет оценить дозу диаммофоски в 80 кг/га.

Таблица 34

Баланс элементов питания по вариантам опытов с рапсом, кг/га

№ п/п	Вариант	Поступило				Вынос				Баланс			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
1	Контроль	0	0	0	0	92,2	14,1	17,1	2,5	-92,2	-14,1	-17,1	-2,5
2	КАС-32 — 70 л/га+с.а. 30 кг/га + диааммофоска 80 кг/га (N _{45,6} P _{20,8} K _{20,8} S _{7,2})	45,6	20,8	20,8	7,2	106,3	17,2	22,1	4,5	-60,7	+3,6	-1,3	+2,7
3	КАС-32 — 114 л/га + с.а. 60 кг/га + диааммофоска 100 кг/га (N _{71,26} P ₂₆ K ₂₆ S _{14,4})	71,0	26,0	26,0	14,4	114,6	21,2	23,4	4,7	-43,6	+4,8	-2,6	+9,7
4	КАС-32 — 150 л/га + с.а. 80 кг/га + диааммофоска 100 кг/га (N _{96,5} P ₂₆ K ₂₆ S _{19,2})	96,5	26,0	26,0	19,2	100,8	15,2	19,4	3,4	-4,3	+10,8	+6,6	+15,8
5	Диааммофоска 100 кг/га (N _{10,26} P ₂₆ K ₂₆)	10,0	26,0	26,0	0	100	17,7	22,6	4,2	-90,0	+8,8	+3,4	-4,2

По сере баланс, кроме вариантов, где не использовался сульфат аммония, отрицательный. Можно отметить, что увеличивать ее дозу до 19,2 т/га на полях, где возделывается рапс, нецелесообразно. Однако введение в систему удобрения серы в дозе 7,2 кг/га сопровождается положительным эффектом.

Результаты опытов, проведенных в КФХ «Бакушкин Ю.А.» Ребрихинского района

В КФХ «Бакушкин Ю.А.» Ребрихинского района были заложены производственные опыты с гибридами ярового рапса Пионер ПР 46х75 и НИКСХ213КАС. Гибрид Пионер ПР 46х75 высевался на поле 100 га и НИКСХ213КАС — на полях 60 га, 124 и 91 га.

Соответственно полям сроки сева: поле 124 га — 3–5 мая, поле 60 га — 6–7 мая, на полях 91 и 100 га — 8–9 мая.

Из минеральных удобрений на полях 91 и 100 га вносили осенью 150 кг сульфата аммония, весной при посеве 100 л/га КАС-32, до посева — 100 кг аммиачной селитры. В течение вегетации на поле 91 га 8 июня подкормки: 5 кг/га Карбамид + 1 кг/га $MgSO_4$ + 1 л/га Гуминатрин + 0,5 л/га Полидон комплекс Ж. На поле 100 га проведена двукратная подкормка: первая — 9 июня, 5 кг/га Карбамид + 1 кг/га $MgSO_4$ + 1 л/га Гуминатрин + 1 кг/га Агромастер и вторая — 15 июня, 5 кг/га Карбамид + 1 кг/га $MgSO_4$ + 1 л/га Гуминатрин + 0,5 л/га Полидон комплекс Ж.

На полях 60 и 124 га вносили до посева осенью 150 кг/га сульфата аммония, КАС-32 — по 100 л/га при посеве и проводили две подкормки. На поле 60 га: первая 28 июня — 5 кг/га Карбамид + 1 кг/га $MgSO_4$ + 1 л/га Гуминатрин; вторая 7 июля — так же как в первую, только добавлен 1 кг/га Агромастер. На поле 124 га: первая подкормка 23 июня — 5 кг/га Карбамид + 1 кг/га $MgSO_4$ + 1 л/га Гуминатрин, вторая 7 июля — то же + Полидон комплекс Ж в 0,5 л/га.

На всех полях применяли гербицид Родимич, ВР в дозе 0,75 л/га в основном однократно: 25 мая — на поле 91, 26 мая — на поле 60 га, на поле 124 га — 7 июня, а на поле 60 га гербицидная обработка проводилась дважды — 7 и 15 июня. На этом же поле 60 га 15 июня обрабатывали инсектицидом Шарпей, МЭ по 0,14 л/га, и дважды — Борей, СК: 23 июня и 7 июля, в дозе 0,1 л/га. На остальных полях Шарпей, МЭ и Борей, СК применяли однократно.

Таблица 35

Агрохимические свойства почвы

Глубина, см	С, %	мг/100 г почвы		мг/кг почвы		мг.экв./100 г					Мг/кг почвы				Запасы про- дуктивной влаги, мм
		N-NO ₃	NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Mo	Mn	Cu	Zn		
Поле 60 га															
0-20	3,5	3,7	4	138	179	8,4	1,5	5,3	1,2	0,5	7,0	0,2	0,4	31,0	
20-40		1,6	3	135	106	8,9	1,9	3,5	1,7	0,5	7,8	0,1	0,5	34,0	
Поле 91 га															
0-20	2,4	3,8	4,1	238	348	7,0	1,8	7,0	6,4	1,02	0,30	6,5	0,17	30,1	
20-40		5,0	1,9	197	221	8,0	2,3	8,0	9,6	1,25	0,28	7,7	0,19	32,4	
Поле 100 га															
0-20		6,0	11,1	3,1	227	419	2,6	5,9	3,58	0,3	6,5	0,17	0,32	41,9	
20-40		6,2	23,0	2,5	165	162	2,4	21,5	3,1	0,3	7,2	0,16	0,4	46,8	
Поле 124 га															
0-20	2,6	5,7	14,8	15,6	165	280	7,8	1,5	5,8	1,68	0,4	6,2	0,15	0,31	32,6
20-40		5,7	6,3	3,8	150	126	9,0	1,5	6,5	0,99	0,27	7,3	0,16	0,48	35,2

Исходя из характеристики свойств почвы (табл. 35), можно отметить, что содержание гумуса находилось в пределах 2,4–3,5%, это относит почвы к низкогумусным (<4%). Менее гумусированы почвы полей 91 и 124 га. По величине pH_c на всех полях реакция почвы близкая к нейтральной — pH 5,6–6,2.

Нитратным азотом более обеспечены поля 100 и 124 га, где его содержание в пахотном слое 11,1–14,8 мг/кг, против 3,7–3,8 мг/кг на остальных полях. $N-NH_4$, кроме поля 124 га, находится в меньшем количестве, чем $N-NO_3$. Поля с яровым рапсом неодинаково обеспечены подвижным фосфором — очень высокой обеспеченностью характеризуются поля 91 и 100 га, где его количество 227–238 мг/га в слое 0–20 см, на других полях она повышенная или близкая к высокой. По содержанию обменного калия она в основном очень высокая (200–419 мг/кг — поля 91, 100 и 124 га) или высокая (178,5 — на поле 60 га).

Почвы отличаются по содержанию Са и Mg (табл. 35). Его сравнительно больше на поле 100 га — 16,5 мг-экв/100 г против 7–8,4 мг-экв/100 г на остальных. Уровень содержания магния близок по полям и варьирует в пределах 1,5–2,6 мг-экв/100 г. Уровень содержания подвижной серы в основном низкий — 5,3–5,9 мг/кг (<6) и только в почве на поле 91 га он средний — 7 мг/кг (7–12).

Как видно из данных содержания микроэлементов по полям, они довольно значительно варьируют: по В — от 1,2 до 6,4 мг/кг при самых низких значениях (1,2–1,68) на полях 60 и 124 га. Самое высокое содержание — 6,4 мг/кг характерно для поля 91 га. Количество молибдена колеблется от 0,3 до 1,2 мг/кг и также более высокое на поле 91 га. Содержание марганца меняется в пределах от 0,3 до 7 мг/кг при минимальном значении на поле 91 га. Количество меди в пределах 0,15–0,2 мг/кг характерно для полей 60, 100 и 124 га и только на поле 91 га его содержание 6,5 мг/кг. Подвижного цинка в почвах полей обнаружено 0,17–0,4 мг/кг, что характеризует обеспеченность почв цинком как низкую (<2 мг/кг).

В целом по содержанию подвижных форм изученных микроэлементов в почвах наблюдается высокая обеспеченность бором и молибденом, низкая — марганцем, цинком и, кроме поля 91 га, медью.

В таблице 36 представлены погодные условия вегетационного периода 2021 г., исходя из которых в 3-й декаде мая, 2-й — июня, 1-й

и 3-й — июля и 2-1 и 3-й — августа осадки варьировали от 0 до 0,3 мм, что характеризует погодные условия как острозасушливые.

Таблица 36

Метеорологические условия по данным ГМС Ребриха, 2021 г.

Показатель/ декады	Май			Июнь			Июль			Август			За вегетацию	% к норме
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
Осадки, мм	0	5	1	10	6	44	3	19	6	30	3	0,3	127	66,8
ГТК	0	0,3	0,1	0,6	0,3	3,0	0,1	1,0	0,3	1,5	0,2	0	0,60	0,94

И даже при таких больших перепадах увлажнения применение средств защиты растений, удобрений и подкормок помогло сформировать достаточно высокий урожай семян новых гибридов (табл. 37). Урожайность по полям получена в пределах 2,32–2,71 т/га. Гибрид НИКСХ213КЛС по полям дал урожайность 2,32–2,57 т/га с выходом масла 1,11–1,23 т/га. Выше урожайность (2,56–2,57 т/га) получена при внесении меньшей дозы азота, в то время как по более высокой дозе — N_{108} кг/га д.в. урожайность сформировалась ниже — 2,32 т/га.

Таблица 37

Сравнительная оценка урожайности и выхода масла у гибридов при разном уровне азотного питания

Варианты	Поле, S га	Гибрид	Внесено, кг N д. в.	Урожайность, т/га	Ориентировочный выход масла, т/га*
N_{74}	60	НИКСХ213КЛС	78,6	2,57	1,23
N_{108}	91	НИКСХ213КЛС	112,6	2,32	1,11
N_{108}	100	Пионер ПР 46x75	112,6	2,71	1,30
N_{74}	124	НИКСХ213КЛС	78,6	2,56	1,23

*) Масличность варьировала в пределах 47–49%.

Гибрид Пионер ПР 46x75 более эффективно отреагировал на внесение азота в дозе 108 кг/га д.в.: урожайность равна 2,71 т/га, а выход масла — 1,3 т/га.

Обобщая результаты производственных посевов гибрида НИКСХ213КАС, можно отметить, что она составляла 2,32–2,57 т/га, или в среднем по всем полям 2,54 т/га, при внесении дозы $N_{78,6}$ — 2,56 т/га, а N_{108} — 2,32 т/га.

Оба гибрида обеспечили в условиях острозасушливого года получение высокой продуктивности.

1.8. Зависимость урожайности семян рапса от свойств почвы, содержания макро- и микроэлементов в семенах

Влияние свойств почвы, элементов структуры урожая и содержания питательных элементов в семенах на урожайность определяли, используя информационно-логический анализ, не требующий линейности, метричности и позволяющий анализировать процессы и явления непосредственно в природной обстановке. Он позволяет выявить область значения изучаемого фактора (специфическое состояние), определить меру зависимости от каждого параметра и их совокупность [88].

При использовании информационного-логического анализа и установленных значений по свойствам почв, содержания элементов питания, белка, масла в семенах рапса были получены определенные значения коэффициентов передачи информации (К) (табл. 38). Чем выше данный коэффициент, тем сильнее зависимость между изучаемыми факторами.

Таблица 38

Коэффициенты передачи информации (К)

Взаимосвязь	Слой почвы, см	К
Урожайность и влажность почв в цветение	0–20	0,4252
	0–40	0,6319
$N-NO_3$	0–20	0,2028
P_2O_5	0–20	0,3405
K_2O	0–40	0,2358

Окончание таблицы 38

Взаимосвязь	Слой почвы, см	К
	Элемент питания	
Урожайность и содержание в семенах	N	0,2685
	P ₂ O ₅	0,1946
	K ₂ O	0,3249
	S	0,5089
Урожайность и микроэлементы	Fe	0,6500
	Cu	0,4174
	Zn	0,2889
	Mn	0,4174
	Mo	0,5596
	B	0,5700
Урожайность	и масса 1000 семян	0,2029
	белок	0,3763
	масличность	0,2254
Густота	количество стручков	0,4156
Урожайность	количество стручков	0,4837

Значения К говорят о том, что на формирование урожайности семян в условиях 2021 г. наибольшее влияние оказала влажность почвы в период цветения в слое 0–40 см (К = 0,6319) и влажность в слое 0–20 см (К = 0,4252). С содержанием нитратного азота в период стеблевания в слое 0–20 см К = 0,2028, а с подвижным фосфором связь более значительна: К = 0,3405. Влияние количества обменного калия в почве на урожайность проявляется по слою 0–40 см: К = 0,2358.

Влияние свойств почвы можно выстроить в ряд в убывающем порядке:

$$y = \frac{0,6319}{W_{0-40}} > \frac{0,4252}{W_{0-20}} > \frac{0,3405}{P_2O_{5_{0-20}}} > \frac{0,2358}{K_2O_{0-20}} > \frac{0,2028}{NO_{3_{0-20}}}$$

Цветение Стеблевание Стеблевание Стеблевание Стеблевание... Стеблевание

По содержанию макроэлементов в семенах можно построить ряд:

$$\frac{0,5089}{S} > \frac{0,3249}{K_2O} > \frac{0,2685}{N} > \frac{0,1946}{P_2O_5},$$

наибольшее влияние оказывает содержание серы в семенах.

По содержанию микроэлементов в семенах с урожайностью получен ряд:

$$\frac{0,6500}{Fe} > \frac{0,5700}{B} > \frac{0,5596}{Mo} > \frac{0,4174}{Cu} > \frac{0,4174}{Mn} > \frac{0,2889}{Zn}.$$

А общее расположение макро-и микроэлементов в семенах выстраивается в ряд в порядке убывания коэффициента:

$$\begin{aligned} \frac{0,6500}{Fe} > \frac{0,5700}{B} > \frac{0,5596}{Mo} > \frac{0,5089}{S} > \frac{0,4174}{Cu} = \\ = \frac{0,3249}{K_2O} > \frac{0,2889}{Zn} > \frac{0,2685}{N} > \frac{0,1946}{P_2O_5} \end{aligned}$$

Связь между накоплением белка, масла и массы 1000 семян и урожайностью представлено рядом:

$$\frac{0,3763}{\text{Белок}} > \frac{0,2254}{\text{Масличность}} > \frac{0,2029}{\text{Масса 1000 семян}}.$$

Количество белка с урожайностью связано в большей степени, чем содержание масла. Урожайность меньше зависит от массы 1000 семян.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

— Согласно полученным данным в семенах ярового рапса содержание азота варьировало в пределах 2,8–4,46% и в среднем — 3,39%, фосфора — от 0,51 до 0,82% (в среднем 0,66%), калия — от 0,59 до 0,96% (в среднем 0,79%), серы — от 0,09 до 0,38% (в среднем 0,18%). Количество микроэлементов в мг/кг семян находилась в пределах: Fe — 21,2–50,37 (в среднем 40,68), Cu — 0,58–2,52 (в среднем 1,65), Zn — 8,5–22,67 (в среднем 17,1), Mn — 10,4–32,84 (в среднем 25,38), Mo — 0,087–0,128 (в среднем 0,13), Co < 0,04, B — 1,34–8,02 (в сред-

нем 4,95). Под влиянием удобрений резко возрастал их вынос микроэлементов.

— Из свойств почвы наибольшее влияние оказывают полевая влажность в фазу цветения, содержание подвижного фосфора, нитратного азота и обменного калия в пахотном слое в период стеблевания.

— Урожайность находится в тесной взаимосвязи с содержанием в семенах серы, калия, азота и фосфора, а из микроэлементов с — Fe, В, Мо, Cu, Mn и Zn.

— Содержание белка в большей степени связано с величиной урожайности, чем масла.

— Из элементов структуры величина урожайности в большей степени связана с количеством стручков, которые, в свою очередь, с густотой стояния растений.

— При внесении под рапс гибрида Люмэн КЛ в Предгорной зоне разных сочетаний КАС-32, ЖКУ, сульфата аммония, диаммофоски и сульфоаммофоса по сравнению с контролем урожайность семян увеличивается в 1,2–1,6 раза, выход белка — в 1,8–2,5 раза, а масла — в 1,3–2,4 раза. Наибольший эффект получен при внесении КАС-32 150 л/га + 60 кг/га сульфата аммония + ЖКУ 100 л/га + сульфоаммофос 50 кг/га, что обеспечивает урожайность семян более 5 т/га, выход белка — 1,4 т/га, масла — 2,77 т/га, это превосходит контроль в 1,7; 2,5 и 1,8 раза. Чистый доход по этому варианту 224,7 тыс. руб./га, а уровень рентабельности 564%.

— Припосевное внесение разных сочетаний КАС-32, сульфата аммония и диаммофоски ($N_{46}P_{21}K_{21}S_{7,2}$; $N_{71}P_{26}K_{26}S_{14}$; $N_{92}P_{26}K_{26}S_{19}$ и $N_{10}P_{26}K_{26}$) при возделывании гибрида Культус КЛ в Приобской зоне обеспечило повышение урожайности семян в 1,17–1,34 раза, выход белка — в 1,08–1,23 раза и масла — в 1,17–1,38 раза. Наиболее эффективно сочетание $N_{71}P_{26}K_{26}S_{14}$ (КАС-32 114 л/га, 1 ц диаммофоски и 60 кг сульфата аммония), по которому урожайность составила 3,72 т/га, выход белка — 0,712 т/га, а масла — 1,8 т/га. Чистый доход — 143 868 руб./га при уровне рентабельности 313,77%.

— Проведенный анализ урожайности по трем гибридам, Солар КЛ, Культус КЛ и Сальса КЛ, в условиях Приобской зоны на полях с рекомендованной нормой припосевного внесения удобрений (КАС-

32 70 л/га + 80 кг/га диаммофоски — $N_{38}P_{21}K_{21}$) в ООО «Орбита» показал, что на фоне применения средств защиты растений в условиях засушливого года по гибриду Солар КЛ получен урожай семян 3,25 т/га, по Культиус КЛ — 2,65 т/га и по Сальса КЛ — 2,51 т/га с получением чистого дохода 84,66–120,7 тыс. руб./га и уровня рентабельности 195,3–267,9%. Большая эффективность получена от возделывания гибрида Солар КЛ.

— Возделывание различных гибридов ярового рапса после зерновых с остатками соломы до 6 т/га и внесением сульфата аммония, аммиачной селитры и диаммофоски в сочетании $N_{102}P_{39}K_{39}S_{60}$ обеспечивает на оподзоленных черноземах Центральной зоны края получение по гибриду Миракль КЛ урожайности семян 2,23 т/га с выходом белка 0,375 т/га и масла — 1,074 т/га, по гибриду Культиус КЛ — 2,53 т/га семян, 0,534 т/га белка и 1,05 т масла; по гибриду Смилла КЛ сформировал урожайность семян 2,28–2,75 т/га и обеспечил выход белка в пределах 0,504–0,603 и масла — 0,886–1,133 т/га, по гибриду Циклус КЛ — урожайность 2,65 т/га, выход белка 0,548 и масла — 1,023 т/га. Самая низкая продуктивность получена по гибриду Солар КЛ — 1,7 т/га, что обусловлено низким уровнем плодородия почвы на поле, где возделывался гибрид.

— Внесение под гибриды ярового рапса Пионер 46×75 и НИИСХ 213 КЛ сульфата аммония, КАС-32, аммиачной селитры в дозах $N_{78,6}$ и $N_{112,6}$ и 1–2 подкормок баковой смеси из мочевины, сульфата магния, Гуминатрина, Агромастера, Полидон-комплекса Ж на почвах с разной обеспеченностью макро- и микроэлементами позволило на трех полях по гибриду НИИСХ 213 КЛ получить урожайность семян в пределах 2,32–2,57 т/га. На поле с высокой обеспеченностью микроэлементами и азотом при внесении $N_{112,6}$ она ниже, чем по дозе $N_{78,6}$ по менее обеспеченным элементам питания полям. Гибрид Пионер 46×75 сформировал урожайность 2,71 т/га при внесении $N_{112,6}$.

— При изучении динамики подвижных питательных веществ в почве под рапсом просматривается его мобилирующее влияние на обеспеченность подвижным фосфором, определенным методом Чирикова. Начиная с фазы бутонизации — цветения количество доступных фосфатов в слое 0–40 см увеличивается на всех вариантах по сравнению с первым сроком.

Глава 2

ЛЕН МАСЛИЧНЫЙ

2.1. Анализ посевных площадей и урожайности семян льна масличного в Алтайском крае

По данным статистической отчетности за 2015–2020 гг. лен масличный межеумочного типа в Алтайском крае занимал от 43,4 до 141,6 тыс. га с возрастающей линией тренда [108]. Отмечалось некоторое снижение размера посевных площадей в 2017 г. Резкое их увеличение произошло в 2020 г. (в 1,6 раза) по сравнению с 2019 г., и в 2,6 раза по сравнению с 2015 г. Урожайность семян льна в хозяйствах края варьировала от 6,8 до 11,0 ц/га с более высокими показателями в 2017–2018 гг. (рис. 12), в сельхозорганизациях — 7,5–11,6 ц/га (рис. 13).

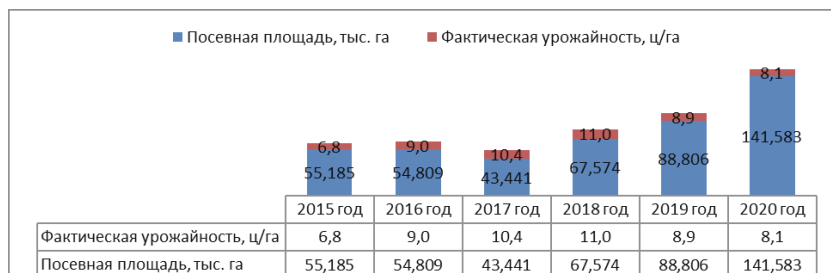


Рисунок 12 — Посевные площади и урожайность льна масличного во всех категориях хозяйств Алтайского края

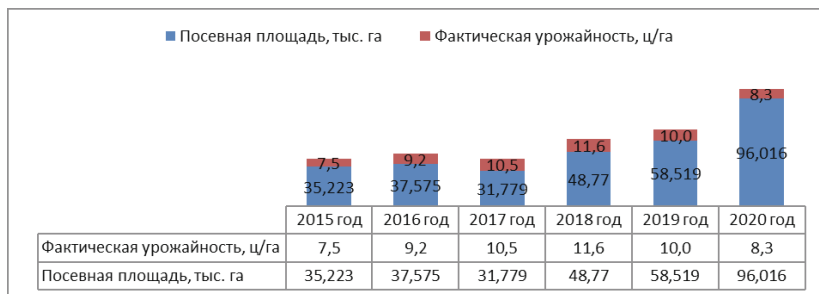


Рисунок 13 — Посевные площади и урожайность льна масличного в сельскохозяйственных организациях Алтайского края

Доля площади, занятой под льном масличным, в КФХ и ИП составляла 26,8–36,2%. Урожайность — от 5,6 до 10,0 ц/га (рис. 14). В большинстве зон края наименьшая урожайность семян льна масличного была получена в 2020 г., что связано с большой засухой вегетационного периода по сравнению с другими годами.



Рисунок 14 — Посевные площади и урожайность льна масличного в крестьянских (фермерских) хозяйствах и у индивидуальных предпринимателей

В настоящее время лен возделывают на площади 209,1 тыс. га в 31 районе края во всех почвенно-экономических зонах (рис. 15).

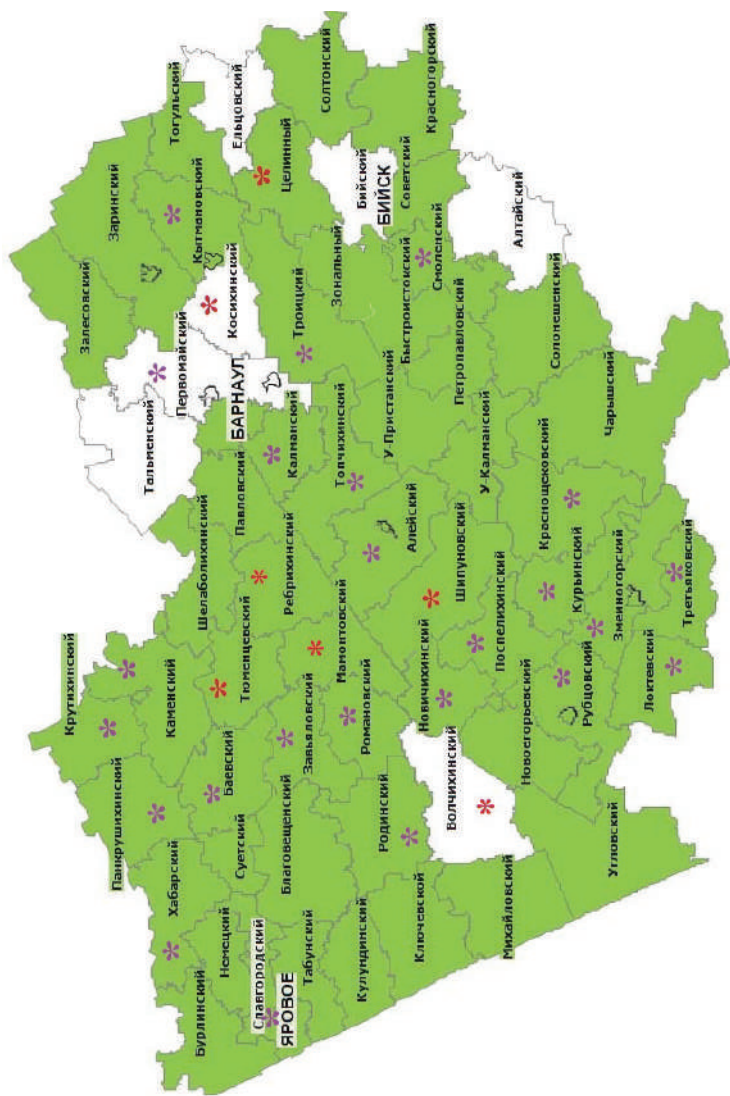


Рисунок 15 — Карта Алтайского края с размещением льна масличного:
 * — районы возделывания льна масличного; * — районы заложения опытов

Наибольшие площади заняты под ним в *Приобской зоне* края [108] — от 7,5 до 36,0 тыс. га (рис. 14). Основные площади располагались в Романовском (0,6–7,4 тыс. га), Мамонтовском (2,6–6,5 тыс. га), Панкрушихинском (0,3–5,8 тыс. га), Каменском (2,5–5,1 тыс. га), Крутихинском (1,3–3,6 тыс. га), Тюменцевском (0,2–3,9 тыс. га), Ребрихинском (1,9–4,4 тыс. га) районах. Посевные площади в других районах составляли от 0,2 до 1,8 тыс. га. Стабильно высокая урожайность отмечалась в Мамонтовском (9,3–20,3 ц/га), Панкрушихинском (6,6–16,4 ц/га), Крутихинском (5,9–16,0 ц/га) районах.

В *Кулундинской зоне* площади под льном масличным составляли от 0,2 до 7,9 тыс. га, при этом урожайность варьировала от 5,54 до 7,95 ц/га (рис. 14). Основные районы, возделывающие лен масличный: Родинский, Хабарский, Волчихинский, Михайловский и Немецкий национальный. Наибольший прирост посевных площадей под этой культурой отмечался в 2020 г. И лидером был Родинский район (6,5 тыс. га), но при этом в районе сложилась наименьшая урожайность. Достаточно стабильным по льносеянию был Хабарский район. Здесь ежегодно высевали лен масличный, получая достаточно высокую урожайность — 5,7–9,6 ц/га. В 2018 г. по урожайности выделился Волчихинский район, где она составляла 12,5 ц/га.

В *Алейской зоне* посевные площади под льном-кудряшом составляли от 1,0 тыс. га в 2017 г. до 21,0 тыс. га в 2020 г. Урожайность семян — 5,53–10,72 ц/га с максимумом в 2019 г. (рис. 14). Наибольшие площади подо льном масличным в Шипуновском (0,4–5,3 тыс. га), Новичихинском (1,9–5,2 тыс. га), Алейском (0,1–3,4 тыс. га), Поспелихинском (0,3–3,0 тыс. га) районах. В остальных районах Алейской зоны — от 0,1 до 1,9 тыс. га. По урожайности выделялись Курьинский — 4,0–26,4 ц/га, Алейский — 8,6–12,0 ц/га и Шипуновский — 7,4–10,5 ц/га районы.

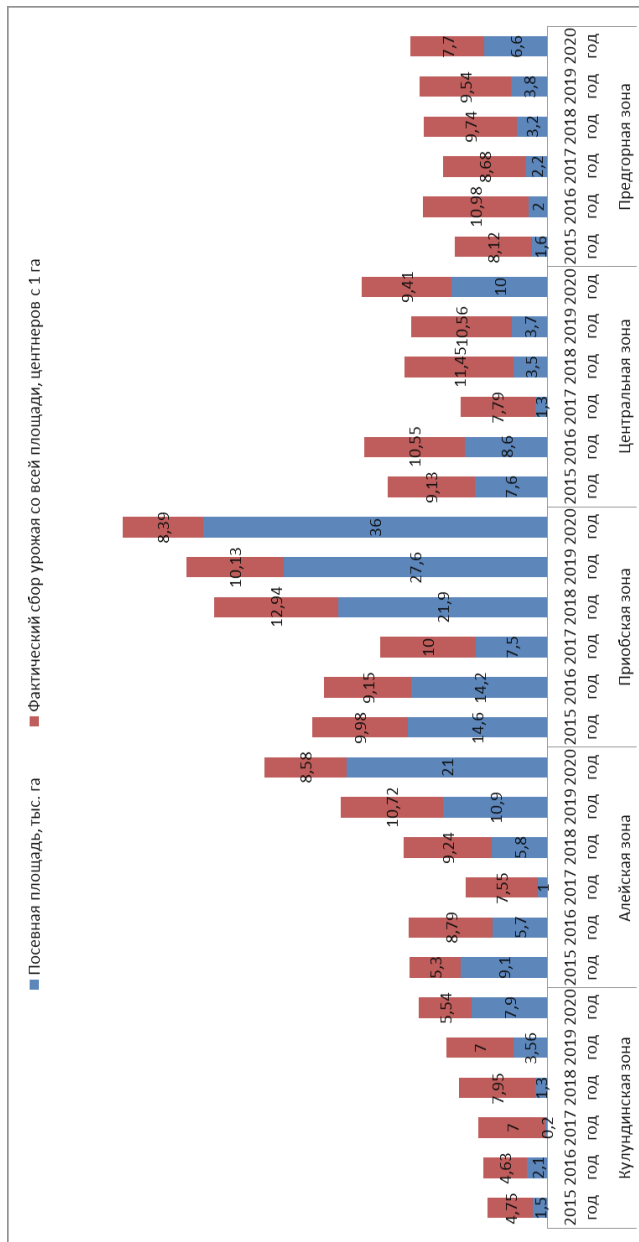


Рисунок 16 — Динамика распределения посевных площадей и урожайности льна масличного в сельскохозяйственных организациях по зонам Алтайского края

В *Центральной зоне* площади подо льном масличным занимали от 1,0 до 10,0 тыс. га [108]. Отмечено резкое увеличение посевных площадей под этой культурой (в 2,6 раза) в 2020 г. (рис. 16). Урожайность льна масличного составляла от 7,79 до 11,45 ц/га. Основные районы, занимающиеся возделыванием льна в Центральной зоне, — Кытмановский (3,4–6,3 тыс. га), Первомайский (0,2–2,5 тыс. га), Топчихинский (0,3–2,3 тыс. га), Калманский (0,2–2,0 тыс. га). В Залесовском, Заринском, Косихинском, Троицком, Усть-Калманском и Усть-Пристанском районах посевные площади под культурой составляли 0,14–1,3 тыс. га. Здесь достаточно высокую урожайность получали в Калманском (6,7–16,7 ц/га), Троицком (7,5–13,1 ц/га) и Первомайском (5,2–16,0 ц/га) районах.

В *Предгорной зоне* Алтайского края по годам было достаточно стабильное отведение посевной площади под лен масличный: от 1,6 тыс. га в 2015 г. до 3,7 тыс. га в 2019 г. В 2020 г. площади увеличились в 1,7 раза, до 6,54 тыс. га (рис. 14). Урожайность составляла 7,70–10,9 ц/га. Основные районы [108], занимающиеся возделыванием льна масличного, — это Третьяковский (1,5–3,9 тыс. га), Змеиногорский (0,09–1,8 тыс. га) и Целинный (0,07–0,4 тыс. га). В Тогульском районе под эту культуру в 2017 г. было отведено 40 га, в Смоленском в 2020 г. — 600 га. Лидером по урожайности в Предгорной зоне является Целинный район (11,7–21,7 ц/га), в котором высеваются новые сорта льна с высокой потенциальной урожайностью и применением удобрений.

2.2. Влияние метеорологических условий на урожайность семян льна

В главе 1.1 была дана характеристика зон по почвенно-климатическим условиям, согласно которой *Кулундинская зона* является наиболее засушливой, с наименьшим количеством осадков и ГТК.

Зональные почвы — темно-каштановые, каштановые, южные черноземы и их солонцеватые разновидности, легкосуглинистые и супесчаные, реже суглинистого состава. Почвы низкогумусированы

и характеризуются недостаточной обеспеченностью и имеют высокое и очень высокое содержание фосфора и обменного калия на площади более 80%, низко обеспечены Zn, Cu, Mn, Mo, высоко — B [4].

Для получения более высокой урожайности льна в зоне при внедрении ресурсосберегающей технологии его возделывания необходимо сохранять влагу и оптимизировать питание, прежде всего азотом и микроэлементами.

Алейская зона также отличается засушливостью климата.

Зона объединяет почвенно-климатические зоны черноземов засушливой и умеренно-засушливой степи края. Почвенный покров в распространенных южных, обыкновенных и выщелоченных черноземах, содержание гумуса менее 4% на 38,5% площади пашни, практически отсутствуют почвы с кислой реакцией, меньше половины площади почв с высокой и очень высокой обеспеченностью фосфором, высокая обеспеченность обменным калием в основном всех почв (84,4%) [4].

Для оптимизации питания льна в зоне наряду с сохранением влаги, повышением запасов органического вещества в почвах необходимо применение азотных, фосфорных удобрений и микроудобрений.

Приобская зона вполне благоприятна для возделывания льна масличного, как по тепло-, так и по влагообеспеченности, но, как указывалось ранее, каждый третий год может быть острозасушливым. Основные типы почв недостаточно обеспечены азотом и фосфором почти на половине пашни и, как и в Алейской зоне, более обеспечены калием и недостаточно — микроэлементами.

Центральная зона, более влагообеспеченная, но с меньшей суммой положительных температур — также пригодна для возделывания масличного льна, а ее основные пахотные почвы: оподзоленные, выщелоченные, обыкновенные черноземы, на 40% пашни являются низкогумусированными (гумуса менее 4%), больше чем на треть — слабокислыми, половина пашни со средней и повышенной обеспеченностью фосфором и более высокой — калием, дефицитом микроэлементов (особенно Zn и B), нуждаются в регулировании минерального питания как макро-, так и микроэлементами [4].

Предгорная зона, как более влагообеспеченная, с распространением черноземов оподзоленных, выщелоченных и серых лесных почв,

более богатых гумусом, но имеющих в настоящее время самые меньшие площади с высокой обеспеченностью фосфором, калием и микроэлементами, нуждается в регулировании питательного режима, так как в этой зоне можно получать высокие урожаи льна масличного путем внесения комплексных удобрений, содержащих все элементы питания [4].

Общий анализ почвенно-климатических условий по зонам края свидетельствует, что они вполне соответствуют биологическим особенностям льна масличного для его возделывания, но требуют применения удобрений и повышения уровня плодородия почв.

Анализируя метеорологические данные за 2015–2021 гг. (рис. 17, 18) и урожайность льна масличного по зонам, можно отметить их значительные различия как по зонам, так и по годам (табл. 39).

Таблица 39

**Гидротермический коэффициент за вегетацию
(ГТК_{май-август}) по зонам Алтайского края за 2015–2021 гг.**

Зона края	Среднее много-летнее	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Кулундинская	0,77	0,65	0,73	0,94	1,04	0,54	0,56	0,56
Приобская	0,95	0,93	0,86	1,22	1,18	0,66	0,74	0,79
Алейская	0,94	0,75	1,18	0,88	1,25	0,75	0,55	0,97
Центральная	1,12	0,96	1,08	1,23	1,32	0,93	0,75	0,88
Предгорная	1,47	1,16	1,35	1,45	1,49	1,59	1,16	0,99

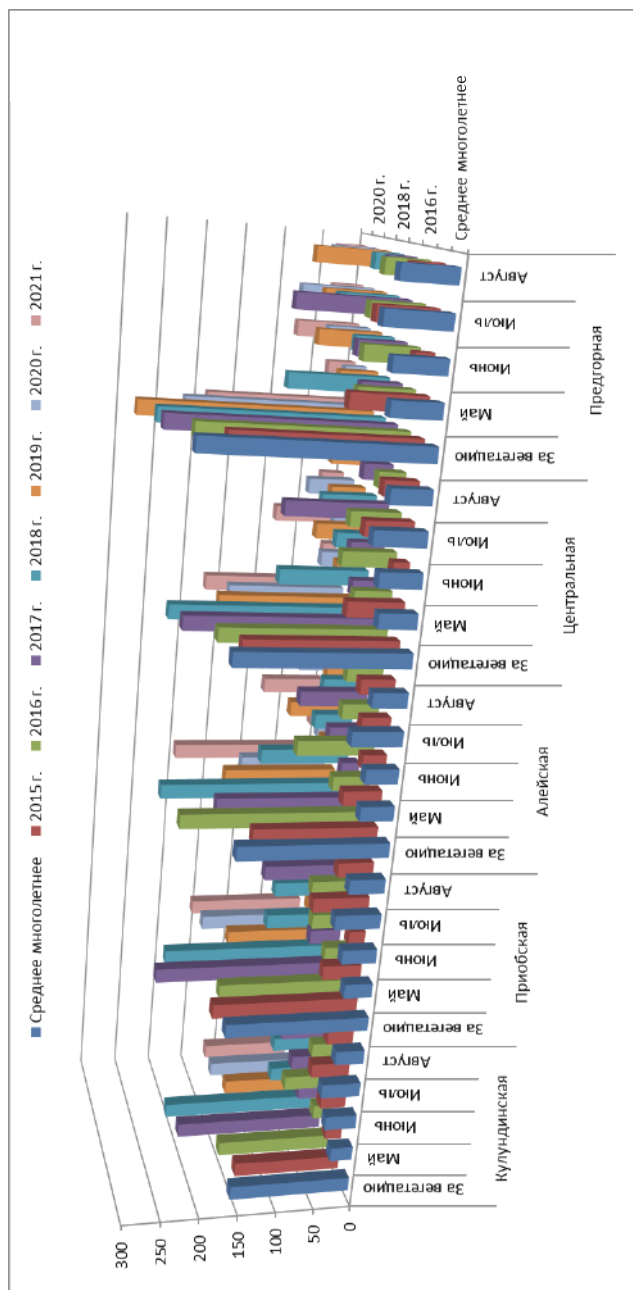


Рисунок 17 — Среднее количество осадков по зонам Алтайского края, 2015–2021 гг., мм

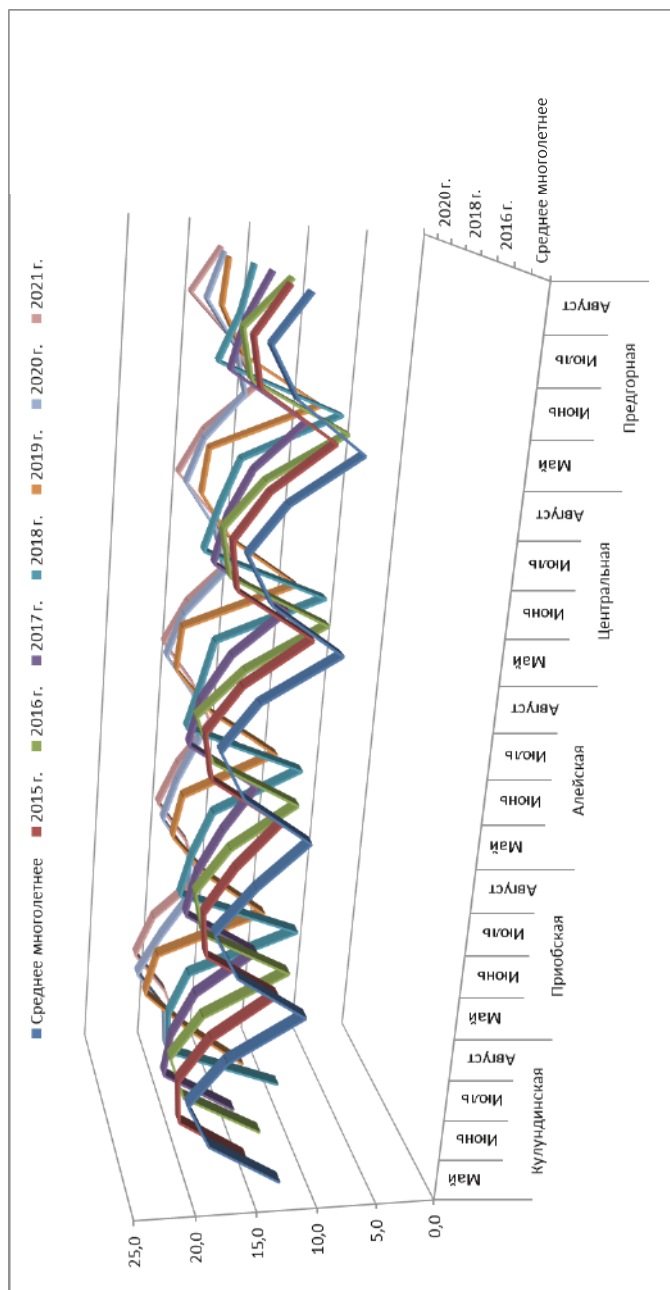


Рисунок 18 — Средняя температура воздуха по зонам Алтайского края, 2015–2021 гг., °С

По ГТК территория подразделяется:

ГТК > 1,6 — хорошо увлажненная

ГТК 1,6–1,4 — увлажненная

ГТК 1,4–1,2 — достаточно увлажненная

ГТК 1,2–1,0 — недостаточно увлажненная

ГТК 1,0–0,81 — слабая засуха

ГТК 0,8–0,61 — средняя засуха

ГТК 0,6–0,31 — сильная засуха

ГТК < 0,3 — очень сильная засуха

По данным урожайности и показателя ГТК за 2015–2020 гг. был рассчитан коэффициент корреляции по зонам (табл. 40).

Таблица 40

Коэффициент корреляции (r) урожайности льна масличного по зонам края с гидротермическим коэффициентом

Культура	Кулундинская зона	Алейская зона	Приобская зона	Центральная зона	Предгорная зона
Лен	0,56	0,18	0,59	0,14	0,56

В Кулундинской зоне наиболее острозасушливыми были 2019, 2020, 2021 гг. В 2017 и 2018 гг. осадков выпало в 1,3 раза больше нормы, что редко бывает в Кулундинской зоне (рис. 15). За счет общего недостатка влаги (ГТК 0,54–1,0; табл. 38), характерного для зоны, отмечается тесная корреляционная связь между гидротермическим коэффициентом (ГТК) и урожайностью семян льна масличного, $r = 0,56$ (табл. 39).

В Алейской зоне — 2015 и 2019 гг. были средне-, а 2020-й — сильнозасушливым. Гидротермический коэффициент по годам составлял 0,55–0,75 (табл. 38). Связь урожайности льна с ГТК слабая — $r = 0,18$ (табл. 39).

В Приобской зоне достаточно увлажненными были 2017 и 2018 гг. ГТК — 1,18–1,22. Близок к среднемноголетнему уровню 2015 г. — ГТК 0,93, а 2019, 2020, 2021 гг. характеризовались средней засухой. ГТК с урожаем льна находится в средней корреляционной связи ($r = 0,59$).

В Центральной зоне 2015, 2019, 2020 и 2021 гг. характеризовались как слабозасушливые — ГТК 0,75–0,96, а 2017 и 2018 гг. — достаточно увлажненные (табл. 39). В этой зоне отмечена слабая реакция льна на распределение осадков по месяцам. Коэффициент корреляции с ГТК — 0,14 (табл. 40).

В Предгорной зоне недостаточно увлажненными были 2015, 2016, 2020 гг. — ГТК 1,16–1,35, и даже слабозасушливым — 2021 г. (табл. 39). В целом урожайность льна и ГТК находятся в средней коррелятивной зависимости ($r = 0,56$), но лен масличный снижает урожайность при недостатке влаги в мае.

В литературе имеется много данных о влиянии почвенно-климатических условий, количества осадков, температуры, ГТК на формирование урожайности льна масличного и показатели качества у разных сортов.

Так, А. С. Бушнев, С. П. Подлесный и др. отмечали в годы исследований (2017–2020) сильное варьирование количества осадков и температуры по месяцам и годам в течение вегетации, и в итоге формирование урожайности семян — от 0,8 до 1,39 т/га (средняя 1,17 т/га), при незначительном варьировании масличности (45–45,7%) сбор масла составил 0,32–0,55 т/га (в среднем 0,47 т/га) [23].

Для прохождения вегетации и формирования полноценных семян льна в Ленинградской области по их данным необходимо накопление суммы активных температур — 1834 ± 122 °С.

Для льна оптимальный ГТК за вегетацию 1,3 и 1,1, что характеризует нормальное увлажнение. Сумма активных температур варьировала от 1600 до 1963 °С.

От нормы высева зависела и полевая всхожесть. По разным нормам высева она варьировала от 23% до 62% [79].

А. В. Новиковым и др. проведены исследования в Рязанской области в течение 2017–2020 г. на темно-серой лесной почве с внесением удобрений $N_{90}P_{60}K_{60}$, с нормой высева 10 млн и подкормки в фазе всходов — начала образования елочки (не позднее 5–6 листа) $N_5P_7K_{10} + B, Zn, Cu$ в баковой смеси с инсектицидом Децис Профи, ВДГ 0,03 л/га. В опытах высевался лен сортов ЛМ-98, Исток, ВНИИМК 620, Санлин и Лирина. Годы различались по степени увлажненности: ГТК_{V-VIII} в 2017 г. — 1,45, в 2018 г. — 0,63, в 2019 г. — 0,92, в 2020 г. —

1,43. В таких условиях более высокая урожайность в среднем за годы исследований получена у сортов Исток — 2,06 т/га, Санлин — 2,05 т/га при масличности у Истока 44,7%, у ВНИИМК 620—43,9%. Установлено, что сорта ЛМ-98, Исток, ВНИИМК 620 лучше высевать в 1-ю декаду мая, сорт Санлин — в 1-й и 3-й декаде [77].

В Тюменской области в проведенных полевых опытах в 2019–2020 гг. с сортами Август и Легур были внесены нормы удобрений, рассчитанные на урожайность 2 и 3 т/га, использовали аммиачную селитру (на 2 т/га — 128 кг/га, на 3 т/га — 191 кг/га и в 2020 г. — 134 кг/га на 2 т/га и 197 кг/га — на 3 т/га, азофоска на 2 т/га — 106 кг и на 3 т/га — 156 кг). В среднем за 2 года получена урожайность по Августу 1,84 т/га на контроле и по удобрениям на 2 т — 1,98 т/га и на 3 т — 2,12 т/га. Прибавки составили 0,14 и 0,28 т/га. По Легуру соответственно 1,76; 2,01; 2,02 т/га, или выше контроля на 0,25–0,26 т/га. Количество растений было по сорту Август 515, 526 и 530 шт./м², по Легуру — 525, 547, 531 шт./м². Масличность по 1-му сорту 47,35; 43,85 и 43,85%, по 2-му — 45,8; 46,25; 45,35%.

В более увлажненном 2019 г. урожайность от удобрений повышалась более значительно: при урожайности по сорту Август и Легур 1,5–1,4 на контроле, на 2 т — 1,76–1,88 и на 3 т — 2,06–1,88 т/га, в 2020 г. на контроле — 2,13–2,15; на 2 т — 2,18–2,14; на 3 т — 2,18–2,16 т/га [51].

На примере сортов Северный, Уральский, ЛМ-98 А. П. Колотов показал вариабельность метеоусловий, продолжительность вегетационного периода, высоты растений, количества коробочек, массы 1000 семян и урожайности. Сорт Северный давал урожайность семян за 9 лет (2012–2020 гг.) от 1,61 до 2,3 т/га (коэффициент вариации 13,1%), Уральский — 1,72–2,88 т/га (17,6%), ЛМ — 98 — от 0,98 до 2,76 (26,7% варьирования).

Количество коробочек у Северного варьировало от 6,1 до 1,7 шт. (38,2% коэффициент вариации), Уральского — от 6,6 до 15,4 (30,8%), ЛМ-98 — от 6,3 до 16,9 шт. Масса 1000 семян у Северного — от 6,54 до 9 (26,9% коэффициент вариации), Уральского — 6,51–9,1 (23,9%), ЛМ-98 — 4,23–6,81 (10,8%) [86].

Наибольшее влияние на урожайность, высоту растений, число коробочек и сбор масла оказывают, по данным Л. А. Косых и А. В. Каза-

риной, сумма осадков за вегетационный период и ГТК. При увеличении ГТК повышается число семян в коробочке и сбор масла. Сумма активных температур оказывает незначительное влияние, за исключением количества коробочек на растении [53].

В многолетних опытах М. А. Носевич и И. З. Айиссотоде с возделыванием разных сортов, с разными нормами высева на фоне внесения удобрений в сочетании $N_{30} P_{40} K_{40}$ установлены оптимальные условия ГТК, нормы высева, формирование величины урожайности и масличности. Лен высевался сеялками с междурядьями 10 см.

Максимальная урожайность 3 т/га получена по норме высева 4 и 10 млн шт. у сортов Северный, Norlin, Воронежский. По годам сформировалась разная урожайность: в 2014 г. она была ниже 0,8–2,7 т/га, а в 2015 г. — от 2,3 до 4,1 т/га, или в 1,2–5,4 раза больше, что обусловлено более продолжительным периодом вегетации в 2015 г. Масличность составляла 30–41% и больше зависела от сорта [79].

По данным А. П. Колотова оптимальная густота льна для условий Среднего Урала — 570–580 шт./м² с количеством коробочек по 10–12 шт./раст., содержащих 6–7 семян. На количество коробочек большое влияние оказывают условия года: в сухие теплые годы образуются мелкие семена, а крупные — в прохладном и увлажненном году. Средняя урожайность семян сорта Уральский за 9 лет (2012–2020 гг.) составила 1,9–2,14 т/га, достигая в благоприятный год 2,3–2,88 т/га. По сравнению с Северным сорт Уральский более урожайный [51].

На величину урожайности оказывают влияние сроки и способы уборки льна. По результатам исследований С. А. Елисеева, Е. А. Ренёва выяснилось, что наибольшую урожайность льна масличного сорта Северный (1,22–1,28 т/га) обеспечивает однофазная уборка с предварительной десикацией при 50–75% бурых коробочек в посевах. Для сорта Уральский оптимальны более поздние сроки — 75–80% (побуревших коробочек) [42].

М. П. Сухопаловой определена тесная зависимость между урожайностью семян и количеством коробочек на растении ($r = 0,97$).

Посев льна сорта Уральский с междурядьем 15 см и нормой высева 8 млн семян на гектар давал урожай на 0,2 т/га больше, чем посев с той же нормой, но с междурядьем 10 см [119].

2.3. Ботанические и биологические особенности льна масличного межеумочного типа

Лен масличный межеумочного типа является однолетним одностебельным или ветвящимся у основания (2–3 стебля) растением. Корень стержневой, его основная часть находится в пахотном горизонте.

Вегетация сортов льна-межеумка в зависимости от сорта — 73–98 дней, однако в экстремальных условиях может сократиться или увеличиться на 15–20 дней [34].

Лен-межеумок может расти в широком диапазоне рН, но не переносит среднекислых (рНс 4,5–5) и солонцеватых почв, а также почв с высокой плотностью, заплывающих или супесчаных, бесструктурных.

Посевной слой почвы должен иметь мелкокомковатое сложение. Поверхность выровнена.

На одну тонну семян с соответствующим количеством соломки лен масличный потребляет из почвы: азота до 50 кг, фосфора — до 20 кг и калия до 50 кг.

Лен масличный — довольно влаголюбивое растение в первый период жизни, от всходов до цветения. В период после появления всходов он растет медленно. Потребность в воде в это время небольшая и оптимальными будут запасы продуктивной влаги в 10-сантиметровом слое 20 мм. С фазы елочки и до конца цветения нормальный рост льна и формирование его высокой продуктивности идет при запасах продуктивной влаги 30–50 мм в слое почвы 0–20 см. В этот период он может в сутки нарастать на 1,5–2 см [12].

Отсутствие осадков в период интенсивного роста стебля задерживает его рост и снижает урожайность соломки, но не оказывает решающего влияния на семенную продуктивность льна.

Наивысшая потребность в воде у льна наблюдается перед началом бутонизации и в последующие 2–3 недели (т. е. период цветения и образования коробочек). Оптимальными считают условия влагообеспеченности при выпадении не менее 100 мм осадков в период всходы — цветение (с 10–25 мая по 20–30 июня, в зависимости от срока сева льна). От всходов до цветения в зависимости от суммы положительных температур проходит 56–69 дней [12].

За вегетацию сумма положительных температур должна составлять не менее 1600 °С. Лен-межеумок зацветает при наборе суммы положительных температур 1100–1200 °С (по среднеголетним данным по районам края только за июнь — июль эта сумма составляет 1056–1135 °С).

Всходы льна в возрасте 2–3 пары настоящих листьев переносят кратковременные заморозки до –5 °С. Благоприятной температурой для льна до фазы елочка является 10–14 °С, а ко времени цветения — 15–16 °С [12].

2.4. Сорты льна масличного

Сорт Лирина

Включен в Госреестр по Волго-Вятскому (4) региону.

Длина стебля средняя. Точечность чашелистика отсутствует. Венчик в стадии бутона сине-фиолетовый, при полном развитии синий, продольная складчатость отсутствует. Тычиночная нить у вершины белая. Пыльник синеватый. Пестик у основания белый. Бахромчатость ложной перегородки имеется. Семена коричневые.

За годы испытания созрел за 81–86 дней. Средняя урожайность семян 13,1–14,9 ц/га. Содержание волокна 16,3–17,2%. Масличность 46,2%, йодное число 176–183.

Технологичный, не полегает, не осыпается. Болезнями поражался на уровне стандартов [68].

Лирина характеризуется стабильно высокой урожайностью за счет формирования большого количества коробочек с семенами. Такие свойства проявляются при густоте стояния даже несколько меньшей по сравнению с обычной. Благодаря равномерному созреванию и хорошей устойчивости к полеганию гарантируется беспроблемная уборка. Сорт отличается высоким содержанием масла [68].

Сорт Бирюза

Включен в Госреестр по Уральскому (9) и Западно-Сибирскому (10) регионам. Стебель средней длины. Точечность чашелистика от-

сутствует или очень слабая. Окраска лепестка в стадии бутона сине-фиолетовая. Окраска лепестка при полном развитии синяя. Пестик у основания белый. Коробочка среднего размера. Бахромчатость ложной перегородки коробочки имеется. Семена коричневые. Масса 1000 семян 7,4–7,9 г. Время начала цветения раннее. Содержание жира 46,5%. Средняя урожайность семян в Западно-Сибирском регионе 14,1 ц/га. Vegetационный период 99 дней. Высота прикрепления нижних ветвей 20,3 см. Устойчивость к полеганию и осыпанию 5 баллов, к засухе — 3,6 балла [19].

Сорт Исток

Включен в Госреестр по Средневожскому (7) региону. Растение высотой 62–78 см. Стебель короткий. Точечность чашелистика отсутствует. Лепесток в стадии бутона сине-фиолетовый, при полном развитии светло-синий. Пестик у основания синий. Коробочка среднего размера, бахромчатость ложной перегородки отсутствует. Семена желтые. Масса 1000 семян 5,2–6,5 г. Начало цветения среднее. Урожайность семян в Средневожском регионе 15 ц/га, выше стандарта ВНИИМК 620 на 1,3 ц/га. Созревает на 2–6 дней позже. Высота прикрепления нижних ветвей 41 см. Сорт пищевого назначения. Содержание жира в семенах 43,1%. Содержание линолевой кислоты в масле 68,2%, линоленовой — 6,8%. Устойчивость к полеганию и осыпанию 4,8 балла. За годы испытаний в полевых условиях в Средневожском регионе поражения болезнями не наблюдалось. В Центральном регионе отмечено выше среднего поражение антракнозом [45].

Сорт Северный

Сорт создан в Сибирской опытной станции ВНИИМК методом индивидуального отбора из гибридной популяции от скрещивания образца ВИР из Марокко (К-1994) и селекционной линии 157.

Внесен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в производстве по Нижневожскому, Уральскому, Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам с 1994 г.

Высота стебля к моменту созревания составляет 48–65 см. Соломка пригодна для получения короткого волокна.

Цветки и пыльники голубые, венчик плотный. Коробочка округлая, с заостренным носиком. Количество семян в коробочке — 6–9 штук. Семена яйцевидной формы, однородной коричневой окраски. Масса 1000 семян — 7,0–8,5 г. Сорт пригоден для механизированного возделывания.

Сорт раннеспелый. Vegetационный период — 70–87 дней. Благодаря раннеспелости и высокой пластичности он может возделываться от степной зоны до зоны подтайги. Раннеспелость сочетается в нем с хорошей продуктивностью, высокой масличностью семян. Урожайность семян от 1,2 до 2,5 т/га. Масличность семян 47,0–50,0%, йодное число масла 180–186 ед. Обладает высокой устойчивостью к фузариозу (90–95%), осыпанию и полеганию [100].

Сорт Янтарь

Включен в Госреестр по Волго-Вятскому (4), Средневолжскому (7) и Западно-Сибирскому (10) регионам. Стебель средней длины. Точечность чашелистика слабая. Окраска лепестка в стадии бутона синефиолетовая. Окраска лепестка при полном развитии синяя. Пестик у основания белый. Коробочка среднего размера. Бахромчатость ложной перегородки коробочки отсутствует. Семена коричневые. Масса 1000 семян 6,1–7,6 г. Время начала цветения среднее. Содержание жира 42,0%. В Западно-Сибирском регионе средняя урожайность семян 11,4 ц/га. Vegetационный период 87 дней. Высота прикрепления нижних ветвей 30,5 см. Устойчивость к полеганию и осыпанию 5 баллов, к засухе — 3,7 балла [141].

Сорт Легур

Выведен методом гибридизации сортов Союз x Старт с последующим индивидуальным отбором из 4-го поколения гибрида. Включен в Госреестр возделываемых сортов по Западно-Сибирскому региону с 1990 г. Среднеспелый, вегетационный период 84–91 день. Высота растений 45–60 см. Стебель слабоветвящийся, без опушения и антоциановой окраски. Соцветие кистевидное, цветки средней величины, окраска венчика и пыльников голубая. Коробочки округлые, с заостренным носиком средней величины, внутрикоробочные перегородки с ресничками.

Семена коричневые, яйцевидной формы, с заостренным носиком. Урожайность семян 2,0–2,2 т/га, масличность семян 48,5–51,0%, йодное число масла 185 ед. Масса 1000 семян 7,8–8,2 г. Созревает дружно. Устойчив к фузариозу, осыпанию и полеганию. Пригоден к механизированному возделыванию. Предназначен для получения высококачественного технического масла и короткого волокна. [66].

Сорт Сокол

Выведен методом многократного индивидуального отбора из гибридной популяции от скрещивания сортов [(Союз x Старт) x Рассвет]. Включен в Госреестр возделываемых сортов по Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам с 1998 г.

Среднеспелый, вегетационный период 87–92 дня. Высота растений 50–60 см. В нормальном стеблестое растения преимущественно одностебельные, стебель неопушенный, без антоциановой окраски. Соцветие кистевидное, цветки средней величины, окраска венчика и пыльников голубая. Коробочки округлые, с заостренным носиком, средней величины, внутрикоровочные перегородки с ресничками.

Семена коричневые, яйцевидной формы, с заостренным носиком. Урожайность семян 2,0–2,4 т/га, масличность семян 50–51%, йодное число масла 190 ед. Масса 1000 семян 8,0–8,5 г. Созревает дружно. Сорт устойчив к фузариозному увяданию, осыпанию и полеганию. Пригоден к механизированной уборке. Предназначен для получения высококачественного технического масла [101].

Сорт Ручеек

Выведен методом индивидуального отбора в F 5 из сложной гибридной комбинации. Включен в Госреестр по Волго-Вятскому (4) и Нижневолжскому (8) регионам.

Высота растения средняя. Точечность чашелистика отсутствует или очень слабая. Окраска венчика светло-синяя, продольная складчатость лепестка отсутствует. Окраска нити у вершины тычинки белая, пыльник сероватый, пестик у основания белый. Имеется бахромчатость ложной перегородки коробочки. Семя коричневое. Масса 1000 семян 5,8–7,3 г. Урожайность за годы испытания 14,3–8,9 ц/га, на 3,1–0,6 ц/га выше стандарта.

Содержание жира в семенах в среднем 49,0%, олеиновой кислоты — 17,7%, линоленовой — 13,7%, линолевой — 60,1%. Йодное число 186. Слабо поражался фузариозом [96].

Сорт Август

Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) региону. Рекомендован для возделывания в Омской области. Стебель средней длины. Точечность чашелистика отсутствует или очень слабая. Окраска венчика в стадии бутона сине-фиолетовая, при полном развитии синяя. Пестик у основания синий. Коробочка среднего размера. Бахромчатость ложной перегородки коробочки отсутствует. Семена коричневые. Время начала цветения среднее. Содержание жира 49,8%.

Поражения болезнями не наблюдалось.

Сорт среднеспелый, продолжительность вегетационного периода — 87–100 суток, хорошо адаптирован к почвенно-климатическим условиям Сибири. Высота растений 55–70 см. Высота прикрепления нижних ветвей 28,5 см. Устойчивость к засухе — 4,0 балла. Масличность 51,0–52,5%, величина йодного числа 179 единиц, масса 1000 семян 7,6–8,0 г. Созревает дружно. Средняя урожайность семян в регионе 15,3 ц/га, у стандарта — 14,7 ц/га. [2].

Сорт Серпент

Включен в Госреестр по Волго-Вятскому (4) региону. Стебель средней длины. Точечность чашелистика отсутствует или очень слабая. Окраска венчика в стадии бутона сине-фиолетовая, при полном развитии светло-синяя. Пестик у основания белый. Коробочка среднего размера. Бахромчатость ложной перегородки коробочки имеется. Семена темно-коричневые. Время начала цветения среднее. Содержание жира 44,5%. Средняя урожайность семян в регионе 10,9 ц/га, у стандарта — 9,5 ц/га. Масса 1000 семян 6,2 г. Вегетационный период 97 дней. Высота прикрепления нижних ветвей 31,5 см. Устойчивость к осыпанию 4,2 балла. За годы испытания в полевых условиях региона поражения болезнями не наблюдалось [105].

Сорт РФН

Включен в Госреестр по Волго-Вятскому (4), Центрально-Черноземному (5) и Западно-Сибирскому (10) регионам. Рекомендован для возделывания в Нижегородской, Новосибирской областях и Пермском крае.

Стебель средней длины. Точечность чашелистика отсутствует или очень слабая. Окраска венчика в стадии бутона сине-фиолетовая, при полном развитии светло-синяя. Пестик у основания белый. Коробочка маленькая — средняя. Бахромчатость ложной перегородки коробочки имеется. Семена коричневые. Время начала цветения среднее.

В Западно-Сибирском регионе содержание жира в семенах 45,6%. Средняя урожайность семян 16,1 ц/га, у стандарта — 16,6 ц/га. Масса 1000 семян 7,1 г. Вегетационный период 93 дня. Устойчивость к осыпанию 5,0 балла, к засухе — 3,5 балла. Максимальная урожайность семян (25,4 ц/га) получена на Москаленском ГСУ Омской области в 2017 г. За годы испытания в полевых условиях региона поражения болезнями не наблюдалось [97].

Сорт Лен ND, Канада

Высота стебля к моменту созревания составляет 48–65 см. Цветки и пыльники голубые, венчик плотный. Коробочка округлая, с заостренным носиком. Количество семян в коробочке — 6–9 штук. Семена льна яйцевидной формы, однородной коричневой окраски. Масса 1000 семян 7,0–7,5 г. Средняя урожайность семян от 16,0 до 25,5 ц/га. Потенциальная урожайность 37,0 ц/га. Раннеспелый. Вегетационный период — 75–90 дней. Устойчив к осыпанию и полеганию, высокоустойчив к фузариозному увяданию (90–95%). Предназначен для получения высококачественного технического масла. Масличность семян 47,0–50,0%, йодное число масла 180–186 ед [67].

2.5. Средства защиты растений и их эффективность при возделывании льна в регионах РФ

В настоящее время на рынке представлено много средств защиты льна масличного от сорняков, болезней и вредителей

Фунгициды

Против антракноза, крапчатости, бактериоза, фузариоза: Витавакс 200 ФФ, ВСК 1,5–2 л/т; Бункер, ВСК 0,4–0,5 л/т; Табу, ВСК 0,8–1 л/т; Редиго Про, КС 0,45–0,55 л/т; ТМТД, ВСК 3–5 л/т;

Против антракноза, фузариоза, аскохитоза, плесневения: Абига-ПИК, ВС 2,8 л/га (всходы, фаза елочки); ТМТД, ВСК 3–5 л/т.

Инсектициды

Против блошки, льняной плодоярки, лугового мотылька, совки гаммы: Децис Эксперт, КЭ 0,05–0,075 л/га (период вегетации); Табу, ВСК 0,8–1 л/т; Гладиятор, КЭ 0,1–0,15 л/га (всходы); Карате Зеон, МКС 0,1–0,15 л/га (всходы); Карачар, КЭ 0,1–0,15 л/га (всходы); Сэмпай, КЭ 0,2 л/га (всходы); Брейк, МЭ 0,05–0,07 л/га (всходы); Шарпей, МЭ 0,2 л/га (всходы); Имидор Про, КС 2–2,5 л/т; Каратошанс, КЭ 0,15–0,2 л/га (период вегетации).

Гербициды

Против двудольных: Базагран, ВР 3–4 л/га (фаза елочки); Секатор Турбо, МД 0,05–0,1 л/га (фаза елочки культуры и ранние фазы роста сорняков); Лонтрел 300, ВР 0,1–0,3 л/га (фаза елочки культуры и фаза розетки многолетних корнеотпрысковых сорняков); Аккурат, ВДГ 0,008–0,01 л/га (фаза елочки при высоте 8–10 см) Хит, СП 0,008–0,01 л/га (фаза елочки при высоте 8–10 см); Зингер, СП 0,007–0,01 л/га (фаза елочки при высоте 8–10 см); Пик, ВДГ 0,015–0,025 л/га (фаза елочки при высоте 8–10 см); Агритокс, ВК 0,8–1 л/га (фаза елочки при высоте 3–10 см); Гербитокс Л, ВР 1,3–1,7 л/га (фаза елочки при высоте 3–10 см); Глифошанс, ВР 4–6 л/га (опрыскивание сорняков в конце лета или осенью); Глифошанс Супер, ВР 2,5–4 л/га (опрыскивание сорняков в конце лета или осенью); Спрут Экстра, ВР 2,5–4 л/га (опрыскивание сорняков в конце лета или осенью); Корсар, ВРК 2–4 л/га (фаза елочки, ранние фазы сорняков — 3–5 листьев).

Против злаковых: Багира, КЭ 0,75–1 л/га (2–4 листьев сорняков независимо от фазы культуры); Пантера, КЭ 0,75–1 л/га (2–4 листьев сорняков независимо от фазы культуры); Центурион, КЭ 0,2–0,4 л/га (2–6 листьев сорняков независимо от фазы культуры совместно с адъювантом Амиго (285 г/л фосфат эфира) 0,6–1,2 л/га); Шогун, КЭ 0,6–0,8 л/га (высота сорняков 10–15 см независимо от фазы культуры); Фюзилад Супер, КЭ 1 л/га (фаза елочки льна и 2–4 листьев сорняков); Торнадо 500, ВР 1,5–3 л/га (опрыскивание сорняков в конце лета или осенью); Торнадо 540, ВР 2,5–4 л/га (опрыскивание сорняков в конце лета или осенью); Миура, КЭ 0,8–1,2 л/га (2–4 листьев однолетних сорняков и при высоте пырея ползучего 10–15 см в фазу елочки); Квикстеп, МКЭ 0,4 л/га (2–4 листьев однолетних сорняков в фазу елочки); Форвард, МКЭ 0,9–1,2 л/га (2–4 листьев однолетних сорняков в фазу елочки); Хилер, МКЭ 0,75–1 л/га (2–4 листьев однолетних сорняков независимо от фазы культуры); Цензор Макс, МКЭ 0,6–0,7 л/га (2–6 листьев однолетних сорняков независимо от фазы культуры); Акцент, КЭ 0,3 л/га (в фазу 2–6 листьев до кущения).

Одной из главных причин низкой продуктивности льна масличного, по мнению А. С. Бушнева и др., является недостаточно эффективная борьба с сорняками. На черноземе выщелоченном Западного Предкавказья установлено в среднем за 4 года: при обработке посевов в фазу елочки баковой смесью гербицидов Секатор Турбо, МД (0,1 л/га) + Квикстеп, МКЭ (0,8 л/га) получен наибольший уровень урожайности — 1,17 т/га, с масличностью 45,5%, сбором масла 0,47 т/га, и чистый доход 1385 руб./га при рентабельности 51% [22].

В опытах с возделыванием льна масличного ВНИИМК 622, Ручек на светло-каштановой почве на фоне гербицидов Хармони и Элеф урожайность по 1-му сорту при 2,8 ц/га на контроле повышался до 4,1 (Хармони) и 6,0 (Элеф) и по 2-му сорту с 2,6 до 3–4,5 ц/га [93].

А. А. Медведев и др. в Волгоградской области на южном черноземе при использовании Зелек Супер 1 л/га, Лонтрел 300 0,3 л/га и смеси Зелек Супер 0,55 л/га и Лонтрел 0,1 л/га на сорте ВНИИМК 620 установили повышение урожайности с 2,8 ц/га на контроле до 4,6; 5,3 и 5,1 ц/га по средствам химизации. По Ручейку — с 2,6 до 4,4; 4,4; 4,9 ц/га и по ВНИИМК 630 — с 2,6 до 4,3; 4,7; 4,6 ц/га. Более эффек-

тивно использование одного Лонтрела. Гербицид Зелек Супер повысил урожайность от 64,2 до 69,3%, Лонтрел — от 80,7 до 89,6% [70].

Д. Ю. Фесько в трехлетних опытах (2014–2016 гг.) с сортом Салют на фоне внесения $N_{60} P_{60} K_{90}$ установил влияние густоты стеблестоя на развитие болезней и продуктивность льна масличного на дерново-подзолистой среднетяжелой почве с содержанием гумуса 1,85–1,9; pH_c 5–5,5; P_2O_5 — 215–261%; K_2O — 181–190; В — 0,62–0,66; Zn — 2,8–3,5 мг/кг). Семена перед посевом обработали Круйзер-Рапс 1 л/т. В фазе елочки — гербицидами Агритокс 0,7 л/га + Лонтрел 0,3 л/га + через 7 дней Миура 1 л/га, а также в фазы елочки и бутонизации — фунгицидом Феразим 1 л/га. Установлено, что увеличение густоты с 435–530 шт./м² до 700–870 шт./м² приводит к увеличению развития антракноза и септориоза на 8,4–23%, снижению количества коробочек, массы 1000 семян, содержания масла на 0,5–2,3%. Наибольшая продуктивность семян льна сорта Салют с высокой масличностью формируется при густоте 500–600 шт./м². В зависимости от густоты урожайность семян варьировала по годам от 10,3 до 21,6 ц/га, а соломы — 21,1–42,6 ц/га при изменении массы 1000 семян с 5,3 до 6,7 г и масличности — с 41,7 до 44,4% [125].

По данным Г.А. Медведева и Н.Г. Екатериничевой на южных черноземах Волгоградской области более высокий урожай формирует сорт ВНИИМК 620 с нормой высева 5,5–6 млн и обработкой посевов в фазу елочки гербицидом Лонтрел 300 в дозе 0,31 л/га. Уровень урожайности по сортам ВНИИМК 620, Ручеек и ВНИИМК 630 на контроле соответственно был равен в среднем за 3 года (2012–2014 гг.) 0,38; 0,36 и 0,37 т/га, а по гербицидному фону — 1,03; 0,91 и 0,93 т/га. При этом рентабельность составила 163; 132 и 139% [69].

Исследования В.П. Горевой и соавторами в 2016–2017 г. в Среднем Предуралье на дерновой среднеподзолистой среднесуглинистой почве в условиях жаркого и сухого 2016 г. и влажного и холодного 2017 г. показали положительное действие средств химизации. Внесение удобрений на планируемую урожайность повысило урожайность на 5,2% за счет увеличения количества коробочек, количества семян в коробочке и массы 1000 семян. А предпосевная обработка семян Табу как отдельно, так и совместно с препаратом Карате и внесение удобрений повышали урожайность на 7,6–14,1%, за счет увели-

чения всхожести и сохранности растений на 3%, увеличения густоты на 35–38 шт/м², коробочек — на 0,2–0,5 шт./раст. [38].

Лучшим способом химической защиты льна масличного от сорняков, по данным А. С. Бушнева, Г. И. Орехова, С. П. Подлесных, является раздельное внесение гербицидов Секатор Турбо, МД в норме 0,1 л/га и Миура, КЭ (1,2 л/га), при котором отсутствует негативное влияние препаратов на культуру и формируется прибавка урожайности 0,2 т/га. Эффективно также раздельное внесение гербицидов Магнум и Миура [22].

2.6. Особенности питания льна и эффективность разных видов макро- и микроудобрений, биологически активных веществ в разных регионах РФ

Для управления питанием льна необходимо знать особенности выноса и потребления основных макро- и микроэлементов.

По данным разных авторов потребление элементов с 1 ц семян и соответствующим количеством соломы варьирует по азоту от 4,2 до 6,5 кг, по фосфору — от 0,9 до 2,5 кг, калию — от 4 до 9,4 кг [13].

Такое варьирование зависит от уровня плодородия, погодных условий, особенностей сорта.

Наибольший интерес представляет знание количества питательных веществ в семенах, так как это связано с накоплением масла, белка и конечно — с формированием величины урожая. По содержанию в семенах этих веществ можно определить их отчуждение с товарной частью урожая и оценить баланс. Н. И. Бакуменко определил, что в семенах льна масличного азота содержится 3,24%, фосфора — 0,95%, калия — 1%, и это количество изменяется при внесении удобрений [17].

По данным С. М. Чавкунькина в Алтайском крае в зависимости от почвенно-климатических условий содержание в семенах льна составляет: на каштановых почвах засушливой зоны N — 3,1%, P₂O₅ — 0,9%, K₂O — 1,5; на черноземах умеренно засушливой колочной степи — 3,02; 0,8; 1,94% соответственно, увеличиваясь в отдельные годы по N до 5,1%, а по калию уменьшаясь до 1,11% [133].

Наиболее интенсивно лен потребляет элементы питания после фазы елочки, и этот период длится до образования корбочек. Потребность в азоте возрастает с фазы елочки до цветения.

Из макроэлементов питания лен больше поглощает азота, его потребление довольно равномерное в течение вегетации.

Нуждаемость льна в фосфоре резко выражена с первых дней жизни и растянута на весь период вегетации [94].

Действие фосфора проявляется в ускорении роста и развития льна, сокращении периода вегетации, увеличении семенной продуктивности, что важно для зон с коротким вегетационным периодом, а также с неустойчивым увлажнением и недостаточной теплообеспеченностью [12].

Влияние калия на лен многообразно: он принимает участие в окислительно-восстановительных процессах, синтезе белковых веществ и обмене углерода. Как и по фосфору, калий поступает в течение всей вегетации, но максимальное потребление происходит в период бутонизации — образование семян [59].

Многолетние данные по определению элементов питания в разных зонах края показали повышенное содержание фосфора во все фазы роста. Содержание азота варьирует от 1,5 до 7% (среднее 3,46%), фосфора — от 1,08 до 3,6% (в среднем 1,73%) и калия — 0,05–3,13% (среднее 1,54%) [94].

Из микроэлементов лен масличный более чувствителен к Zn и В.

Содержание в семенах цинка колеблется в пределах 8,67–38,7 мг/кг, или в среднем 15,9 мг/кг, меди — 1,02–7,95 или в среднем 3,62 мг/кг, марганца — 4,83–52,95 мг/кг (в среднем 17 мг/кг) [12].

При недостатке Zn и В в почве может у льна происходить отмирание точки роста, особенно это опасно в фазу елочки, когда растение достигает 10–15 см, что будет обуславливать образование боковых побегов, задерживать наступление фазы бутонизации и в целом увеличивать вегетационный период. При этом на растении могут быть созревшие корбочки и вновь образовавшиеся. Для исключения такой ситуации необходимо с первых дней жизни обеспечивать лен этими микроэлементами, обрабатывая семена солями цинка и борной кислотой и в состав гербицида для борьбы с двудольными сор-

няками включать различные комплексы микроэлементов, содержащих Zn, B, а так же Cu, Mo [12].

В семенах содержание элементов, по данным Н. И. Бакуменко, составляет: азота — 3,24%, фосфора — 0,95% и под влиянием удобрений оно увеличивается — по азоту до 3,3–3,59% и по фосфору до 1–1,08% при наибольшем накоплении по варианту $N_{40}P_{60}K_{60}$ [17].

И. Ф. Храмцов, Г. Н. Кузнецова в условиях юга Западной Сибири установили, что в зависимости от сочетания удобрений общий вынос азота варьирует в пределах 63,5–90,4 кг/га, фосфора — 17,7–23,4 кг/га и калия — 54–83,5 кг/га, а с семенами отчуждается соответственно 60–70,9; 14,7–20,3 и 16,2–30 кг/га, или азота — 64–78% от общего выноса, фосфора — 83–87% и калия — 30,36% [127].

Наибольшая часть потребленного азота и фосфора — 82,6–93,8% отчуждается с поля с семенами.

Ряд авторов приводят результаты эффективности разных доз удобрений, используя их простые виды и заделывая под предпосевную культивацию или основную обработку. Так, в опытах Д. В. Виноградова и А. А. Кунцевич в Рязанской области при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{90}P_{60}K_{60}$ (NH_4NO_3 , KCl, аммофоска) под лен сорта Санлин по варианту с большей дозой азота образовалось больше коробочек (26–29,6 шт.), а средняя урожайность за 4 года при норме высева 8 млн шт./га увеличивалась с 1,76 до 1,84 т/га ($N_{60}P_{60}K_{60}$) и до 1,86 т/га по $N_{90}P_{60}K_{60}$ с содержанием масла 39,9–43,5%. При увеличении дозы азота масличность незначительно снижалась [30].

А в опытах 2007–2009 гг. с этим же сортом и теми же дозами удобрений с использованием NH_4NO_3 , 40% калийной соли $Ca(H_2PO_4)_2$ отмечалось варьирование густоты в зависимости от посевной нормы: на контроле 273,4–542,9, по 2-му варианту 286,3–555,4 и по 3-му — 298,3–567,8. Количество коробочек соответственно было равно: 26,7–27,1 шт., 27,7–29,9 и 29,4–31,7 шт. Урожайность получена в пределах 1,47–1,89 т/га. Максимальная урожайность 2,15 т/га сформировалась по варианту $N_{90}P_{60}K_{60}$ с выходом масла 9,5 ц/га [(28)].

Допосевное внесение азотно-фосфорных удобрений $N_{60}P_{60}$ (соотношение N : P как 2 : 3) и посев сеялкой СЗС-2,1 на обыкновенных черноземах Омской области обеспечили урожайность 1,73 т/га,

или прибавку к контролю 0,84 т/га. Добавление K_{30} обеспечило повышение урожайности 1,51 т/га с прибавкой 0,62 т/га [139].

В условиях Ленинградской области внесение $N_{30}P_{40}K_{60}$ на дерново-карбонатной выщелоченной среднесуглинистой почве позволило в среднем за 2014–2015 гг. получить по сортам Северный, ЛМ-98 и Norlin урожайность семян на уровне 2,8–3,0 т/га и $P_{40}K_{60}$ — 2,7–2,9 т/га. В условиях Ленинградской области лен созревает за 120 ± 4 дня при накоплении суммы положительных температур 2030 ± 50 °С [78].

А. С. Кочкин и А. Н. Есаулко отмечают, что достигнутый уровень урожайности в Южном Федеральном округе не отвечает потенциальным возможностям районированных сортов. В опытах с сортом ВНИИМК 630 использовали NH_4NO_3 , нитроаммофоску, аммофос: $N_{60}P_{60}K_{20}$ (рекоменд.), $N_{40}P_{36}K_{34}$ (расчет на 20 ц/га), $N_{60}P_{90}K_{20}$ (на повышение масличности) и $N_{90}P_{60}K_{20}$ (на повышение белка). Удобрения вносили под предпосевную весеннюю культивацию на 10–12 см. В годы исследований были различные погодные условия: 2008 г. — более теплый и влагообеспеченный, а 2009 г. — более холодный с заморозками и неравномерным выпадением осадков, что обусловило разную урожайность: в 2008 г. — 2,45 т (на контроле) и 2,78–3,05 т/га (по удобрениям), в 2009 г. — 0,92 т на контроле и 1,36–1,82 — по удобрениям. В среднем за 2 года получено: 1) контроль 1,69; 2) 2,13; 3) 2,23; 4) 2,22 и 5) 2,44 т/га [55].

Содержание белка при 21,5% на контроле по удобрённым вариантам составило 20,9–24,3%, а масла при 43,5% на контроле было 41,9–46,9%. Выход масла увеличился с 0,74 т/га до 0,91–1,04 т/га и был самым высоким по варианту $N_{60}P_{90}K_{20}$.

Густота растений варьировала в 2008 г. в пределах 296–334 шт., в 2009 г. — 235–246 шт., а количество коробочек соответственно 20,2–24,8 шт. (20,2 на контроле) и 8–13,2 (8 на контроле). Количество семян в коробочках 7,6–8 и 7,9–9,2 шт., масса 1000 семян в 2008 г. — 7–7,7 (7 на контроле) и 2009 г. — 6,2–7,1 (6,2 на контроле).

В среднем за 2 года доза $N_{60}P_{90}K_{20}$ обеспечила наибольшую урожайность и показатели качества [55].

В двухлетних опытах на дерново-подзолистых почвах при возделывании льна сорта Уральский в центральном Нечерноземье О. Ю. Сорокиной изучено влияние азотоски в дозе 3 ц/га ($N_{48}P_{48}K_{48}$), ОМУ

«Универсальное» в дозах 1 ц/га и ОМУ 3,5 ц/га, совместного применения азофоски 2 ц ($N_{32}P_{32}K_{32}$) и обработки посевов в фазу елочки Сивид Бор 0,1 л/га и Сивид Zn 0,2 кг/га.

Было установлено, что оптимальной считается густота 660–760 шт./м². При рядковом внесении ОМУ наблюдалось снижение количества взошедших растений (к уборке по этому варианту густота составляла 570–600 шт./м²) [102].

Урожайность семян в среднем за 2 года на контроле составила 5,2 ц/га. Наибольшей — 9 ц/га она была по 2 ц азофоски с двукратным применением биопрепаратов, 8,3 ц/га — по ОМУ «Универсальное» нормой 3,5 ц/га; 8,6 ц/га и 7,6 ц/га по дозе азофоски 3 ц/га. Содержание жира находилось в пределах 44–46%, выход масла при 2,28 ц/га на контроле по удобренным вариантам получен 3,37–4,03 ц/га. Количество коробочек на растении при 4,6 шт. на контроле увеличивалось до 6,5–7,8 шт. по удобренным вариантам. Масса 1000 семян при 7,1 г на контроле была равна 7,21–7,38 по удобренным вариантам. Увеличивалась и урожайность льносоломки.

Как утверждает О. Ю. Сорокина, лен масличный — высокотехнологичная культура, обладающая широким адаптивным потенциалом, что позволяет обеспечить высококорентабельное ее производство практически на всей территории Российской Федерации. Варьирование урожая семян льна масличного в зависимости от региона составляет от 0,6 до 1,2 т/га [102].

Для повышения продуктивности льна двух сортов О. Ю. Сорокиной проведены опыты с внесением азофоски 3 ц/га ($N_{45}P_{45}K_{45}$) и азотно-фосфорного комплекса с В ($N - 14, P - 23, K - 14, B - 1$) в дозе 3,2 ц/га ($N_{45}P_{74}K_{45}B_3$) и 2 ц/га азофоски с обработкой семян Сивид В и обработки семян Сивид В + посевов Сивид Zn по сортам ЛМ-98 и Уральский. При внесении 3 ц/га азофоски в среднем за 4 года число коробочек при 4,6 шт. у сорта Уральский, 5,4 — ЛМ — 98 и 2 — на контроле увеличилось по Уральскому до 6,5–7,8 шт. и у ЛМ-98 — до 5,5–7,5 шт. А урожайность — с 6,2 до 7,6–8,5 ц/га (Уральский) и с 9,8 до 11,5–13,2 ц/га (ЛМ-98). Содержание масла выше было у Уральского (44–45%) и меньше — у ЛМ-98 (40,1–42,2%). Выход масла составил 3,5–3,8 ц/га против контроля 2,7 ц/га у Уральского и 4,69–5,57 против 3,92 ц/га — у ЛМ-98.

Неплохую урожайность и качество семян обеспечил вариант внесения 2 ц/га азофоски с двукратным применением биопрепаратов: обработка семян и посевов [113].

По данным П. М. Гайнуллина сорта Кинельский 2000, Северный, Сокол, Легур, Санлин, Исток формируют урожайность семян в пределах 1,56–1,97 т/га с содержанием масла 37,5–43,8%. Особенно высокие показатели получены у сорта Сокол и Легур [34].

Внесение сочетаний удобрений с разной дозой азота: $N_{30}; N_{30}P_{30}K_{30}; N_{45}P_{45}K_{45}; N_{60}P_{60}K_{60}$ обеспечивает рост урожайности с 1,38 т/га до 1,54–1,68 т/га только при внесении сочетаний с дозой N 45 и 60. Содержание масла на этих вариантах с 37% увеличилось до 37,5–38,8%.

Получен высокий экономический эффект. Себестоимость составила 2015–3100 руб./т., наименьшая себестоимость получена от внесения одних азотных удобрений N_{30} — 2030 руб., а уровень рентабельности — 120,6% [34].

В опытах в Рязанской области на серой лесной среднесуглинистой почве с сортом Санлин изучена эффективность разной нормы высева (4; 6; 8 млн семян) и внесения разных сочетаний NPK ($N_{60}P_{60}K_{60}; N_{90}P_{60}K_{60}; N_{120}P_{60}K_{60}$) с использованием аммиачной селитры, двойного суперфосфата и калийной соли. Опыт проводился на фоне применения пестицидов. В среднем за 2008–2011 гг. наиболее эффективен был вариант $N_{90}P_{60}K_{60}$, по которому при норме высева 8 млн густота составила 621 шт./м², образовалось 26 шт. коробочек на 1 растении и масса 1000 семян — 6,7 г. Урожайность сформировалась на уровне 1,94 т/га. Увеличение дозы N до 120 кг/га не повысило урожайность. Несколько ниже (1,83 т/га) получена урожайность семян на $N_{60}P_{60}K_{60}$ с количеством коробочек 28,6 шт., массой 1000 семян — 6,4 г [29].

В условиях Тюменской области, по данным А. Ю. Першакова и Р. И. Белкиной, наиболее высокой продуктивностью характеризуются отечественные сортообразцы Воронежский 1308/138 и Ручеек и зарубежные Micael, Oliver из Франции [86].

А в условиях Среднего Урала урожайность семян варьирует от 1,84 до 2,86 т/га [86].

Высокое содержание белка в семенах сорта льна Исилькульский (до 26,8%) и высокая масличность (до 51,6%) у сорта Август установлены А. О. Сатаневым, А. Ю. Першаковым, Р. И. Белкиной [99].

Установлена особенность у ряда сортов льна. Так О. Ю. Сорокина с соавторами отмечает, что семена сортов ЛМ-98 и Итиль, которые имеют желтую окраску, представляют особую ценность как сырье (в них белка до 33%, масла — 49,5–53% [102]).

Многими исследованиями доказана эффективность биологически активных веществ при возделывании льна.

При возделывании льна сорта Северный на дерново-подзолистых легко суглинистых почвах в северной части Центрального Нечерноземья, по данным А. С. Васильева и А. В. Дигенского, более эффективна норма высева 9 млн всхожих зерен, что обеспечивает получение урожайности 2,36 т/га, со сбором масла 0,77 т/га, протеина — 0,43 т и выход короткого волокна 0,83 т/га. Фолиарная обработка льна в фазу елочки баковой смесью биопрепаратов Азотовит (0,3 л/га) и Фосфатовит (0,3 л/га) в 200 л воды повышает урожайность семян до 2,13 т/га, или формирует прибавку семян 42,9% и выход масла 0,64 т/га (больше на 16,4%) и 0,37 т/га протеина (больше на 27,6%) и обеспечивает выход короткого волокна 0,7 т/га [27].

Установлено действие биорегулятора — препарата Рафитур на увеличение длины (с 60,3 до 65,1 см), числа коробочек с 6,5 до 9,5 шт./раст., массы 1000 семян с 5,5 до 7,1 г., урожайности семян с 10 до 11 ц/га и заметное увеличение белка у сортов Александрит и ЛМ-98 с 16–17,5% до 17,1–18%, и липидов с 34,5–36,3% до 35,8–39,3%.

Под влиянием препарата Рафитур происходит снижение содержания Zn (с 21,12 до 18,58 мг/кг), Cu (с 0,48 до 0,24) и, что особенно важно, Pb — с 0,38 до 0,24 и Cd с 0,12 до 0,11 мг/кг у сорта Александрит и соответственно у сорта ЛМ-98: Zn — с 18,19 до 16,14; Cu с 0,37 до 0,26; Pb с 0,24 до 0,22 и Cd — с 0,13 до 0,10, т. е. более заметно изменение уровня содержания Zn и Cu [41].

В. Н. Бражников, О. Ф. Бражникова установили в исследованиях 2019–2020 г. эффективность некорневой подкормки посевов Флоравито (2 л/га), Препаратом № 3 (200 мл/га), Изагри Фосфор (3 л/га), Байкал (200 мл/га). При урожайности на контроле в среднем за 2 года 1,54 т/га семян и 2,42 т/га соломы подкормки обеспечили урожайность соответственно до 1,54–1,8 т/га и 2,38–2,4 т/га. Лучшим явился препаратом Изагри фосфор. Содержание масла находилось в пределах 43,33–44,49%, а выход масла — 5,8–6,9 ц/га [21].

В Алтайском крае установлена эффективность торфогуминовых препаратов и жидкого комплексного удобрения — Интермаг Олеистые.

В опыте О. И. Антоновой и Э. А. Герлец на черноземах выщелоченных установлена эффективность при возделывании льна масличного сорта Северный на двух удобренных фонах — 1,5 и 3 ц/га азофоски ($N_{24}P_{24}K_{24}$ и $N_{48}P_{48}K_{48}$), применения гербицидов и двукратной подкормки в фазу елочки 1 л/га Интермаг Олеистые + Интермаг В по 0,5 л/га и в фазу быстрого роста 1 л/га Интермаг Олеистые с Интермагом Zn по 0,5 л/га [9]. Применение гербицидов повышало урожайность на 2,4 ц/га, внесение азофоски на варианте без гербицидной обработки на 1,8 ц/га (по 1,5 ц/га азофоски) и на 2,6 ц/га по 3 ц азофоски. Внесение удобрений по гербицидному фону увеличило прибавку соответственно на 4,6–4,9 ц/га. Двукратная подкормка льна по вегетации на гербицидном фоне обеспечила прибавку к абсолютному контролю 4,9 ц/га, а на фоне азофоски — 5,2–8,2 ц/га, или повысила урожайность в 1,56–1,81 раза. Выход масла возрос с 3,24 ц/га до 5,2–8,56 ц/га.

Чистый доход при цене за 1 т семян льна 10 тыс. руб. увеличился с 5792,2 руб./га до 7861 руб./га по гербицидному фону (Фенизан, ВР 0,18 л/га в фазу елочки + Форвард, МКЭ 0,9 л/га — в фазу быстрого роста), по азофоске на фоне гербицидов до 8157,7–6319 руб. От одних Интермагов: Олеистые, Интермаг В и Интермаг Zn на фоне гербицидов — 8841,7 руб./га. Наибольшая рентабельность по вариантам опыта получена от применения одних подкормок — 190–211,1%; при подкормках на фоне азофоски она снизилась до 114,9–129,1% [9].

Применение биологически активных препаратов — Талисмана с Zn, Альбита и Артемии для обработки семян, обработки посевов льна масличного на южных черноземах Кулундинской зоны Алтайского края повышало урожайность семян по неудобренному фону в 1,15–1,33 раза, а по удобренному — в 1,04–1,23 раза. При этом уровень рентабельности с 200,1% на контроле возрос до 232,9–279,4% по одной обработке семян и до 234–314,5% по обработке посевов. Содержание элементов питания в общей массе (семена + солома) на контроле составляло N — 0,88%, P_2O_5 0,39 и K_2O — 0,66% и за-

метно увеличивалось при использовании биопрепаратов — по N до 0,84–1,19%, по P_2O_5 до 0,41–0,5% и K_2O — по отдельным препаратам до 0,74–0,78% [13].

2.7. Результаты исследований по регулированию питания льна в Алтайском крае

2.7.1. Особенности действия жидких азотных (КАС-32) и комплексных удобрений при возделывании льна в Предгорной зоне (Целинный район)

В условиях Целинного района на землепользовании ООО «Сатурн» был заложен полевой опыт. Почва опыта — чернозем выщелоченный, среднемощный, среднегумусный, среднесуглинистый с pH_c 5,6, содержанием гумуса 6,72%, средней обеспеченностью $N-NO_3$ (15,6 мг/кг), высокой — подвижным фосфором и обменным калием (168 и 154 мг/кг), содержание серы в почве очень низкое — 2,3 мг/кг.

Схема опыта:

1. Контроль.
2. КАС-32 с с.а. 150 л/га+ аммофос 150 кг/га ($N_{94,5}P_{78}S_{14,4}$).
3. КАС-32 с с.а. 150 л/га+ сульфоаммофос 100 кг/га ($N_{96,5}P_{20}S_{20}$).

В опыте высевался сорт льна масличного Лирина с нормой высева 43 кг/га.

Характеристика погодных условий по м/с Целинное представлено в п. 1.7.1. Показано, что вегетационный период характеризовался недостаточным количеством осадков.

Для льна масличного важна достаточная влагообеспеченность в июле и августе, поэтому отмеченные особенности изменения ГТК оказали влияние на формирование урожайности семян и показатели их качества.

В течение вегетации в связи с внесением удобрений и потреблением растениями отмечены изменения в обеспеченности льна питательными веществами и влагой (табл. 41).

Лучшие условия по влажности почвы были в июле — 22,8–27,3% с ее понижением в следующие сроки наблюдений, когда она составляла 10,6–13,6 и 10,2–13,3%. При этом по удобренным вариантам была близка к влажности по контролю.

pHс — по вариантам внесения удобрений сдвинулась в кислую сторону в первый срок наблюдений (с 5,9 до 5,6–5,4), во второй срок — цветения льна она по всем вариантам была одинаковой и к периоду уборки, как в первый срок на контроле, была близкой к нейтральной.

Содержание нитратного азота и суммы минеральных форм азота ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) в период быстрого роста под влиянием удобрений существенно увеличилось: с 11,6 до 23,9–27,2 мг/кг по N- NO_3 и с 24,4 до 42,6–43,6 мг/кг — по сумме. К периоду цветения их содержание снизилось до уровня контроля в связи с нарастанием наземной массы и потреблением азота, а к уборке оно вновь превышало контроль: сумма $\text{NO}_3 + \text{NH}_4$ составляла 10,3–19,9 мг/кг на удобренных вариантах против 9,98 мг/кг на контроле.

Содержание фосфора наибольшей величины достигало в период цветения льна, составляя наименьшее количество в фазу быстрого роста, и снизилось к уборке.

Уровень обменного калия был более высоким в фазу цветения, составляя меньшие значения по всем вариантам в остальные сроки наблюдений.

Содержание серы наибольшим было в фазу бутонизации с резким снижением в цветение и повышением к уборке. При этом оно по вариантам внесения удобрений превышало контроль.

Улучшение обеспеченности почвы питательными веществами способствовало их большему накоплению в семенах. При этом по сочетанию с аммофосом накапливалось больше калия и серы, а с сульфоаммофосом — азота при одинаковом содержании фосфора по обоим вариантам (табл. 42).

Таблица 41

**Агрехимические свойства почвы под льном масличным
по срокам (0–20 см)**

Варианты	05.07.10					03.08.21					17.09.21															
	W,%	pHс	Подвижные формы, мг/кг				W,%	pHс	Подвижные формы, мг/кг				W,%	pHс	Подвижные формы, мг/кг											
Кон-троль (без удобрения)	23,5	5,9	NO ₃	NO ₃ +NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	11,69	24,49	55,0	47	6,3	13,6	5,4	3,02	12,92	155	91	1,5	10,2	5,6	1,18	9,98	143,5	50,3	3,7
КАС с.а. 150л/га + ам-мофос 150 кг/га	22,8	5,6	23,90	42,60	54,0	45	6,3	11,2	5,4	2,54	11,24	167	102	1,8	11,5	5,0	7,20	16,30	120	52,6	4,1					
КАС с.а. 150л/га + суль-фоам-мофос 100 кг/га	27,3	5,4	27,27	43,67	57,5	40	6,8	10,6	5,5	3,12	10,62	190	90	1,9	13,3	5,2	9,19	19,99	135	63,7	4,0					

Таблица 42

**Содержание основных элементов питания
в семенах льном масличным, %**

№ п/п	Варианты	Уборка (17.09.21)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
1	Контроль	3,42	0,43	0,60	0,1275
2	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + аммофос 150 кг/га (N _{94,5} P ₇₈ S _{14,4}).	3,46	0,53	0,68	0,1650
3	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га (N _{96,5} P ₂₀ S ₂₀).	3,57	0,53	0,63	0,1600

с.а.* — сульфат аммония

Величина урожая семян определяется густотой растений, их ветвлением и количеством коробочек.

На рисунке 19 представлены растения льна сорт Лирина по вариантам опыта.



Рисунок 19 — Лен сорта Лирина: 1 — контроль;
2 — КАС-32 с с.а. 150 л/га + аммофос 150 кг/га;
3 — КАС-32 с с.а. 150 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га

В таблице 43 проведены данные по структуре урожая. Как видно из полученных результатов, густота варьировала от 30,6 до 38,3 шт. на погонном метре при 38,3 на контроле.

Таблица 43

Элементы структуры урожая льна масличного

№ п/п	Варианты	Густота шт./п.м.	Длина, см	Кол-во стеблей, шт./раст.	Кол-во коробочек, шт./раст.
1	Контроль	38,3	65,1	1,5	18,4
2	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + аммофос 150 кг/га	30,6	59,8	2,8	44,6
3	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + сульфаммофос 100 кг/га	35,3	59,5	2,9	52,6

с.а.* — сульфат аммония

Заметно увеличилось количество стеблей и коробочек и снизилась длина по вариантам внесения удобрений, что способствовало формированию большей урожайности.

Урожайность семян получена при 2,23 т/га на контроле по удобренным фонам в пределах 2,84–3,2 т/га (табл. 44).

Таблица 44

Урожайность и качество семян льна масличного сорт Лирина

№ п/п	Варианты	Урожайность, т/га (биолог.)	Прибавка		Масса 1000 семян, г	Белок		Масло	
			т/га	%		%	выход, т/га	%	выход, т/га
1	Контроль (без удобрения)	2,23	-	-	6,4	22,7	0,506	54,5	1,215
2	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + аммофос 150 кг/га	3,20	0,97	43,49	7,40	23,0	0,736	51,7	1,654
3	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + сульфаммофос 100 кг/га	2,84	0,61	27,95	6,7	23,7	0,673	52,0	1,477

с.а.* — сульфат аммония

Наибольшая урожайность семян сформировалась по варианту внесения КАС-32 с с.а. 150 л/га + аммофос 150 кг/га, по которому прибавка семян составляла 0,97 т/га, или прирост составил 43,49%.

Внесение вместо 1,5 ц аммофоса сульфаммофоса в дозе 100 кг/га повысило урожайность на 0,61 т/га, или в 1,27 раза. Масса 1000 семян по удобренным вариантам получена в пределах 6,735–7,410 г. при 6,360 г. на контроле.

Содержание белка под влиянием удобрений повысилось с 22,7% до 23,0–23,7%, а его выход — до 0,673–0,736 т/га против 0,506 т/га на контроле. Масличность семян была несколько ниже контроля: 51,7–52,0% против 54,5%. Однако выход масла был на уровне 1,477–1,654 т/га, превышая контроль на 0,268–0,439 т/га.

Рассматривая результаты содержания и вынос микроэлементов и Fe с семенами, можно отметить, что применение удобрений во всех сочетаниях существенно снижает по сравнению с контролем вынос Fe, Cu, Mo и повышает Mn. Использование аммофоса в большей степени, чем сульфоаммофоса, увеличивает вынос Fe, Zn, Mn, Mo и B (табл. 45).

Таблица 45

**Содержание и вынос микроэлементов
в семенах льна масличного**

№	Варианты	Показатели	Fe	Cu	Zn	Mn	Mo	Co	B
1	Контроль (без удобрения)	содержание, мг/кг	34,07	1,02	29,99	11,37	0,089	<0,04	14,8
		вынос, г/га	75,8	2,3	66,9	25,3	0,20	<0,09	31,6
2	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + аммофос 150 кг/га	содержание, мг/кг	28,63	0,11	22,41	11,42	0,079	<0,04	10,99
		вынос, г/га	91,6	0,35	71,7	36,5	0,25	<0,09	35,2
3	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га	Содержание, мг/кг	29,39	0,065	23,92	11,07	0,067	<0,04	12,12
		Вынос, г/га	83,5	0,18	67,9	31,4	0,19	<0,09	31,4

с.а.* — сульфат аммония

Таблица 46

**Содержание нормируемых тяжелых металлов в семенах
льна масличного, мг/кг**

№	Варианты	Cd	Pb	As	Hg	Ni
1	Контроль	<0,01	0,067	<0,01	<0,002	1,655
2	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + аммофос 150 кг/га	<0,01	0,037	<0,01	<0,002	0,448
3	КАС-32 с с.а.* 150 л/га+ сульфоаммофос 100 кг/га	<0,01	0,058	<0,01	<0,002	0,395
	ПДК, не более	0,1	0,5	0,2	0,03	

с.а.* — сульфат аммония

По данным таблицы 46 продукция льна по всем вариантам соответствует требованиям СанПиНа, так как все нормируемые показатели ниже ПДК.

Согласно оценке окупаемости 1 кг д.в. кг продукции и затрат на удобрения (табл. 47) внесение изучаемых сочетаний агрономически и экономически выгодно.

Таблица 47

Окупаемость удобрений

№	Варианты	Д.в. с вносимой дозой, кг/га	Кол-во доп-ой продукции кг/га	Стоимость доп. продукции, тыс. руб./га	Затраты на удобрения, тыс. руб./га	Окупаемость	
						1 кг д.в. на кг семян	1 руб. затрат, руб./га
1	Контроль	-	-	-	-	-	-
2	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + аммофос 150 кг/га	186,9	970	60140	10571,5	5,18	5,69
3	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га	136,5	610	37820	4962,6	4,47	7,62

с.а.* — сульфат аммония

Оценка системы удобрения по балансу (табл. 48) показала, что вносимые дозы азота и отсутствие в сочетаниях калия не покрывают вынос. Он положительный только по фосфору и сере.

Таблица 48

Баланс питательных веществ по вариантам опыта с льном масличным, кг/га

№	Вариант	Поступило				Вынос				Баланс			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
1	Контроль	0	0	0	0	76,2	9,6	13,4	2,8	-76,2	-9,6	-13,4	-2,8
2	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + аммофос 150 кг/га	94,5	78	0	14	110,7	17,0	21,8	5,3	-16,2	+56,2	-21,8	+8,7
3	КАС-32 с с.а.* 150 л/га + сульфоаммофос 100 кг/га	96,5	20	0	20	101,4	15,0	17,9	4,5	-4,9	+5,0	-17,9	+15,5

с.а.* — сульфат аммония

Для воспроизводства и сохранения плодородия необходимо включить в состав сочетаний удобрения, содержащие калий, и можно уменьшить дозу сульфата аммония. Для сохранения азота — увеличить до 170 л/га дозу КАС-32.

2.7.2. Формирование урожайности льна масличного в Центральной зоне на серых лесных почвах при внесении минеральных удобрений и жидкого комплексного микроудобрения Полидон комплекс Ж (Косихинский район)

Исследования проводились на производственных посевах льна масличного в КФХ «Иванов А. Н.» в Косихинском районе. Лен масличный возделывается с 2014 г. Изначально площадь возделывания составляла 200 га. За это время произошло увеличение площади в 1,8 раза. Площадь полей на 2021 г. составляет 368 га.

Лен — сорт Северный высевался по предшественнику озимая пшеница.

На полях преобладали темно-серые и серые лесные почвы разной степени гумусированности и реакции среды.

Система удобрения состояла из внесения сульфата аммония по 150 кг/га в физическом весе весной до посева (6 мая), при посеве — азофоски по 100 кг/га и обработка посевов удобрением Полидон комплекс Ж 30 мая вместе с инсектицидом Альфаплан, КС. В действующем веществе на каждое поле внесено: N — 47,5 кг/га, P₂O₅ — 16 кг/га, K₂O — 16 кг/га, S — 36 кг/га; микроэлементы (кг): B — 0,0005, Cu — 0,0015, Fe — 0,015, Mn — 0,0025, Zn — 0,0015, Mo — 0,0005, Co — 0,0001.

Средства защиты внесены по схеме: 30 мая (фаза елочки) — гербициды: Агритокс, ВК (200) 0,7 л/га, Секатор Турбо, МД (100 + 25 + 250) 0,06 л/га, инсектицид Альфаплан, КС (200) 0,075 л/га, жидкое микроэлементное удобрение Полидон комплекс Ж 0,1 л/га; 8 июня — гербицид Пантера, КЭ 0,9 л/га, инсектицид Альфаплан, КС (200) 0,05 л/га и 9 августа — гербицид (десикант) Вольник, ВР (540) 3 л/га.

Разница в сроках обработки полей — 2–3 дня. Для обработки средствами защиты растений использовали опрыскиватель LASER

ТЕСНОМА, уборка проводилась комбайнами RSM-161 и Полесье 1218.

Погодные условия вегетационного периода характеризовались дефицитом влаги: 172 мм вместо 222 мм, или 75,1% от многолетней нормы. Сумма среднесуточных температур превышала норму на 73 °С. Это показано в п. 1.7.2. О низкой влагообеспеченности говорит и ГТК за вегетацию: в текущем году он равен 0,83 против 1,15 по норме (табл. 17), что оказало влияние на урожайность льна масличного.

В таблице 49 представлены агрохимические свойства почвы по полям льна масличного.

Из представленных данных видно, что почвы полей различаются по гумусированности, реакции среды и содержанию элементов питания. Более гумусированы поля 70.15 и 67.112, где содержание гумуса 6,44 и 4,77% (повышенное и среднее), в то время как поля 67.112 и 69.119 имеют низкое содержание — 2,44–2,77%. Реакция почвы первых двух полей характеризуется как слабокислая, на третьем поле — как среднекислая и на четвертом — близкая к нейтральной.

Таблица 49

**Агрохимические свойства почвы с полей льна масличного
(слой 0–30 см)**

№	Поле	Гумус, %	рН _с	Подвижные формы, мг/кг					
				N-NO ₃	N-NH ₄	NO ₃ + NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
1	70.15. Темно-серая лесная среднемошная среднегумусная среднесуглинистая	6,44	5,36	56,13	2,3	58,43	143	51,3	20,4
2	67.112 Серая лесная среднемошная среднегумусная легкосуглинистая	4,77	5,3	11,95	3,6	15,55	137	61,1	10,2
3	68.122 Серая лесная среднемошная малогумусная легкосуглинистая	2,77	4,8	4,78	2,9	7,68	154	39,1	14,8
4	69.119 Серая лесная слабосмытая малогумусная легкосуглинистая	2,44	5,6	8,76	4,7	13,46	214	46,2	11,9

Почвы полей сильно различаются по содержанию минеральных форм азота. Высокой обеспеченностью азотом, особенно N-NO₃ характеризуется первое поле, ближе к средней она по второму полю, в то время как на третьем и четвертом полях она находится на низком уровне, особенно на третьем поле.

Установлено варьирование в содержании подвижного фосфора и обменного калия. Средние значения по количеству подвижного фосфора составили 137–214 мг/кг при заметно низком количестве на втором и первом полях и существенно более высоком — на четвертом поле. В целом обеспеченность фосфором по первому и второму полям была повышенная, по третьему — высокая и по четвертому — очень высокая. А по обменному калию — средняя по первому, второму и четвертому полям и низкая по третьему полю.

Обеспеченность подвижной серой по всем полям высокая — 10,2–20,4 мг/га.

Различия в свойствах почвы по полям оказали влияние на элементы структуры урожая льна (таблица 50).

Таблица 50

Элементы структуры урожая льна масличного сорт Северный

Поле	Густота, шт./п.м.	Высота, см	Количество ветвей шт./раст.	Количество коробочек, шт./раст.
70.15	46	61	1,18	24,7
67.112	48	54	1,04	13,1
68.122	45	50	1,03	21,5
69.119	43	62	1,04	13,0

Во-первых, следует отметить варьирование внутри полей всех элементов структуры урожая. По усредненным их значениям они сравнительно выше по полю 70.15, где темно-серые лесные почвы. Особенно это относится к количеству стеблей и коробочек. При близких показателях по густоте и высоте выделяются самой большой густотой и меньшей высотой растения на поле 68.122. Наибольшим числом коробочек выделяются поля 70.15 (24,7 шт.) и 68.122 (21,5 шт.), а меньшее их число характерно для полей 67.112 и 69.119, что, воз-

можно, объясняется более низким содержанием серы и несбалансированностью между азотом, фосфором и калием в почве.

Разная густота и количество коробочек, обеспеченность почвы подвижными элементами питания обусловили формирование урожайности семян в пределах 1,61–1,99 т/га и разные показатели их качества (табл. 51).

Таблица 51

Урожайность семян и показатели их качества льна масличного сорт Северный

Поле	Урожайность семян, т/га	Масса 1000 семян, г	Белок		Масло	
			%	Выход, т/га	%	Выход, т/га
70.15	1,99	7,16	16,8	0,334	49,5	0,98
67.112	1,75	6,86	16,0	0,280	49,4	0,86
68.122	1,99	7,37	16,4	0,266	50,8	0,82
69.119	1,61	7,95	14,5	0,233	50,5	0,81

Выше урожайность получена на полях 70.15 и 67.112, где почва характеризуется большей гумусированностью, более высоким содержанием минеральных форм азота, слабокислой реакцией и несколько большим количеством обменного калия.

Семена были выполненными: масса 1000 семян варьировала — в среднем от 6,86 до 7,95 г. Самые высокие значения отмечаются на полях с более низкой урожайностью и с меньшей густотой.

Показателями качества семян являются содержание белка и масла. По полям количество белка было 14,5–16,8%, а его выход — 0,233–0,334 т/га и самым низким (0,233–0,266 т/га) он был на полях с низким содержанием гумуса, нитратного азота и калия. Уровень масла составлял по полям 49,4–50,8% и сравнительно выше он был именно по этим полям. Однако с учетом урожайности семян выход масла был в пределах 0,81–0,98 т/га при более заметном преимуществе по первым двум полям — 0,86–0,98 т/га (табл. 51).

В растительных образцах определяли содержание азота, фосфора, калия и серы, что позволило определить их вынос с полученным урожаем.

Таблица 52

**Баланс элементов питания по полям возделывания
льна масличного, кг/га**

№ поля	Поступление				Вынос				Баланс ±			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
1	47,5	16	16	36	53,7	9,0	16,9	6,7	-6,2	+7,0	-0,9	+29,3
2	47,5	16	16	36	44,8	10,1	19,1	5,4	+2,7	+5,9	-3,1	+30,6
3	47,5	16	16	36	52,1	8,6	18,3	7,3	-4,6	+7,4	-2,3	+28,7
4	47,5	16	16	36	37,4	10,0	18,4	5,7	+10,1	+6,0	-2,4	+30,3

Как следует из представленных результатов (табл. 52), по всем вариантам внесения удобрений складывается отрицательный баланс по азоту по первому и третьему полям и калию по всем полям. По фосфору с связи с его более низким выносом баланс положительный. По сере по всем вариантам с введением в систему удобрений серы баланс положительный и остаток серы при внесении 36 кг/га очень значительный — 29,3–30,6 кг/га. Необходимо сократить дозы внесения сульфата аммония на полях с высоким содержанием серы.

Оценка эффективности применения удобрений проводится по окупаемости 1 кг д.в., кг продукции (табл. 53).

Таблица 53

Окупаемость 1 кг д. в. кг семян

№ поля	Σ д. в. кг/га	Урожайность, т/га	Окупаемость 1 д. в., кг
1	115,5	1,99	17,22
2	115,5	1,75	15,15
3	115,5	1,99	17,22
4	115,5	1,61	13,9

Как видим, окупаемость удобрений довольно высокая – 13,9–17,22, кг при самой высокой отдаче по первому и третьему полям, где она равна 17,22 кг.

Рисунки 20–23 демонстрируют растения льна сорт Северный в хозяйстве КФХ «Иванов А. Н.» в разные фазы развития, 2021 г.



Рисунок 20 — сорт Северный
поле 68.122 (04.07.2021)



Рисунок 21 — Сорт Северный
поле 68.122 (20.08.2021)



Рисунок 22 — сорт Северный
поле 67.112 (04.07.2021)



Рисунок 23 — Сорт Северный
поле 67.112 (20.08.2021)

Таблица 54

**Экономическая эффективность применения удобрений
по самому низкоурожайному полю**

Показатели	Поле 4
Урожайность, т/га	1,61
Прямые затраты, руб./га	18231,8
Семена, руб./га	460
Средства защиты, руб./га	5230,4
Удобрения, руб./га	4545
Итого затрат, руб./га	28467,2
Цена реализации, руб./т	62000
Стоимость продукции, руб./га	99820

Окончание таблицы 54

Показатели	Поле 4
Чистый доход, руб./га	71352,80
Себестоимость, руб./т	17681,49
Уровень рентабельности, %	250,7

В результате оценки экономической эффективности возделывания льна масличного в хозяйстве Иванова А. Н. получен достаточно высокий уровень рентабельности — 250,7%, что объясняется достойной ценой реализации продукции. Чистый доход составил 71 352,80 руб./га при уровне затрат 28 467,2 руб./га.

2.7.3. Эффективность КАС-32 и комплексных минеральных макро- и микроудобрений под лен масличный в условиях Приобской зоны (Тюменцевский, Мамонтовский районы)

В АО «Орбита» лен масличный возделывается с 2008 г.а на площади 8 тыс. га. Опыт проводился в Тюменцевском районе.

Почва опытного участка — чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный среднесуглинистый с рНс — 5,6, содержанием гумуса — 4,5%, N-NO₃ — 18,5 мг/кг, P₂O₅ — 145 мг/кг и обменного калия — 80 мг/кг.

В опыте вносили КАС-32 (N — 32%), сульфат аммония (N — 21%, S — 24%), диаммофоску (N — 10%, P₂O₅ — 26%, K₂O — 26%) и микроэлементы в период посева сеялкой. Варианты опыта приведены в таблице 55. Опыт заложен в условиях производства с площадью делянки 2,5 га, на каждой делянке выделены три площадки для наблюдения за питательным режимом, биометрическими измерениями и учетом урожайности.

В опыте возделывался сорт льна Северный с нормой высева 50 кг/га, предшественник — яровая пшеница. На всех полях применяли глифосат по 2 л/га, в фазу елочки использовали Зингер, СП или его аналоги по 8 г/га совместно с Форвард, ЭКЭ 1 л/га. В баковую смесь вводили микроэлементы (комплексные препараты).

От вредителей: против блошки и трипса — Фаскорд, КЭ 150 г/га, либо в виде одного, либо в баковой смеси с гербицидом. Дата посева — 1-я декада мая.

Погодные условия вегетационного периода 2021 г. по м/с Мамонтово представлены в таблице 26 п. 1.7.2. Вегетационный период 2021 г. характеризовался крайне неравномерным распределением осадков по месяцам и декадам. ГТК были на уровне 0,60 против 0,94 по многолетним данным. Следует отметить проявление заморозков во 2-й декаде мая до $-7-9^{\circ}\text{C}$, оказавших сильное отрицательное влияние на посевы льна в опыте, густоту и длину растений и в конечном итоге на урожайность.

В основные фазы развития льна (елочки, быстрый рост, уборка) отбирали почвенные и растительные образцы. В почвенных образцах определяли по слоям 0–20 и 20–40 см содержание подвижных питательных веществ, влаги и рНс согласно принятым методам. В растительных образцах: сухое вещество, содержание азота, фосфора и калия. В семенах кроме этих элементов — сера, белок и масличность.

Химический анализ почв (табл. 55) показывает, что при внесении удобрений существенно улучшается питательный режим и потребление элементов питания начиная с фазы елочки.

Таблица 55

Агрохимические свойства почвы под льном масличным

№	Варианты	11.05.2021						Гумус, %
		Глубина, см	W,%	рН _с	Подвижные формы, мг/кг			
					NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1	Контроль (без удобрения)	0–20	15,0	6,9	19,13	172,5	172	4,00
		20–40	16,1	6,0	29,22	172,5	271	4,25
		0–40	15,5	6,4	24,2	172,5	221	4,12
2	Диаммофоска 80 кг/га	0–20	16,1	7,5	10,2	205	402	4,58
		20–40	20,0	7,3	21,0	120	152	2,79
		0–40	18,0	7,4	15,6	163	275	3,68
3	КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га + диаммо- фоска 50 кг/га	0–20	16,0	6,1	33,36	235	411	4,12

Окончание таблицы 55

№	Варианты	11.05.2021						Гумус, %
		Глубина, см	W,%	pH _c	Подвижные формы, мг/кг			
					NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	
4	КАС-32 50 л/га + с.а. 50 кг/га + диаммо- фоска 80 кг/га	0–20	12,6	6,4	17,8	183,7	267	4,0
		20–40	24,0	6,2	9,6	112,5	211	4,44
		0–40	18,3	6,3	13,7	148,1	239	4,22
5	КАС-32 70 л/га + с.а. 70 кг/га + диаммо- фоска 50 кг/га	0–20	15,3	6,0	19,6	176	356	4,0
		20–40	17,1	6,1	14,03	192,5	177	4,87
		0–40	16,2	6,0	16,8	184,2	266	4,43

*с.а. — сульфат аммония

Согласно приведенным данным содержание влаги варьировало в пахотном слое в пределах 12,6–16,1%, а в слое 20–40 см — 16,1–20,0% и более высокой (16,1 и 20%) оно было на варианте внесения диаммофоски. рН_в по вариантам находился в широких пределах: от 6 до 7,5 — и более нейтральным был по варианту с диаммофоской. Значительные различия были по количеству нитратов в слое 0–20 см — 10,2–33,6 мг/кг. В основном по большинству вариантов, включая контроль, нитратов в слое 0–20 см находилось 10,2–19,6 мг/кг и в подпахотном — от 9,6 до 29,2 мг/кг. Обеспеченность по пахотному горизонту и по слою 0–40 см по N-NO₃ находилась на среднем уровне, по фосфору и обменному калию — на высоком. Очень высоким уровнем подвижных питательных веществ характеризуются варианты 3 и 5.

Отбор почвенных образцов проводился и в последующие периоды роста и развития льна масличного из слоев 0–20 и 20–40 см. Содержание влаги, рН_c и питательных веществ по этим горизонтам представлено в приложении 3. В таблице 56 приведены показатели всех свойств по вариантам в слое 0–40 см.

Как видно из таблицы 56, в июле и августе влажность почвы в связи с выпавшими осадками в предшествующие периоды была близкой: в июле в слое 0–40 см — 9,8–13,6%, в августе — 10,7–15,1%. рН_c по вариантам опытов также была близкой и находилась в июле в пределах 5,9–6,3, в августе — 6,1–7,0.

Таблица 56

Агрохимические свойства почвы под льном масличным

№ п/п	13.07.2021						18.08.2021									
	Варианты	Глубина, см	W, %	pH _c	Подвижные формы, мг/кг				W, %	pH _c	Подвижные формы, мг/кг					
					NO ₃	NH ₄	NO ₃ ⁺ NH ₄	P ₂ O ₅			K ₂ O	NO ₃	NH ₄	NO ₃ ⁺ NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Контроль (без удобрения)	0-40	12,7	6,2	16,20	16,0	32,2	161	245	10,8	6,9	2,07	7,7	9,77	138	134
2	Диаммофоска 80 кг/га	0-40	11,0	6,3	10,39	7,7	18,6	164	214	11,3	7,0	3,92	6,5	10,47	133	193
3	КАС-32 70 л/га + с.а.* 30 кг/га	0-40	10,6	6,2	12,75	8,1	20,9	194	269	12,3	6,7	4,58	5,7	10,33	101	196
4	КАС-32 70 л/га+ с.а. 30 кг/га +микроэлементы	0-40	10,3	6,1	18,72	9,7	28,4	127	182	10,7	6,2	1,19	4,5	5,74	103	113
5	КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га + диаммофоска 50 кг/га	0-40	9,8	6,0	13,22	9,9	23,2	149	238	10,7	7,0	6,54	5,2	11,69	71	114
6	КАС-32 50 л/га+ с.а. 50 кг/га + диаммофоска 80 кг/га	0-40	13,6	5,9	18,72	11,6	30,3	128	223	12,0	6,1	1,81	6,4	8,21	123	171
7	КАС-32 70 л/га + с.а. 70 кг/га + диаммофоска 50 кг/га	0-40	9,9	6,2	8,68	12,3	21,0	151	175	15,1	6,4	14,10	7,7	21,85	112	278

*с.а. — сульфат аммония

По содержанию нитратного азота большее количество отмечалось на вариантах внесения КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га + микроэлементы и КАС-32 50 л/га + с.а. 50 кг/га + диаммофоска 80 кг/га, где его было по 18,72 мг/кг. Сумма минеральных форм азота ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) по всем удобренным вариантам ниже контроля (32,2 мг/кг) и варьировала в пределах 18,6–30,3 мг/кг. В августе произошло резкое снижение количества нитратов и суммы азота, кроме варианта с внесением КАС-32 70 л/га + с.а. 70 кг/га + диаммофоска 50 кг/га, что связано с его выносом.

По сравнению с первым сроком отбора образцов по всем вариантам произошло снижение содержания фосфора, самым высоким оно было на варианте с внесением сочетаний КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га — 194 мг/кг. В августе количество подвижного фосфора по сравнению с предыдущими двумя сроками снизилось.

Содержание обменного калия в июле было очень высоким — 175–269 мг/кг, с заметным снижением в августе — 71–138 мг/кг. Такие изменения обусловлены интенсивным потреблением калия в период цветения и образования коробочек.

Об обеспеченности растений питанием судят по их содержанию в растениях. В таблице 57 представлены данные потребления азота, фосфора и калия льном.

Как следует из таблицы 57, уровень азота различался по вариантам: наименьшим — 3,15–3,39% он был по вариантам 3 и 6 и высоким 4,92–5,19% по вариантам 7 и 2. По вариантам 2 и 7 в растениях больше накапливалось фосфора и калия. При этом по варианту 6, как и азота было наименьшее их количество, что можно объяснить более высоким уровнем урожайности по этому варианту (КАС-32 50 л/га + с.а. 50 кг/га + диаммофоска 80 кг/га) — 2,23 т/га.

В семенах льна количество элементов по вариантам также различалось (табл. 58). Сравнительно больше азота в семенах — варианты 6, 7 и 4, что обеспечило накопление большего количества белка — 18,24–20,16% при его содержании 2,89–3,19%. Содержание фосфора только по варианту 2 (одна диаммофоска) было выше контроля, а по остальным или ниже (варианты 6 и 7), или незначительно выше. Количество калия, кроме варианта 7, характеризовалось большим содержанием

по сравнению с контролем. Заметно выше среди всех вариантов его было на вариантах 2, 3 и 4.

Таблица 57

**Потребление элементов питания льном масличным
в фазу цветения, %**

№ п/п	Варианты	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Контроль	4,15	0,60	2,36
2	Диаммофоска 80 кг/га	5,19	0,73	3,02
3	КАС-32 70 л/га + с.а.* 30 кг/га	3,39	0,60	2,67
4	КАС-32 70 л/га+ с.а. 30 кг/га + микроэлементы	4,30	0,51	2,67
5	КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га + диаммофоска 50 кг/га	4,73	0,68	2,78
6	КАС-32 50 л/га+ с.а. 50 кг/га + диаммофоска 80 кг/га	3,15	0,46	2,16
7	КАС-32 70 л/га + с.а. 70 кг/га + диаммофоска 50 кг/га	4,92	0,65	2,97

*с.а. — сульфат аммония

Таблица 58

**Содержание основных элементов питания
в семенах льна масличного, %**

№ п/п	Варианты	%				N: S
		N	P	K	S	
1	Контроль	2,66	0,36	0,77	0,210	12,6
2	Диаммофоска 80 кг/га	2,74	0,43	0,94	0,130	21,0
3	КАС-32 70 л/га + с.а.* 30 кг/га	2,74	0,38	0,82	0,125	21,9
4	КАС-32 70 л/га+ с.а. 30 кг/га + микроэлементы	2,89	0,37	0,83	0,150	19,2
5	КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га + диаммофоска 50 кг/га	2,70	0,32	0,82	0,150	18,0
6	КАС-32 50 л/га+ с.а. 50 кг/га + диаммофоска 80 кг/га	2,93	0,35	0,79	0,270	10,8
7	КАС-32 70 л/га + с.а. 70 кг/га + диаммофоска 50 кг/га	3,19	0,34	0,72	0,130	24,5

Просматривается закономерность большего накопления масла при большем содержании в зерне калия: при 0,82–0,94% калия — 52,6% масла. Содержание серы в семенах находилось в пределах 0,13–0,27% и самым высоким — 0,21 и 0,27% было на контроле и варианте 6, что обеспечило формирование высокого урожая семян с высокими показателями качества.

Отношение N : S в семенах по вариантам составляет 10,8–24,5. Четкой закономерности с уменьшением этого показателя и содержания белка не просматривается, кроме варианта 6, когда при соотношении N : S 10,8 урожайность составила 2,23 т/га, в то время как при соотношении 12,6 она была равна 1,43 т/га, а при значениях 21,0–24,5–1,99 и 1,83 т/га.

Как отмечалось ранее, многие авторы установили, что урожайность семян льна масличного зависит от густоты, количества ветвей и коробочек.

Таблица 59

Влияние удобрений на элементы структуры урожая

№ п/п	Варианты	Густота стояния растений, шт./м ²	Высота растений, см	Количество ветвей, шт./раст.	Количество коробочек, шт./раст.
1	Контроль	258	43,2	1,02	12,16
2	Диаммофоска 80 кг/га	266	42,9	1,62	27,40
3	КАС-32 70 л/га + с.а.* 30 кг/га	253	49,2	1,68	19,14
4	КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га + микроэлементы	260	48,4	1,55	20,72
5	КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га + диаммофоска 50 кг/га	264	49,2	1,30	26,33
6	КАС-32 50 л/га + с.а. 50 кг/га + диаммофоска 80 кг/га	286	52,6	1,64	25,91
7	КАС-32 70 л/га + с.а. 70 кг/га + диаммофоска 50 кг/га	265	50,8	1,20	19,24

* с.а. — сульфат аммония

По данным структуры урожая в наших опытах под влиянием вносимых удобрений густота растений находилась в пределах 253–

286 шт./м² при 258 на контроле (табл. 59). Сравнительно выше она была при внесении КАС-32 50 л/га с 50 кг/га сульфата аммония и 80 кг/га диаммофоски.

Высота растений составляла 42,9–52,6 см при 43,2 см на неудобренном варианте. По вариантам, в состав которых входит КАС-32 в разных дозах, она выше — 48,4–52,6 см, а при внесении диаммофоски — наименьшей, даже ниже контроля, — 42,9 см.

Для формирования урожайности льна при посеве с междурядьем 19–20 см важным является количество ветвей на одном растении. Лен сорта Северный в зависимости от густоты посева на одном растении формирует от одной до трех ветвей. В нашем опыте их образовалось от 1,02 шт. на контроле до 1,2–1,69 шт. на вариантах внесения удобрений. Наибольшее число ветвей было при внесении одной диаммофоски, с совместным ее внесением с 50 л/га КАС-32, 50 кг/га $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и при внесении 70 л/га КАС-32 и 30 кг/га $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. При увеличении дозы сульфата аммония до 70 л/га КАС-32 и 50 кг/га диаммофоски количество ветвей было менее высоким — 1,2 шт.

Варьирование густоты, длины растений льна и его ветвление в какой-то степени обусловлено влиянием заморозков 21 мая, когда лен находился в стадии формирования елочки, а температура опускалась до –9–12 °С.

Развитие растений льна по вариантам опыта представлено на рисунках 24 и 25.

Основными элементами структуры урожая, кроме густоты растений, является количество сформировавшихся выполненных корбочек. Как видно из данных таблицы 59, по вариантам внесения удобрений их насчитывалось 19,14–27,04 шт. против 12,16 шт. на контроле. Больше число образовалось на варианте внесения одной диаммофоски — 27,01 шт., а также по вариантам КАС-32 70 л/га, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ — 30 кг/га и 50 кг/га диаммофоски — 26,33 шт. и при внесении по 50 л/га КАС-32 с 50 кг/га сульфата аммония и 80 кг/га диаммофоски — 25,91 шт.



Рисунок 24 — Лен сорт Северный:

1 — КАС-32 50 л/га + с.а. 50 кг/га + диаммофоска 80 кг/га;

2 — КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га + диаммофоска 50 кг/га;

3 — КАС-32 70 л/га + с.а. 70 кг/га + диаммофоска 50 кг/га;

4 — контроль; 5 — диаммофоска 80 кг/га



Рисунок 25 — лен сорт Северный

С учетом элементов структуры, питательного режима получена разная урожайность и показатели качества (табл. 60).

Таблица 60

Урожайность и показатели качества семян льна

№	Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка		Масса 1000 семян, г	Содержание, %		Выход, т/га	
			т/га	%		Белок	Мас-ла	Белок	Мас-ла
1	Контроль	1,43	-	-	6,070	16,8	51,5	0,240	0,736
2	Диаммофоска 80 кг/га	1,99	0,56	39,1	6,805	17,28	50,0	0,343	0,995
3	КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га	1,49	0,06	5,7	6,065	17,28	52,6	0,257	0,784
4	КАС-32 70 л/га+ с.а. 30 кг/га +микроэлементы	1,67	0,24	16,8	5,975	18,24	52,2	0,305	0,872
5	КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га + диаммофоска 50 кг/га	1,79	0,36	25,2	6,105	17,04	50,2	0,305	0,898

Окончание таблицы 60

№	Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка		Масса 1000 семян, г	Содержание, %		Выход, т/га	
			т/га	%		Белок	Мас-ла	Белок	Мас-ла
6	КАС-32 50 л/га + с.а. 50 кг/га + диаммофоска 80 кг/га	2,23	0,80	55,9	6,335	18,5	50,6	0,412	1,128
7	КАС-32 70 л/га + с.а. 70 кг/га + диаммофоска 50 кг/га	1,83	0,40	28,0	6,388	20,16	50,5	0,369	0,924
НСР _{0,5} т/га			0,14						

По вариантам опыта урожайность получена в пределах 1,49–2,33 т/га при 1,43 т/га на контроле. Недостоверен результат урожайности по варианту КАС-32 70 л/га с сульфатом аммония 30 кг/га, что можно объяснить влиянием заморозков, которые прошли локально по всему опыту. По остальным вариантам получена прибавка 0,24–0,8 т/га, или прирост составил 16,8–55,9%. Самая высокая урожайность сформировалась по варианту внесения КАС-32 50 л/га с 50 кг/га сульфата аммония и 80 кг/га диаммофоски — 2,23 т/га, по 1,79–1,83 т/га (25,2–28%) она получена при внесении смеси удобрений КАС-32 70 л/га + с.а. 30 или 70 кг/га + диаммофоска 50 кг/га. Увеличение урожайности семян на 39,1%, или на 0,56 т/га, произошло при внесении диаммофоски 80 кг/га. Оценивая действие смеси удобрений с диаммофоской можно выделить наиболее эффективное сочетание, когда к 80 кг/га диаммофоски добавили КАС-32 и сульфат аммония по 50 кг/га, или усилили дозу азота в удобрении.

Одни азотные удобрения с добавлением микроэлементов повысили урожайность на 16,8%, или до 1,67 т/га (прибавка 0,24 т/га).

Масса 1000 семян составила по удобренным вариантам 5,975–6,805 г при 6,070 г на контроле. Ниже контроля ее значение получено по варианту с микроэлементами — 5,975 г. Высокие показатели массы семян отмечаются по варианту с диаммофоской — 6,805 г и по тройным сочетаниям КАС-32 по 50 и 70 л/га, сульфата аммония по 30 и 70 кг/га и диаммофоски 80 и 50 кг/га — 6,335–6,385 г.

Что касается таких важных показателей, как белок и масличность, следует отметить, что содержание белка повышалось до 17,04–20,16% по удобренным вариантам против 16,8% на контроле и наибольшим (18,5–20,16%) оно было при внесении смеси с КАС-32 по 50 и 70 л/га. До 18,24% количество белка повышалось по варианту с добавлением к КАС-32 и сульфату аммония с микроэлементами.

Выход белка с учетом урожайности повысился с 0,24 т/га на контроле до 0,257–0,412 т/га по вариантам применения удобрений, самым высоким выход белка (0,369–0,412 т/га) был по сочетанию КАС-32 с сульфатом аммония и диаммофоской в дозах соответственно 50, 50 и 80; 70, 70 и 50 кг/га. Влияние диаммофоски также обусловило неплохой выход белка — 0,343 т/га.

Масличность семян по всем вариантам была высокой: 50–52,6%, что обеспечило с учетом полученной урожайности выход масла в пределах 0,736–1,128 т/га при 0,736 т/га на контроле. Наибольший выход масла получен по тем же вариантам, что и по белку.

Согласно показателям белка и масла, которые характеризуют семена льна как сырьевой ресурс, можно в заключение сделать вывод, что применение КАС-32 и сульфата аммония по 50 кг/га с 80 кг/га диаммофоски в условиях недостаточной влагообеспеченности 3-й декады мая и 1-й и 2-й июня, когда лен формирует елочку, существенно повышает урожайность и выход белка и масла. Эту дозу можно рекомендовать для условий умеренно-засушливой колючей степи Алтайского края при возделывании льна на выщелоченных черноземах.

В агрохимии применяемую систему удобрений оценивают по балансу элементов питания. В таблице 61 показано их поступление с удобрениями и вынос с урожаем.

Как следует из представленных результатов, по всем вариантам внесения удобрений складывается отрицательный баланс по азоту, по вариантам 1, 3 и 4 — по фосфору, по калию — по вариантам 1, 3, 4 и 5, а по сере — вариантам 1 и 2 (контроль и диаммофоска), без внесения серы. Наибольшая напряженность баланса по азоту проявляется по варианту с диаммофоской (–46,5 кг/га) и по варианту с минимальной дозой КАС-32 и формированием самой высокой урожайности. По сере по всем вариантам с введением сульфата аммония баланс положительный. Можно сократить его дозу до 30 кг/га.

Таблица 61

**Баланс элементов питания по вариантам опыта
с льном масличным, кг/га**

№ п/п	Варианты	Поступление				Вынос				Баланс ±			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
1	Контроль	0	0	0	0	38,0	5,1	11,0	3,0	-38,0	-5,1	-11,0	-3,0
2	N ₈ P _{20,8} K _{20,8}	8	20,8	20,8	0	54,5	8,6	18,7	2,6	-46,5	+12,2	+9,1	-2,6
3	N _{27,5} S _{7,2}	27,5	0	0	7,2	40,8	5,7	12,2	1,9	-13,3	-5,7	-12,2	5,3
4	N ₃₆ S _{7,2} +МЭ	36,0	0	0	7,2	48,3	6,2	13,9	2,5	-12,3	-6,2	-13,9	+4,7
5	N ₄₅ P ₁₃ K ₁₃ S ₁₂	45,0	13,0	13,0	12,0	48,3	5,7	14,7	2,7	-3,3	+7,3	-1,7	+9,3
6	N _{39,5} P _{20,8} K _{20,8} S ₁₂	39,5	20,8	20,8	12,0	65,3	7,8	17,6	6,0	-25,8	+3,0	+3,2	+6,0
7	N ₄₉ P ₁₃ K ₁₃ S _{16,8}	43,0	13	13,0	16,8	58,4	6,2	13,0	2,4	-15,4	+6,8	0	+14,4

А в таблице 62 представлена окупаемость 1 кг д.в. удобрений, кг семян и 1 рубля затрат на удобрения в руб. по вариантам опыта.

Окупаемость 1 кг д.в. удобрений по вариантам опыта варьировала от 1,73 до 11,29 кг семян при наибольших значениях по варианту с диаммофоской (11,29 кг) и 50 л/га КАС 32 + 50 кг/га сульфат аммония и 80 кг/га диаммофоски. Затраты на удобрения составили 1,853–4,431 тыс. руб/га и более высокими (4,033–4,431 тыс. руб.) были по вариантам совместного применения КАС-32, сульфата аммония и диаммофоски, а минимальными — при внесении одного КАС-32 по 70 л/га с 30 кг/га сульфата аммония.

Окупаемость 1 рубля затрат составила 0,53–12,4 руб. и наибольшей была по вариантам внесения одной диаммофоски — 12,4 руб., внесения КАС-32 по 50 л/га с 50 кг/га сульфата аммония и 80 кг/га диаммофоска — 11,19 руб. и соответственно 70; 50; 50 кг/га удобрений — 10,89 руб.

Окончание таблицы 63

Показатели	Контроль	Диаммофоска 80 кг/га	КАС-32 70 л/га + с.а.* 30 кг/га	КАС-32 70 л/га+ с.а. 30 кг/га + микро- элементы	КАС-32 70 л/га + с.а. 30 кг/га + диам- мофоска 50 кг/га	КАС-32 50 л/га+ с.а. 50 кг/га + диам- мофоска 80 кг/га	КАС-32 70 л/га + с.а. 70 кг/га + диам- мофоска 50 кг/га
Удобрения, руб./га	0	2296	1750	1952	2800	3852	3315
Итого затрат, руб./га	35980	41993	38734	41266	41264	43925	42923
Цена реализации, руб./т	51000	51000	51000	51000	51000	51000	51000
Стоимость продукции, руб./га	72930	101490	75990	85170	91290	113730	93330
Чистый доход, руб./га	36950	59497	37256	43904	50026	69805	50407
Себе- стоимость, руб./т	25160,84	21102,01	25995,97	24710,18	23052,51	19697,31	23455,19
Уровень рентабельности, %	102,70	141,68	96,18	106,39	121,23	158,92	117,44

Чистый доход получен в пределах 36 950–69 805 руб. при 36 950 руб. на контроле, т. е. при внесении удобрений он был выше и составлял 37 256–69 805 руб./га. Наибольшим (69 805 руб.) он был по варианту внесения КАС-32 50 л/га с 50 кг/га сульфата аммония и 80 кг/га диаммофоски. Уровень рентабельности по удобренным вариантам (кроме внесения КАС-32 по 70 л/га с 30 кг/га сульфата аммония — 96,18%) был выше контроля — 106,39–158,92% против 102,70% на контроле. Экономические расчеты подтверждают высокую эффективность припосевного внесения 50 л/га КАС-32 с 50 кг/га сульфата аммония и 80 кг/га диаммофоски.

В АО «Орбита» кроме опыта с внесением удобрений проводились наблюдения за полями, где были внесены удобрения: по 70 л/га КАС-32 и 80 кг/га диаммофоски с посевом кроме сорта Северный сортов льна Исток, Янтарь, Лирина. В таблице 64 приведена полученная урожайность новых сортов и экономическая эффективность их возделывания в АО «Орбита».

Как видно из таблицы 64, более урожайными являются Исток и Лирина, давшие соответственно выше урожайность, чем по Северному и Янтарю, на 0,18–0,16 т/га и 0,1–0,08 т/га. Чистый доход получен по Истоку — 54 637 руб., по Лирине — 50 777 руб., Янтарю — 46 611 руб., Северному — 45 291 руб./га. Уровень рентабельности соответственно равен 149,43%, 142,54%, 133,22% и 129,00%.

Таблица 64

Эффективность возделывание сортов и гибридов льна

Показатели	Северный	Лирина	Янтарь	Исток
Урожайность, т/га	1,34	1,44	1,36	1,52
Прямые затраты, руб./га	27888	28506	27902	29342
Семена, руб./га	1419	1315	1285	1419
Средства защиты, руб./га	3076	3076	3076	3076
Удобрения, руб./га	2726	2726	2726	2726
Итого затрат, руб./га	35109	35623	34989	36563
Цена реализации, руб./т	60000	60000	60000	60000
Стоимость продукции, руб./га	80400	86400	81600	91200
Чистый доход, руб./га	45291	50777	46611	54637
Себестоимость, руб./т	26200,7	24738,2	25727,2	24055,0
Уровень рентабельности, %	129,00	142,54	133,22	149,43

На рисунке 26 показано развитие льна сорта Северный в разные фазы вегетации.

В 2017 г. в Мамонтовском районе по чистому пару был заложен опыт с внесением разных сочетаний КАС-32, аммиачной селитры, сульфата аммония и аммофоса. В таблице 65 представлены данные по урожайности, качеству семян по разным вариантам.

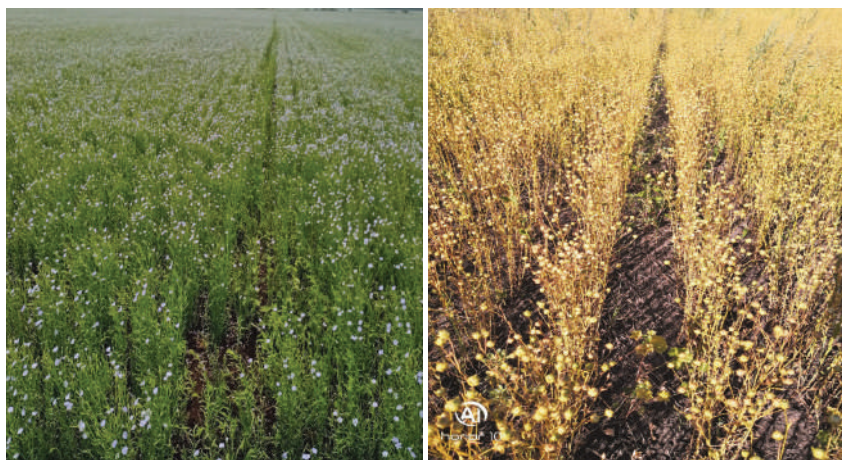


Рисунок 26 — Лен сорт Северный

Таблица 65

**Эффективность КАС-32 и твердых минеральных удобрений
при внесении под лен масличный**

№	Вариант	Гу- стота, шт./ п.м.	Кол-во короб., шт./раст.	Уро- жай- ность, т/га	Прибавка		Мас- са 1000 се- мян, г	Масло		Белок	
					т/га	%		%	вы- ход, ц/га	%	вы- ход ц/га
1	кон- троль	51	14,0	1,12	-	-	3,57	41,6	4,65	25,1	2,8
2	N ₂₄	58	19,6	1,29	0,17	15,2	3,62	43,6	5,62	21,7	2,8
3	N ₄₄ S ₂₄	52	19,5	1,30	0,18	16,1	3,71	44,0	5,72	26,8	3,48
4	N ₆ P ₂₆	62	15,4	1,23	0,11	9,8	3,55	42,9	5,27	19,8	2,43
5	N ₆₃	56	16,5	1,52	0,40	35,7	3,65	41,0	6,23	31,8	4,83
6	N ₆₉ P ₂₆	62	17,2	1,73	0,61	54,4	3,60	43,6	7,54	25,2	4,35

НСР_{0,5} т/га 0,075

В связи с засушливостью вегетационного периода сформировался сравнительно низкий урожай семян: 1,12–1,73 т/га при 1,12 на контроле. При этом аммиачная селитра (N₂₄) и селитра с сульфатом аммония (N₄₄S₂₄) обеспечивала рост урожайности на 0,17–0,18 т/га, или 15,2–16,1%. Внесение 0,5 ц/га аммофоса при посеве в меньшей

степени способствовало росту урожайности, что объясняется невысокой дозой азота (N_6P_{26}) — прибавка равна 0,11 т/га, или 9,8%. А вот увеличение дозы азота до 63 кг при внесении КАС-32 150 л/га обеспечивало получение прибавки 0,4 т/га, или увеличение урожайности в 1,36 раза. Добавление при посеве 0,5 ц/га аммофоса к КАС-32 $N_{69}P_{26}$ повышало урожайность в 1,54 раза и позволило получить наибольшую прибавку 0,61 ц/га.

Уровень содержания масла варьировал от 41 до 49% при 41,6% на контроле. Более высоким (43,6–44%) он получен при внесении селитры с сульфатом аммония и совместно 150 л/га КАС-32 и 0,5 ц/га аммофоса при посеве. Самый значительный выход обеспечивало сочетание КАС-32 с аммофосом ($N_{69}P_{26}$) — 7,54 ц/га, что в 1,6 раза превышало контроль.

Содержание белка по всем вариантам находилось в пределах 19,8–31,8% при 25,0% на контроле. Наименьший уровень получен по варианту с внесением одного аммофоса (19,8%), а наибольший (31,8%) — по варианту применения одного КАС-32. Сравнительно много белка было в семенах льна по варианту внесения селитры с сульфатом аммония. Просматривается закономерность влияния дозы азота в удобрении — чем она выше, тем больше накапливается белка. Заметно действие серы в составе смеси селитры с сульфатом аммония. Изменения показателей качества семян льна в засушливых условиях на черноземах выщелоченных в умеренно засушливой степи Алтайского края показывают высокую эффективность припосевного внесения КАС-32 в дозе 150 л/га и его совместного применения с 0,5 ц/га аммофоса.

В условиях 2020 г. в опыте с внесением разных доз КАС-32 (50, 70 и 100 л/га) и 0,8 ц/га диаммофоса при засушливых условиях 2-й декады июля и почти всего августа получен сравнительно низкий уровень урожайности семян (табл. 66).

С учетом густоты, количества коробочек и большей выполненности семян под влиянием удобрений получена более высокая урожайность: 1,24–1,48 т/га против 1,08 т/га по неудобренному варианту. Прирост составил 14,8–37%. При этом с увеличением дозы азота он повышался с 21,3% по варианту $N_{17}P_{42}$ до 29,6–37% по сочетаниям, где дозы азота увеличивались до 38–59 кг/га д.в. Самая высокая прибавка сформировалась по варианту $N_{59}P_{42}$.

Таблица 66

Эффективность КАС-32 и твердых минеральных удобрений (2020)

№	Вариант	Густота, шт./п.м.	Кол-во коробочек, шт./раст.	Урожайность, т/га	Прибавка		Масса 1000 семян, г	Масло, %	Выход масла, ц/га	Содержание белка, %	Выход белка, ц/га
					т/га	%					
1	контроль	59	11,0	1,08	-		6,65	42,9	4,6	16,4	1,77
2	N ₃₀	59	13,5	1,24	0,16	14,8	7,04	40,3	5,0	15,8	1,82
3	N ₁₇ P ₄₂	69	10,8	1,31	0,23	21,3	7,41	44,6	5,8	14,7	1,92
4	N ₃₈ P ₄₂	52	14,6	1,40	0,32	29,6	7,9	44,1	6,2	19,2	2,69
5	N ₄₇ P ₄₂	63	14,3	1,41	0,33	30,5	7,8	43,4	6,1	17,1	2,41
6	N ₅₉ P ₄₂	63	9,6	1,48	0,40	37,0	7,6	43,7	6,5	15,5	2,29

НСР_{0,5}, ц/га 0,09

Содержание масла по удобренным вариантам варьировало от 40,3 до 44,6% при 42,9% на контроле. КАС-32 в дозе 50 л/га несколько снизил масличность, что связано с отсутствием фосфора в составе удобрений, который влияет на жировой обмен. По остальным вариантам сочетаний удобрений содержание масла было значительно выше контроля — 43,4–44,6%. Выход масла повысился по сравнению с контролем на 0,4–1,9 ц/га и наибольшим — 6,1–6,5 ц/га против 4,6 ц/га на контроле он получен при внесении КАС-32 в дозах 50, 70 и 100 л/га совместно с 0,8 ц/га диаммофоса.

Количество белка по вариантам удобрений изменялось по-разному. Однако его выход по всем вариантам превысил уровень контроля с 1,77 до 1,89–2,69 ц/га и более высоким он был по сочетаниям КАС-32 и диаммофоса — 2,29–2,69 ц/га. Больше накапливается масла на вариантах с внесением фосфора, с понижающим эффектом внесения одного КАС-32, в то время как КАС-32 в сочетаниях с диаммофосом количество белка увеличивает.

Полученные результаты позволяют сказать, что в неблагоприятные годы по влагообеспеченности внесение КАС-32 в дозе 70–180–150 л/га совместно с припосевным внесением аммофоса и диаммо-

фоса обеспечивает по вариантам $N_{69}P_{26}$; $N_{47}P_{42}$ и $N_{59}P_{42}$ получение урожая соответственно 1,73 т/га (прибавка 54,4%), 1,41 т/га (прибавка 30,5%) и 1,48 т/га (прибавка 37%). На фоне высокой обеспеченности фосфором и калием один КАС-32 по 150 л/га увеличивал урожайность семян на 35,7% (прибавка 0,4 т/га), выход масла соответственно с 4,6–4,61 ц/га до 7,54; 6,1–6,5 ц/га, а белка — с 2,8–1,77 до 4,35 и 2,29–2,41 ц/га.

Сочетание КАС-32 с аммофосом и диаммофосом обеспечивает наибольшую масличность семян, а увеличение дозы азота в сочетаниях повышает содержание и выход белка.

2.7.4. Влияние жидких комплексных удобрений на урожайность и качество сортов льна в Алейской зоне (Шипуновский район)

Эффективность азотных и жидких многокомпонентных комплексных удобрений изучалась в производственном опыте с льном масличным сорта Бирюза в КФХ «А. Н. Пантелеев» Шипуновского района, в котором его площадь посева составляла 150 га.

Почва опытного поля — чернозем обыкновенный среднемощный среднегумусный среднесуглинистый. Обследование агрохимических свойств до посева показало, что pH_c равна 6,2, содержание гумуса — 4,79% в пахотном слое и в слое 20–40 см — 4,33%. Обеспеченность питательными веществами: по нитратному азоту средняя (17,1 мг/кг), подвижному фосфору (в уксуснокислой вытяжке) — повышенная (138,8 мг/кг) и обменному калию — очень высокая (300 мг/кг).

Схема опыта со льном включала, с учетом финансовых возможностей хозяйства, внесение при посеве 1 ц/га аммиачной селитры в качестве фона с последующим наложением подкормок мочевиной и жидким комплексным удобрением НЕО Стандарт.

1. N_{35} (фон) + подкормка $N_{2,3}$ (6 кг/га мочевины).
2. N_{35} + НЕО Стандарт 10 л/га.

Подкормки проводили в виде баковой смеси с гербицидом в фазу быстрого роста льна.

НЕО Стандарт — комплексное жидкое удобрение, содержит в 1 л: N — 32,2%, P₂O₅ — 3,6%, K₂O — 2,38%, Mg — 2,37%, SO₄ — 1,89%; и 120 г в сумме: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Co в хелатной форме.

Предшественником был овес, посев проведен 10–15 мая сеялкой Червона Зирка с междурядьем 15 см и нормой высева 50 кг/га и глубиной посева 3 см.

Под вариантами соответственно занято по 15 и 20 га.

В течение вегетации против злаковых сорняков — 1-я обработка проведена гербицидом Легион, КЭ в дозе 0,4 л/га, 2-я обработка — против двудольных: гербицидами в виде баковой смеси из Клео, ВДГ в дозе 0,07 кг/га и Гербитокс, ВРК — в дозе 0,6 л/га. Против вредителей (трипсы, тля) — инсектицид Пикет, КЭ в дозе 0,1–0,15 л/га.

Погодные условия вегетационного периода согласно таблице 67 характеризовались общим количеством осадков, близким к норме (165 и 171 мм), но по месяцам и декадам они распределялись крайне неравномерно: в 3-й декаде мая их было 1 мм, в 3-й декаде июня — 61 мм (215% нормы); в июле их больше выпало во 2-й декаде — 14 мм, в то время как в 3-й — всего 2 мм. В августе их большая доля выпала в середине месяца.

Таблица 67

**Погодные условия вегетационного периода,
м/с Шипуново, 2021**

Показатель / декада	Май			Июнь			Июль			Август			За вегетацию	к норме
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
Осадки, мм	0	11	1	15	12	61	8	14	2	13	27	1	165	96,5%
ГТК	0	0,7	0,1	0,8	0,6	4,0	0,4	0,7	0,1	0,6	1,5	0,1	0,74	0,8

Дефицитом влаги отличались май (30% нормы) и июль (45% нормы). При этом сумма положительных температур превышала норму на 72 °С, ГТК за вегетацию составил 0,74 против 0,80 по норме, но при этом для развития льна складывались благоприятные условия увлажнения в фазы елочки, бутонизации, образования коробочек, что обеспечило получение хорошего урожая.

В период цветения и перед уборкой проводили анализы агрохимических свойств почвы (табл. 68).

Таблица 68

Динамика влажности, pH_c и подвижных питательных веществ по фазам развития льна

Вариант	Горизонт, см	Цветение — образование коробочек						Уборка					
		Влажность, %	pH_c	Подвижные формы, мг/кг				Влажность, %	pH_c	Подвижные формы, мг/кг			
				N-NO ₃	N-NO ₃ + N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O			N-NO ₃	N-NO ₃ + N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₃₅ +N ₂₃	0–20	12,0	6,1	3,2	9,0	187	241	11,0	5,8	5,3	7,3	162	198
	20–40	14,0	6,1	2,6	4,2	132	155	15,1	5,9	6,8	9,0	113	149
	0–40	13,0	6,1	2,9	6,6	159	198	13,0	5,85	6,0	8,2	137	173
N ₃₅ +HEO стандарт	0–20	9,6	6,9	5,0	9,7	146	212	11,8	5,9	8,3	16,4	165	208
	20–40	11,3	7,1	3,8	7,4	157	176	14,2	6,0	6,3	9,3	130	156
	0–40	10,5	7,0	4,4	8,8	151	194	13,0	5,95	7,3	12,8	147	182

Химический анализ почвы по вариантам опыта показал, что влажность почвы в оба срока находилась в пределах 11–15% и незначительно ниже была при подкормке НЕО Стандарт, что объясняется формированием большей урожайности семян, чем при внесении одних азотных удобрений. При разнице в pH_c в первый срок и более нейтральной реакции почвы по варианту подкормки НЕО Стандарт к периоду уборки она по обоим вариантам была одинаковой.

Содержание подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое по обоим вариантам соответствовало высокому уровню обеспеченности и в абсолютном выражении было близким. Четкой разницы по вариантам не просматривается.

В растительных образцах, взятых в эти же сроки определено содержание азота, фосфора и калия (таблица 69).

Таблица 69

Содержание N, P₂O₅, и K₂O, %

Варианты	Цветение — образование коробочек				Семена		
	Сухое вещество, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N ₃₅ +N _{2,3}	59,8	1,43	0,17	2,14	3,57	0,41	0,98
N ₃₅ +НЕО Стандарт	54,3	1,67	0,20	2,04	3,40	0,43	0,93

Согласно полученным данным в период цветения — начала образования коробочек применение НЕО Стандарт усилило поступление в растения азота и фосфора, не изменив существенно содержание калия. А в семенах содержание элементов было близким.

В снопах, взятых в пяти точках по вариантам опыта, были определены основные элементы структуры урожая. Средние данные представлены в таблице 70.

Таблица 70

Элементы структуры урожая сорт Бируза

№	Варианты	Густота шт./п.м.	Длина растений, см	Количество стеблей, шт./раст.	Количество коробочек, шт./раст.
1	N ₃₅ (фон) + N _{2,3}	51,3	46,1	2,7	16,2
2	N ₃₅ + НЕО 10 л/га	51,5	48,1	2,6	21,5

Согласно полученным данным, при одинаковой густоте и близкой длине растений с некоторым отставанием на контроле число стеблей незначительно различалось по вариантам, что оказало влияние на количество образовавшихся коробочек: при 16,2 шт. на контроле по варианту с подкормкой НЕО, содержащего макро- и микроэлементы, их образовалось 21,5 шт.

Урожайность складывалась из густоты растений и количества коробочек.

Как видно из таблицы 71, по варианту подкормки комплексным удобрением она превосходила контроль (азотный фон).

На рисунках 27 и 28 продемонстрированы растения льна по фазам вегетации.

Таблица 71

Урожайность семян и показатели качества

№	Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка		Масса 1000 семян, г	Белок		Масло	
			т/га	%		%	выход, т/га	%	выход, т/га
1	N ₃₅ (фон) + N _{2,3}	1,57	-	-	6,7	22,6	0,354	34,6	0,543
2	N ₃₅ + НЕО 10 л/га	1,91	0,34	21,6	6,7	22,6	0,430	39,3	0,750

НСР_{0,5} т/га 0,03

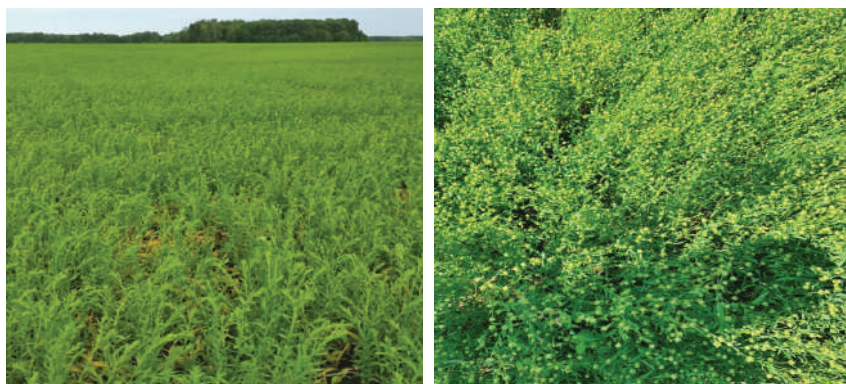


Рисунок 27 — Лен сорт Бирюза

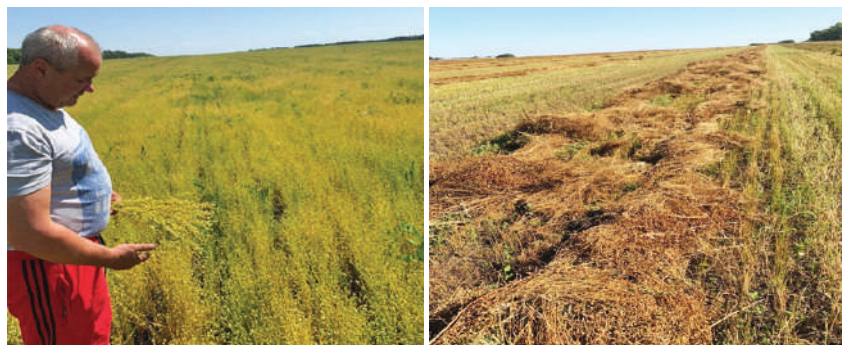


Рисунок 28 — Уборка льна сорт Бирюза

Уровень прибавки к фону составил 0,34 т/га, или 21,6% выше контроля. Масса 1000 семян находилась в пределах 6,7 г, содержание белка в семенах было высоким — 22,56%, а его выход 0,354–0,430 т/га, что выше фона на 0,076 т/га. Масличность семян по варианту с внесением одних азотных удобрений была более низкой (34,6%), в то время как при подкормке комплексным удобрением — 39,3, а выход масла получен (при 0,543 т/га на фоне) 0,75 т/га, или больше фона на 0,207 т/га.

Таким образом, в условиях засушливой зоны на обыкновенных черноземах Шипуновского района со средним содержанием гумуса, средней обеспеченностью азотом и фосфором подкормка посевов льна масличного комплексным удобрением НЕО Стандарт в дозе 10 л/га в период быстрого роста на фоне внесения при посеве 1 ц аммиачной селитры обеспечила прирост урожая в 1,22 раза с увеличением выхода белка до 0,43 т/га и масла 0,75 т/га.

Результаты опытов со льном масличным в Шипуновском районе в подсобном хозяйстве ИП «Мирошников И. М.»

В Алейской почвенно-климатической зоне на черноземных почвах отдельных хозяйств отмечается при среднем содержании гумуса, слабощелочной реакции почвы несбалансированная обеспеченность почвы нитратным азотом, подвижным фосфором и обменным калием. Как правило, у них очень высокая обеспеченность обменным калием, средняя — азотом, низкая — доступным фосфором и почти всеми микроэлементами.

На разных фазах развития льна масличного, когда он нуждается и потребляет незначительное количество питательных веществ, важное значение имеет улучшение питания и макро-, и микроэлементами в период нарастания наземной массы, начиная с фазы елочки. В этом этапе применение жидких комплексных удобрений, содержащих в доступной форме азот (амидная форма), фосфор, калий, серу, магний и все жизненно-необходимые микроэлементы (Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, B), играет важную роль в формировании урожая.

Для определения эффективности припосевного внесения сульфаммофоса и некорневой подкормки таким удобрением на трех полях: 6.5–171 га, 7.2–169 га и 7.3–97 га в хозяйстве проведены наблюдения

за свойствами почвы, формированием структуры урожая, урожайности и качества семян.

Общая площадь возделывания льна в хозяйстве 839 га, высевают сорт ND с нормой высева от 24 до 35 кг/га. На полях, где проводилась подкормка, предшественником был пар. Срок посева с 26 по 29 мая 2021 г. посевным комплексом New Holland с шириной междурядий 20 см. Одновременно с посевом с учетом обеспеченности почвы питательными веществами вносился сульфоаммофос в дозе 1 ц/га ($N_{20}P_{20}S_{24}$). В фазу быстрого роста совместно с инсектицидом проводилась подкормка НЕО Стандарт в дозе 10 л/га.

Основные почвы на опытных полях черноземы обыкновенные среднесиловые (таблица 72).

Таблица 72

**Агрохимические свойства почвы по полям
перед посевом льна**

Поле, S	Слой почвы, см	W,%	рН _c	Гумус,%	Подвижные формы, мг/кг		
					N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
6.5–171 га	0–20	<u>12,1 – 16*</u> 14,05	<u>7,6 – 7,6</u> 7,6	<u>3,93 – 4,53</u> 4,26	<u>10,8 – 14,66</u> 12,73	<u>43,5 – 53,5</u> 48,5	<u>153 – 153</u> 153
	20–40	14,0	7,5	5,72	14,03	45,5	178
	0–40	14,75	7,55	4,97	13,55	47,0	165
7.2–169 га	0–20	<u>14 – 17,1</u> 15,36	<u>7,3 – 7,6</u> 7,5	<u>1,88 – 5,38</u> 3,89	<u>6,37 – 13,39</u> 8,29	<u>32,5 – 55,5</u> 40,1	<u>63,1 – 137</u> 102,5
	20–40	11,2	7,5	3,6	10,2	63,5	156
	0–40	13,28	7,5	3,75	9,25	50,9	129
7.3–97 га	0–20	<u>12,3 – 18,1</u> 15,25	<u>6,9 – 7,6</u> 7,2	<u>2,06 – 4,9</u> 3,21	<u>7 – 19,13</u> 14,0	<u>42,5 – 100</u> 67,7	<u>52,4 – 213</u> 112,7
	20–40	13,5	7,5	3,34	7,0	42,5	157
	0–40	14,3	7,35	3,28	10,53	55,8	134,8

*) в числителе мин.-макс., в знаменателе среднее.

Согласно данным таблицы 72, почвы низко и средне гумусированные, слабощелочные, со средней и низкой обеспеченностью нитратами, низко и высоко обеспеченные калием и повышенной обеспеченностью фосфором.

Более высокий уровень плодородия характерен для поля 6.5. На поле 7.2 — самая низкая из всех полей обеспеченность нитратным азотом и калием, а поле 7.3 имеет низкую гумусированность и сравнительно больше подвижного фосфора. Полевая влажность почвы по всем полям в среднем в пахотном слое находилась в пределах 14,05–15,36% и в слое 20–40 см — 11,2–14,0%. Реакция почвы варьировала от 6,9 до 7,6, составляя в среднем по полям в слое 0–20 см — 7,2–7,6.

Система защиты от сорняков и вредителей состояла из применения через 2 дня после посева гербицида Спрут Экстра, ВР по 2,5 л/га, 10 июля против блошки обрабатывали Лямбда-С, КЭ 0,14 л/га, 27 июня (фаза елочки) — баковой смесью из гербицидов Гербитокс-А, ВРК (0,6 л/га) + Хит, СП (0,2 л/га).

Определение структуры урожая в период уборки по полям показало незначительные различия по густоте — 23–27,5 шт./п.м, длине растений — 64,7–68,08 см. В большей степени отмечалось варьирование по количеству стеблей: их было больше на поле 7.2, несколько меньше — на 7.3 (1,84 шт./п.м) и наименьшим (1,6 шт.) — на поле 6.5. По количеству коробочек выделяется поле 7.3, где их насчитывалось 36,88 шт. на 1 растении, в то время как по полям 6.5 и 7.2 они были одинаковы (табл. 73).

Таблица 73

Структура урожая льна по полям

Поле, S	Густота, шт./п.м.	Длина растения, см	Кол-во, шт. на 1 раст.	
			стеблей	коробочек
6.5–171 га	23,5	64,7	1,6	23,88
7.2–169 га	23,0	67,07	2,39	23,53
7.3–97 га	27,5	68,08	1,84	36,88

Различия в свойствах почвы, в структуре урожая льна по полям обусловили формирование разной урожайности, выхода масла и белка (таблица 74).

Более высокая урожайность получена на поле 7.3–2,32 т/га, и ниже среди всех полей — поле 7.2 (1,77 т/га), что прежде всего объясня-

ется разным уровнем плодородия почв, особенно по азоту, фосфору и калию.

Таблица 74

Урожайность и качество семян льна

Поле, S	Урожайность, т/га	Масса 1000 семян, г	Масло		Белок	
			%	выход, т/га	%	выход, т/га
6.5–171 га	2,09	6,96	48,7	1,017	24,2	0,505
7.2–169 га	1,77	6,04	47,3	0,837	25,8	0,457
7.3–97 га	2,32	6,89	48,3	1,120	25,0	0,580

По полю 7.2 семена были более щуплыми, масса 1000 семян равна 6,04 г против 6,89–6,96 по остальным полям.

Содержание масла составляло 47,3–48,7% при меньшем значении показателя по полю 7.2 (47,3%). Выход масла получен на поле 7.2 самый низкий — 0,837 т/га, высокий на поле 7.3–1,120 т/га и 1,017 т/га по полю 6.5.

Уровень белка в семенах по всем полям достаточно высокий — 24,2–25,8% с некоторым отставанием по полю 6.5. Однако с учетом урожайности его выход получен в среднем 0,457–0,580 т/га. Оценивая результаты урожайности и показатели качества семян, можно отметить, что подкормка льна возделываемого нового сорта ND удобрением НЕО Стандарт в дозе 10 л/га на фоне внесения при посеве 1 ц/га сульфаммофоса и применения пестицидов обеспечивает получение урожайности семян 1,77–2,32 т/га с выходом белка 0,457–0,58 т/га и масла — 0,837–1,12 т/га.

Внешний вид сорта ND показан на рисунке 29.

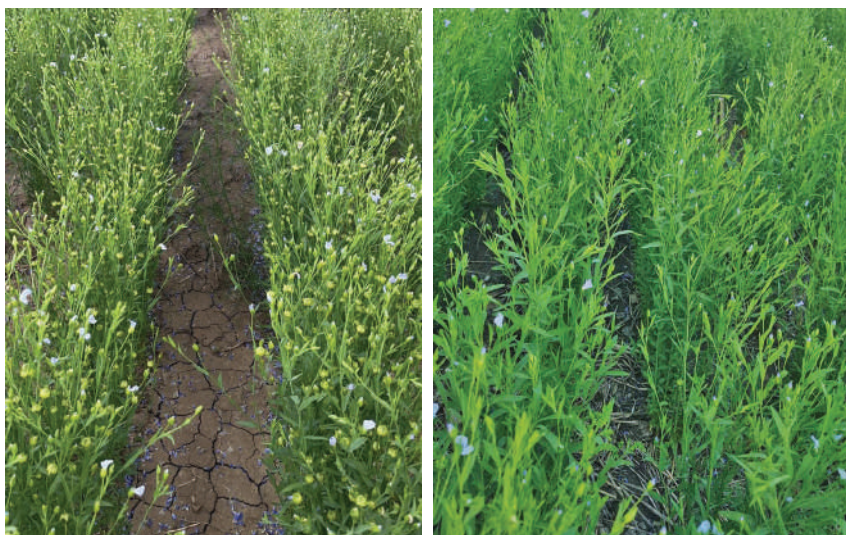


Рисунок 29 — Лен сорт ND Канада

2.7.5. Оценка разных сортов льна по урожайности и показателям качества в условиях Кулундинской зоны (Волчихинский район)

ООО «Солкей», Волчихинский район, занимается производством льна масличного с 2001 г. В последние годы хозяйство, получив необходимые документы, занимается семеноводством сортов Исток, РФН и Серпент. Последние два сорта высеяны в этом году. Из-за пониженного количества в семенах линоленовой жирной кислоты, что снижает прогоркание масла, и высокой белковости сорт Исток очень востребован на рынке.

Цель работы предусматривала оценить сорта по урожайности, содержанию белка и масла при одной и той же технологии возделывания.

В землепользовании хозяйства преобладают среднемощные, средне- и малогумусные легкосуглинистые темно-каштановые почвы с содержанием гумуса 2,8–4,9%, низкой обеспеченностью нитратами — 1,2–5,9 мг/кг, высоким содержанием фосфора (130–187 мг/кг),

средней и высокой обеспеченностью обменным калием. Реакция почвы — нейтральная.

Система обработки минимальная. Лен возделывают после зерновых с оставлением измельченной соломы на поле. Весной с 10 по 15 мая производят посев комплексом Джон Дир-1590 с шириной междурядий 17 см. Норма высева 45 кг/га. После посева через 5 дней применяют гербицид Глифосат по 2 л/га.

В течение вегетации льняные поля обрабатывают гербицидами: против двудольных — Агроксоном, ВР по 0,6 л/га и против злаковых — Галактионом, КЭ по 0,6–0,8 л/га. Для предупреждения появления фузариоза проводится протравливание. Из вредителей в этом году проявил себя местами луговой мотылек. Против него использован инсектицид.

Минеральные удобрения до посева и при посеве не вносили. Применяли подкормку в период быстрого роста — бутонизации (до цветения) баковой смесью из 5 кг/га мочевины, 1 кг/га сульфата аммония и 0,3 кг/га борной кислоты.

Вегетационный период 2021 г в районе характеризовался дефицитом осадков (табл. 75): их выпало 135 мм, или 83,3% нормы. Сумма положительных температур составляла 2282,9°С и была выше нормы на 159,6°С. При этом ГТК за май — июнь был близок к норме — 0,76 против 0,77, а за вегетацию составил всего 0,60 против 0,77 по норме.

Таблица 75

Метеорологические условия по данным ГМС Волчиха, 2021 г.

Показатель / декада	Май			Июнь			Июль			Август			за вегетацию	к норме
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Осадки, мм	0	8	0	1	7	65	4	10	1	34	5	0	135	83,3%
ГТК	0	0,5	0	0,1	0,4	4,1	0,2	0,5	0	1,6	0,3	0	0,60	0,77

Осадки распределялись неравномерно: в мае их было 8 мм во 2-й декаде, или 25% от нормы, в июне из общего количества 73 мм 65 мм выпало в 3-й декаде. От общего количества осадков за вегетацию это соответствовало 48%. В 1-ю и 3-ю декады июля они выпали в незначительном количестве и только во 2-ю декаду — 10 мм. В целом за месяц выпало 30% от нормы. Август характеризовался высокой увлажнен-

ностью в 1-й декаде — 34 мм, или 92% нормы. Особенно засушливым был 30-дневной период, включивший 3-ю декаду мая и первые две декады июня, когда температуры превышали норму и ГТК варьировал от 0 до 0,4 и в среднем составил 0,17, что характеризует условия как очень сильно засушливые. Это обусловило формирование неравномерной густоты и замедленное развитие всех сортов льна. Более благоприятное увлажнение было характерно для 3-й декады июня, когда выпало 65 мм (175% нормы), что позволило появиться первым всходам и пройти стадию елочка. В целом за вегетацию ГТК равен 0,60 против 0,77 по норме, т. е. в целом он оценивается как сильно засушливый. Однако отработанная технология качественного посева, борьбы с сорняками и некорневая подкормка обеспечили формирование урожая семян от 0,56 до 1,2 т/га (табл. 77).

По сорту Исток представлены средние данные по двум полям. По сорту Серпент на полях сформировалась разная густота стояния растений, поэтому они показаны раздельно (табл. 76). На поле 4 растения всходили в течение месяца, что отразилось на густоте стояния: 28,1 шт. против 38,5 шт./м.п. Этот показатель значительно повлиял на урожайность — 0,56 т/га.

Таблица 76

Элементы структуры урожая

№ п/п	Сорт (площадь, га)	Густота, шт./п.м.	Длина растения, см	Количество стеблей, шт./раст.	Количество коробочек, шт./раст.
1	Исток (2 поля — 200 га)	43,5	49,7	5,52	29,28
2	РФН (50 га)	34,3	54,6	2,96	37,44
3	Серпент (150 га)	38,5	49,4	5,68	63,56
4	Серпент (150 га)	28,1	42,2	2,40	24,28

Биологические особенности возделываемых сортов, погодные условия, густота, количество стеблей и коробочек обеспечили получение урожайности и показателей качества, представленных в таблице 77.

Согласно полученным данным перспективными для условий Кулундинской зоны можно считать сорта Исток и Серпент.

При сложившейся цене на семена льна масличного 1-й репродукции 120 тыс. руб./т все сорта на всех полях обеспечивают даже при урожайности семян 0,56 и 0,67 т/га получение дохода и высокий уровень рентабельности.

Таблица 77

Урожайность и качество семян по сортам

№ п/п	Сорт (площадь, га)	Урожай- ность, т/га	Масса 1000 се- мян, г	Белок		Масла	
				%	Выход, т/га	%	Выход, т/га
1	Исток (2 поля — 200 га)	0,98	4,725	26,5	0,26	44,1	0,43
2	РФН (50 га)	0,67	6,485	22,3	0,15	49,8	0,33
3	Сerpент (150 га)	0,56	5,375	26,0	0,15	43,9	0,25
4	Сerpент (150 га)	1,2	6,125	24,4	0,29	44,2	0,53

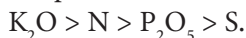
2.8. Зависимость урожайности от свойств почвы, элементов структуры урожая и содержания элементов питания в семенах льна масличного

Расчитанный коэффициент эффективности передачи информации K отражает тесную взаимосвязь между урожайностью и факторами. Чем выше K , тем сильная взаимосвязь с урожайностью (табл. 78).

Влияние свойств почвы можно выстроить в виде ряда:



Зависимость урожайности от содержания макроэлементов в семенах позволяет выстроить ряд:



А по микроэлементам:



Практически по влиянию на урожайность семян льна содержание Mo , Zn , B равнозначны.

Количество коробочек на растении зависит от густоты, в свою очередь, урожай связан с количеством коробочек.

Содержание белка в большей степени связано с урожайностью, чем масла.

Таблица 78

Коэффициенты эффективности передачи информации

Фактор		К
Урожайность — содержание в почве:	Влажность	0,4377
	NO ₃	0,5202
	P ₂ O ₅	0,4780
	K ₂ O	0,3011
	S	0,4848
Урожайность — содержание в семенах:	N	0,3760
	P ₂ O ₅	0,3324
	K ₂ O	0,4239
	Fe	0,4907
	Cu	0,6075
	Mn	0,6076
	Zn	0,4116
	Co	0,6537
	Mo	0,4343
	B	0,3912
S	0,3239	
Урожайность — количество коробочек		0,3007
Густота — количество коробочек		0,3730
Урожайность и содержание белка		0,2192
Урожайность и содержание масла		0,1833

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

— В семенах льна масличного по всем вариантам опытов в условиях 2021 г. содержание азота составило 2,32–3,16% (в среднем 2,79%), фосфора — 0,32–0,62% (в среднем 0,46%), калия — 0,72–1,15% (в среднем 0,88%) и серы — 0,128–0,365%, или 0,256% в среднем.

— Содержание микроэлементов в мг/кг варьировало по Fe — 26,63–47,07 (в среднем 37,25), Cu — 1,02–10,13 (4,35 в среднем), Zn — 7,57–29,99 (в среднем 20,82), Mn — 8,5–24,2 (в среднем 17,43), Mo — 0,067–1,08 (в среднем 0,27), Co — <0,04–0,161 (0,09 в среднем) и B — 5,95–14,6 (в среднем 11,8). В наибольшем количестве в семе-

нах льна содержится Fe, Zn, Mn и B, отчуждение которых в семенах будет самым значительным.

— Из свойств почвы наибольшее влияние на урожайность оказывают содержание нитратов, влажность почвы, содержание серы, подвижного фосфора и обменного калия в период быстрого роста.

— Связь урожайности с количеством коробочек сильная, коэффициент (К) эффективности передачи информации — 0,3007. Количество коробочек зависит от густоты, $K = 0,3730$.

— Установлено наибольшее влияние на урожайность Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, B. При этом по Mo, Zn, B их влияние равнозначно.

— Содержание белка более тесно связано с урожайностью ($k = 0,2192$), чем содержание масла ($k = 0,1833$).

— В Предгорной зоне на выщелоченных черноземах, при острой засухе вегетационного периода с 60% осадков от нормы, внесение удобрений способствовало экономному расходованию влаги и позволило сформировать высокий урожай льна — более 2,5 т/га. В опыте с внесением КАС-32 с сульфатом аммония 150 л/га и аммофоса 150 кг/га ($N_{94,5}P_{78}S_{14,4}$) и сульфоаммофоса 100 кг/га ($N_{96,5}P_{20}S_{20}$) под лен масличный сорт Лирина было установлено, что по удобрённым вариантам увеличилось число ветвей с 1,5 до 2,9 шт. и число коробочек с 18,4 до 44,6–52,6 шт./раст., урожайность семян повысилась с 2,23 т/га до 2,84–3,20 т/га, или в 1,28–1,43 раза, выход белка — с 0,506 до 0,673–0,736 т/га и масла — с 1,215 до 1,477–1,654 т/га. Увеличилась масса 1000 семян в 1,06–1,6 раза. В семенах повысилось содержание всех элементов питания, особенно азота и серы. Содержание микроэлементов, кроме B, снижалось, но вынос с семенами увеличивался, особенно по Fe, Zn, Mn и B. Баланс элементов питания при использовании КАС-32 150 л/га, сульфат аммония и аммофоса оказался положительным по фосфору и сере, отрицательным по калию и напряженным по азоту.

— В Центральной зоне на серых лесных почвах на полях, характеризующихся различным уровнем плодородия: при внесении под лен сорта Северный в основную обработку сульфата аммония 150 кг/га, азофоски 100 кг/га при посеве ($N_{47,5}P_{16}K_{16}S_{36}$) и по вегетации совместно с инсектицидом Альфаплан, КС, Полидон комплекс, Ж (1 л/га) при дефиците осадков в июле густота растений варьировала в преде-

лах 43–48 шт./п.м, количество ветвей — 1,03–1,118 шт./раст., количество коробочек 13,0–24,7 шт./раст. Урожайность по полям составила от 1,61 до 1,99 т/га, содержание белка — 14,5–16,8%, масла — 49,4–50,8%. Окупаемость 1 кг д.в. удобрений составила 13,9–17,22 кг семян при уровне рентабельности более 250%.

— В Приобской зоне внесение разных сочетаний КАС-32 с сульфатом аммония и диаммофоской: $N_{8}P_{20,8}K_{20,8}$; $N_{27,5}S_{7,2}$; $N_{36}S_{7,2}$ МЭ; $N_{45}P_{13}K_{13}S_{12}$; $N_{39,5}P_{20,8}K_{20,8}S_{12}$; $N_{49}P_{13}K_{13}S_{16,8}$ при посеве льна сорта Северный в условиях острозасушливого года ГТК_{май–август} = 0,6, в опыте получен урожай семян в пределах 1,49–2,23 т/га за счет увеличения количества ветвей с 1,02 до 1,2–1,68 шт./раст. и количества коробочек с 12,6 до 19,14–27,4 шт./раст. Повышение урожайности объясняется и увеличением уровня обеспеченности элементами питания в течение вегетации, а также их потреблением растениями, что обусловило не только формирование, вынос, урожайность, но и накопление белка и масла в семенах льна: содержание белка выросло с 16,8% до 17,04–20,16%, а масла — с 51,5% до 52,6%. Наибольший урожай — 2,23 т/га получен при внесении КАС-32 50 л/га, сульфата аммония 50 кг/га и диаммофоски 80 кг/га. Окупаемость 1 кг д.в. удобрений составила 1,73–11,29 кг семян. Чистый доход в пределах 37 256–59 497 руб./га, а уровень рентабельности — 96,2–158,9%.

— При возделывании на полях АО «Орбита» в Мамонтовском районе новых сортов льна масличного: Янтарь, Лирина, Исток — в сравнении с сортом Северный по рекомендованной схеме удобрений: КАС-32 (70 л/га) с диаммофоской (80 кг/га) — получена урожайность маслосемян: сорт Лирина — 1,44 т/га, сорт Янтарь — 1,36 т/га, сорт Исток — 1,52 т/га, что на 0,02–0,18 т/га выше стандартного сорта. Такие величины урожайности связаны с засухой и низкими температурами в 3-й декаде мая, что вызвало локальную гибель растений, а также засухой в конце июля, когда проходило непосредственное формирование семян. Но в целом за счет высокой цены реализации получен весомый уровень рентабельности — 129,0–149,4%.

— В Алейской зоне при дефиците осадков в июле и 1-й декаде августа подкормка посевов льна жидким комплексным удобрением НЕО Стандарт в дозе 10 л/га на фоне припосевного внесения аммиачной селитры 100 кг/га обеспечила получение урожайности льна сорта

Бирюза 1,90 т/га против 1,57 т/га по азотному фону, повысила количество коробочек с 16,7 до 21,5 шт./раст., накопление белка — 22,6% и содержание масла 39,3%.

— Новый сорт льна ND Канада с мощной корневой системой и большим количеством ветвей при возделывании по паровому предшественнику с нормой высева 35 кг/га на фоне припосевного внесения сульфаммофоса 100 кг/га ($N_{20}P_{20}S_{14}$) и подкормки НЕО Стандарт в фазу активного роста в баковой смеси с гербицидами сформировал 23,58–36,88 шт. коробочек. Обеспечил урожайность 1,77–2,32 т/га с выходом белка 0,457–0,580 т/га и масла — 0,837–1,12 т/га.

— В зоне сухой степи (Кулундинская зона) на полях ООО «Солкей», имеющего право на производство и продажу семян высших репродукций, проведена оценка показателей структуры урожая, урожайности и качества семян трех новых сортов льна: Исток, РНФ и Серпент. Урожайность по сортам составила: Исток — 0,98 т/га, РНФ — 0,67 т/га и Серпент — до 1,2 т/га. Сорта имели от 24,3 до 63,6 шт./раст. коробочек, что позволило получить более высокий урожай по сорту Серпент. Наибольшим содержанием белка — 26,0–26,5% характеризовались сорта Исток и Серпент, а сорт РНФ — большим 49,8% содержанием масла. Этот сорт отличается низким содержанием линолевой кислоты, которая вызывает прогоркание масла, поэтому более востребован на рынке и даже при невысокой урожайности и современных ценах на семена 1-й репродукции обеспечивает высокий экономический эффект. Полученные данные позволяют рекомендовать новые сорта для засушливой зоны Алтайского края.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абилити — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovoj/abiliti>

2. Август — сорт растения лен масличный [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/len-maslichnyj/avgust>

3. Аргумент — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovoj/argument>

4. Александрова В. Д., Гуричева Н. П., Иванина А. И. Растительный покров и природные кормовые угодья Алтайского края (без Горно-Алтайской автономной области) // Природное районирование Алтайского края: Тр. Особой комплексной экспедиции по землям нового с-х освоения. М.: Изд-во АН СССР, 1958. Т. 1. С. 99–135.

5. АНИИЗИС 1 — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovoj/aniizis-1>

6. АНИИЗИС 2 — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovoj/aniizis-2>

7. Антонова О. И., Антонов В. Г., Лунько Е. В., Эффективность подкормок ярового рапса комплексным удобрением Интермаг Олеистые на фоне гербицидов // Аграрная наука — сельскому хозяйству: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. Кн. 2. С. 112–114.

8. Антонова О. И., Вепрынцев Р. П., Комякова Е. М. Жидкие азотные удобрения как одна из эффективных форм управления азотным питанием рапса // Аграрная наука — сельскому хозяйству: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул: РИО АГАУ, 2019. Кн. 1. С. 151–153.

9. Антонова О. И., Герлец Э. А. Действие листовых подкормок льна масличного на урожайность и качество семян по разным удобрениям фонам в условиях умеренно-засушливой и колючей степи // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 12 (98). С. 5–8.

10. Антонова О. И., Комякова Е. М. Зависимость урожайности и качества семян гибридов ярового рапса от погодных условий, свойств почв // Аграрная наука — сельскому хозяйству: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул: РИО АГАУ, 2021. Кн. 1. С. 115–116.

11. Антонова О. И., Латарцев П. Ю. Эффективность припосевного внесения аммиачной селитры и азофоски под лен масличный при его повторном посеве // Вестник АГАУ. 2014. № 6 (116). С. 5–10.

12. Антонова О. И., Антонов В. Г. Технология возделывания льна масличного в Алтайском крае: метод. рекомендации. Барнаул: РИО АГАУ, 2014. 58 с.

13. Антонова О. И., Чавкунькин С. М. Влияние биологически активных веществ на вынос элементов питания в зависимости от дозы и способа применения на льне масличном // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2006. № 1 (21) С. 8–11.

14. Аристархов А. А. Сера в агроэкосистемах России: мониторинг содержания в почвах и эффективность ее применения // Международный сельскохозяйственный журнал. 2016. № 5. С. 39–46.

15. Артемьев А. А. Разработка ресурсосберегающей технологии возделывания рапса в условиях республики Мордовия // Научное обеспечение отрасли рапсосоения и пути реализации биологического потенциала рапса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Липецк, 2010. С. 162–169.

16. Байкалова А. П., Бобровский А. В., Крючков А. А. Влияние минеральных удобрений и средств защиты растений на элементы структуры и урожайность ярового рапса // Вестник КрасГАУ, 2020. № 3. С. 3–10.

17. Бакуменко Н. И. Влияние минеральных удобрений на посевные и урожайные качества семян льна масличного // Полевые культуры. Омск, 1972. Т. 100. С. 91–95.

18. Бартенева Л. М. Эффективность инкрустации семян и применения биологически активных веществ при возделывании рапса на фоне сульфата аммония и гербицида: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул, 2012. 19 с.

19. Бирюза — сорт растения лен масличный [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/len-maslichnyj/biryuza>

20. Бобровский А. В., Крючков А. А. Влияние минеральных удобрений на элементы структуры и урожайность семян ярового рапса в условиях Красноярской лесостепи // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 7. С. 41–43.

21. Бражников В. Н., Бражникова О. Ф. Влияние защитно-стимулирующих комплексов на продуктивность льна масличного // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. Т. 64. № 4 (382). С. 55–58.

22. Бушнев А. С., Орехов Г. И., Подлесный С. П., Мамырко Ю. В., Лучкина Т. Н. Защита льна масличного от сорной растительности // Масличные культуры. 2020. Вып. 4 (184). С. 38–43.

23. Бушнев А. С., Подлесный С. П., Орехов Г. И., Мамырко Ю. В., Хатит А. Б. Сравнительная оценка баковых смесей гербицидов при возделывании масличного льна на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья // Масличные культуры. 2021. Вып. 2 (186). С. 68–74.

24. Вафина Э. Ф., Хакимов Г. И. Реакция ярового рапса Аккорд на удобрения урожайностью и качеством семян // Пермский аграрный вестник. 2018. № 4 (24). С. 40–45.

25. Вафина Э. Ф., Фатыхов И. Ш., Медведев В. В. Реакция ярового рапса Аккорд на гербицид, приемы зяблевой обработки почвы, урожайность и качество семян // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2. С. 70–76.

26. Вафина Э. Ф., Мазунина Н. И., Мильчакова А. В. Влияние минеральных удобрений на формирование урожайности семян ярового рапса в условиях Среднего Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (87). С. 85–90.

27. Васильев А. С., Диченский А. В. Влияние норм высева и биопрепаратов на продуктивность льна масличного в северной части Центрального Нечерноземья // Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. № 3. С. 38–45.

28. Виноградов Д. В., Перегудов В. Н., Артемова Н. А., Поляков А. В. Особенность формирования продуктивности льна масличного при разном уровне питания // Агрехимический вестник. 2010. № 3. С. 23–24.

29. Виноградов Д. В., Поляков А. Ф., Кунцевич А. А. Экспериментальное обоснование технологии выращивания льна масличного сор-

та Санлин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. 2013. № 2 (18) С. 7–12.

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

31. Воловик В. Т. Рапс — ценнейшая культура // Учебно-методический центр сельскохозяйственного консультирования и переподготовки кадров АПК [Электронный ресурс]. URL: <http://msx-consult.ru/page2009072009>

32. Воронова Н. С., Березина Л. С. Исследование белков семян льна как полноценных и необходимых для здоровья человека // Молодой ученый. 2015. № 14 (94). С. 144–147.

33. Гайсин И. А., Сафиолин Ф. Н., Маннуллин Г. С. Эффективность применения микроудобрений на посевы ярового рапса // Агрохимия. 2002. № 4. С. 38–41.

34. Гайнуллин П. М. Возродим масличный лен // Достижение науки и технологии АПК. 2008. № 5. С. 37–38.

35. Гиббасов И. И., Низамов Р. М., Сулейманов С. Р. Влияние удобрений марки Изагри на ростовые процессы и продуктивность ярового рапса // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 5 (33). С. 34–38.

36. Гибриды ярового и озимого рапса от Rapool 2020/2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://pareto.rapool>

37. Гибрид ярового рапса Смилла F1 (Рапуль) [Электронный ресурс]. URL: <https://atalyk.kg/catalog/semena/raps/892/>

38. Гореева В. Н., Галиев Р. Р., Корепанова Е. В., Фатыхов И. Ш. Продуктивность сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный при применении удобрений и инсектицидов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2. С. 25–31.

39. Гулидова В. А., Зубова М. В. Эффективность микроудобрений на посевах ярового рапса // Земледелие. 2012. № 6. С. 29–30.

40. Дедов А. В., Савенков В. П., Хрюхин Н. Н., Епифанова А. М. Сбор семян, растительного масла и кормового белка ярового рапса в зависимости от способов и систем основной обработки почвы в севообороте в условиях лесостепи ЦФО РФ // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (64). С. 69–76.

41. Дмитриевская И. И., Жарких О. А., Белопухов С. Л., Шкляр Е. М. Перспективный новый биорегулятор Рафитур в технологии возделывания льна-долгунца и льна масличного // Природообустройство. 2018. № 3. С. 87–93.
42. Елисеев С. А., Ренёв Е. А., Бояршинова Е. В. Приемы однофазной уборки сортов льна масличного в среднем Предуралье // Пермский аграрный вестник. 2021. № 1 (33). С. 26–32.
43. Ермохин Ю. И., Бобренко И. А. Особенности химического состава кормовых и овощных культур в условиях Западной Сибири // Омский научный вестник. № 3 (24). 2003. С. 180–182.
44. Иваненко А. С., Созонова А. Н., Старых А. И. Белково-масличные культуры — рапс и соя — в лесостепи Тюменской области // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 1. С. 7–9.
45. Исток — сорт растения лен масличный [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/len-maslichnyj/istok>
46. Карпушин А. Н., Бушнев А. С. Возможность возделывания льна масличного на серых лесостепных почвах Краснодарского края // Научно-технический бюллетень ВНИИ масличных культур. 2004. № 2. С. 77–97.
47. Кидин В. Р. Система удобрения. М.: РГАУ — МСХА, 2012. 534 с.
48. Кормин В. П., Петерс Н. Я. Влияние минеральных удобрений на поступление микроэлементов в растении рапса // Омский научный вестник. 2004. № 3 (28). С. 149–151.
49. Кишлян Н. В., Рожмина Т. А., Кудрявцева Л. П., Киселева Т. С. Изучение сортообразцов в коллекции масличного льна на устойчивость к почвенной кислотности // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2010. Вып. 2. С. 144–145.
50. Колотов А. П. Реакция льна масличного на условия внешней среды Среднего Урала // Достижения науки и технологии АПК. 2021. Т. 35. № 6. С. 20–24.
51. Колотов А. П. Урожайность льна масличного на серых лесных почвах Среднего Урала // Вестник КрасГАУ, 2021. № 5. С. 3–11.
52. Колотов А. П., Синякова О. В. Лен масличный — перспективная культура для Свердловской области // Агропродовольственная политика России. 2014. № 3. С. 36–38.

53. Косых Л. А., Казарина А. В. Влияние агрометеорологических условий Среднего Поволжья на формирование продуктивности льна масличного // Вестник КрасГАУ. 2020. № 11. С. 45–54.

54. Корпачев В. В., Савенков В. П., Горшков В. И., Харламов С. А., Ревякин Е. Л., Гоголев Г. А. Перспективная ресурсосберегающая технология производства ярового рапса: методические рекомендации. М., 2008. 56 с.

55. Кочкин А. С., Есаулко А. Н. Оптимизация минерального питания льна масличного на черноземе выщелоченном // Плодородие. 2010. № 2. С. 34–36.

56. Кузнецова Г. Н., Полякова Р. С. Результаты экологического испытания сортов и гибридов рапса ярового в условиях Западной Сибири // Вестник Омского ГАУ. 2019. № 2 (34). С. 43–50.

57. Кузнецова Г. Н., Полякова Р. С. Влияние климатических условий на урожайность, масличность и жирно-кислотный состав масла рапса ярового // International agricultural journal. 2021. № 2. С. 84–94.

58. Кузнецова Г. Н., Полякова Р. С. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов и гибридов рапса ярового // Масличные культуры. 2020. № 2 (182). С. 40–43.

59. Кузнецова Г. Н. Оптимизация минерального питания льна масличного в южной лесостепи Западной Сибири // автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 2005. 19 с.

60. Культус Кл — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovoj/kultus-kl>

61. Кураченко Н. Л., Ульянова О. А., Власенко О. А., Казанов В. В., Казанова Е. Ю. Влагообеспеченность посевов ярового рапса на агрочерноземах Канской лесостепи // Вестник аграрной науки. 2020. № 5 (86). С. 39–44.

62. Курсакова В. С., Афанасьева О. В. Применение биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов и минеральных удобрений при возделывании // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (163). С. 32–39.

63. Лупова Е. И., Виноградов Д. В. Влияние гуминового удобрения и доз минеральных удобрений на продуктивность ярового рапса // Вестник аграрной науки. 2020. № 9 (84). С. 31–37.

64. Лупова Е. И. Особенности производства ярового рапса на семена по технологии Clearfield при разных сроках посева в условиях Нечерноземья // Вестник КрасГАУ. 2020. № 5. С. 62–68.

65. Люмэн — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovoj/lyumen>

66. Легур — сорт растения лен масличный [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/len-maslichnyj/legur>

67. Лен ND, Канада — сорт растения лен масличный [Электронный ресурс]. URL: <https://nsk.agroserver.ru/semena-maslichnykh-kultur/len-nd-kanada-1297002.htm>

68. Лирина — сорт растения лен масличный [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/len-maslichnyj/lirina>

69. Медведев Г. А., Екатериничева Н. Г. Приемы повышения продуктивности льна масличного в подзоне южных черноземов Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 1 (41). С. 57–63.

70. Медведев Г. А., Михальков Д. Е., Кочубеев Н. В., Голев А. А. Эффективность гербицидов в посевах льна масличного в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2013. № 2 (30). С. 1–4.

71. Миракль — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovoj/mirakl>

72. Мокрушина А. В., Богатырева А. С., Акманаев Э. Д. Влияние минеральных удобрений на семенную продуктивность и биохимический состав сортов ярового рапса в условиях Среднего Предуралья // Пермский аграрный вестник. 2019. № 2 (26). С. 87–94.

73. Морковкин Г. Г., Таранюк А. К. Влияние макро-и микроудобрений на урожайность семян ярового рапса в условиях средней лесостепи Алтайского края // Аграрная наука — сельскому хозяйству: материалы X науч.-практ. конф. Барнаул, 2015. Кн. 2. С. 158–160.

74. Наумович И. М., Пилюк Я. Е., Белявский В. М., Решетник Е. П. Эффективность применения микробных препаратов при инокуляции семян рапса ярового // Вестник БГСХА. 2020. № 1. С. 102–105.

75. Никсх 213 Клас — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovoj/nikskh-213-cls>

76. Новиков Э. В., Басова Н. В., Ущаловский И. В., Безбабченко А. В. Масличный лен как глобальный сырьевой ресурс для производства волокна // Молочно-хозяйственный вестник. 2017. № 3 (27). С. 187–204.

77. Новиков А. В., Виноградов Д. В., Лупова Е. И. Качество семян льна и выход льняного масла в зависимости от сроков сева // Вестник КрасГАУ. 2021. № 2. С. 181–186.

78. Носевич М. А., Абушинова Е. В. Особенности развития и урожайность льна масличного в зависимости от доз минеральных удобрений // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. 2016. № 42. С. 26–30.

79. Носевич М. А., Айисоотоде Й. З. Семенная продуктивность различных сортов льна масличного в зависимости от площади питания // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. 2016. № 45. С. 40–44.

80. Носов В. В., Яппаров И. А., Газизов Р. Р., Алиев Ш. Э., Ильесов М. И. Оптимизация питания ярового рапса серой в Республике Татарстан // Питание растений. № 3. 2017. С. 2–6.

81. Нурлыгаянов Р. Б., Исмаилов Р. Р., Ахияров Б. Г., Алимгафаров Р. Р. Особенности минерального питания ярового рапса // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 1 (367). С. 29–31.

82. Нурлыгаянов Р. Б., Филимонов А. Л. Производство семян ярового рапса в Западной Сибири // International agricultural journal. 2018. № 4 (364). С. 20–22.

83. Олейникова Е. Н., Янова М. А., Пыжикова Н. И., Рябцев А. А., Бопп В. Л. Яровой рапс — перспективная культура для развития агропромышленного комплекса Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2019. № 1. С. 74–80.

84. Пауль Ф. Х., Фолькер Х. Рапс. Болезни. Вредители. Сорные растения [В странах Европы. (ФРГ)]: учебное пособие; пер. с нем. Минск: Дивимедиа, 2012. 196 с.

85. Петров А. Ф. Рапс яровой: назначение и использование // Агро семенная компания [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agro-sk.ru/information/raps—yarovoiy-naznachenie-i-ispolzovanie>

86. Першаков А. Ю., Белкина Р. И. Продуктивность коллекционных образцов льна масличного в Северной лесостепи Томской области // Вестник КрасГАУ. 2020. № 12. С. 40–44.

87. Першаков А. Ю., Белкина Р. И., Сулейменов А. К. Отзывчивость сортов льна масличного на возрастающие нормы минеральных удобрений // Вестник КрасГАУ. 2021. № 6. С. 11–17.

88. Пивоварова Е. Г. Статистический анализ данных почвенно-агрохимических исследований. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2010. 47 с.

89. Пономаренко Ю. Рапс и продукты его переработки для птицеводства // Комбикорма. 2012. № 4. С. 57–59.

90. Пр 46 X 75 — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovoj/pr-46-kh-75>

91. Прахова Т. Я., Прахов В. А., Бражников В. Н., Бражникова О. Ф. Масличные культуры — биоразнообразии, значение и продуктивность // Нива Поволжья. 2019. № 3 (52). С. 30–32.

92. Ратник — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovoj/ratnik>

93. Разгуляева Н. В., Воловик В. Т. Оценка фитосанитарного состояния посевов озимого рапса на дерново-подзолистых почвах // Научное обеспечение отрасли рапсосоения и пути реализации биологического потенциала рапса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Липецк, 2010. С. 259–261.

94. Рекомендации по возделыванию льна масличного в Краснодарском и Ставропольском краях / В. М. Лукомец, Н. И. Бочкарев, В. Т. Пивень и др. Краснодар: ВНИИМК им. В. С. Пустовойта, 2005. 17 с.

95. Рожнина Т. А., Жученко А. А., Куземкин И. А., Киселева Т. С., Герасимова Е. Т. Масличный лен как источник волокнистого сырья // Достижения науки и технологии АПК. 2019. Т. 33, № 9. С. 28–31.

96. Ручеек — сорт растения лен масличный [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/len-maslichnyj/rucheeek>

97. Рфн — сорт растения лен масличный [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/len-maslichnyj/rfn>

98. Сальса Кл — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovoj/salsa-kl>

99. Сатанеев А. О, Першаков А. Ю., Белкина Р. И. Содержание белка и жира в семенах сортов льна масличного в условиях Северно-

го Зауралья // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: материалы VIII Междунар. студ. науч. конф. Тюмень, 2019. С. 43–48.

100. Северный — сорт растения лен масличный [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/len-maslichnyj/severnyj>

101. Сокол — сорт растения лен масличный [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/len-maslichnyj/sokol>

102. Сорокин Д. П., Першаков А. Ю., Белкина Р. И. Влияние норм высева на качество семян сортов льна масличного в условиях северной лесостепи Тюменской области // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые виды и решения: материалы VIII Междунар. студ. науч.-практ. конф. Тюмень, 2019. С. 57–61.

103. Селяков А. А., Богатырева А. С., Акманаев Э. Д. Влияние способа и глубины посева на урожайность маслосемян сортов ярового рапса в Среднем Предуралье // Пермский аграрный вестник. 2019. № 1 (25). С. 62–68.

104. Серегина Н. В. Оценка продуктивности ярового рапса в условиях Тульской области // Зерновое хозяйство России. 2014. № 3. С. 48–51.

105. Серпент — сорт растения лен масличный [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/len-maslichnyj/serpent>

106. Серов С. Н., Асхадуллин Д. Ф. Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в семенах масличных культур // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2010. Т. 204. С. 251–254.

107. Смилла — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovojsmilla>

108. Статистический ежегодник. Алтайский край. 2015–2019: стат. сборник. Барнаул, 2020. 280 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://akstat.gks.ru/storage/mediabank/2JcnVcsy/10040.pdf>

109. Стецов Г. Я., Садовников Г. Г., Садовникова Н. Н., Потапова Е. Е. Эффективность химической защиты посевов ярового рапса в условиях лесостепи Приобья // Вестник Алтайского ГАУ. 2018. № 8 (166). С. 5–11.

110. Сляднев А. П., Фельдман Я. И. Важнейшие черты климата Алтайского края // Природное районирование Алтайского края: Тр.

Особой комплексной экспедиции по землям нового с-х освоения. М.: Изд-во АН СССР, 1958. Т. 1. С. 9–62.

111. Солар Кл — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovojsolar-kl>

112. Сорокина О. Ю. Влияние применения органо-минеральных удобрений на продуктивность масличного льна сорта Уральский в условиях Центрального Нечерноземья // Владимирский земледелец. 2019. №2 (88). С. 11–14.

113. Сорокина О. Ю. Эффективность минеральных и органо-минеральных удобрений при возделывании льна масличного в условиях Центрального Нечерноземья // Плодородие, 2021. № 1. С. 7–9.

114. Степанова Н. В., Чирик Д. П. Оценка сырьевого потенциала льна масличного // Вестник Белорусской сельскохозяйственной академии. 2021. № 1. С. 126–129.

115. Сулейманова А. Н. Возделывание льна масличного в Сибири // International agricultural journal. 2019. № 4. С. 159–170.

116. Суркова Ю. В. Яровой рапс в условиях лесостепной зоны Зауралья // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3. С. 68–71.

117. Суханова С. Ф., Постовалов А. А., Слобожанина Е. А., Григорьев Е. В. Некоторые проблемы возделывания ярового рапса в Курганской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 8. С. 42–47.

118. Суханова С. Ф., Постовалов А. А., Григорьев Е. В. Продуктивность и устойчивость сортов ярового рапса к фузариозу в условиях Курганской области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1 (49). С. 65–70.

119. Сухопалова Т. П. Агро-технологические элементы возделывания льна масличного сорта Уральский // Земледелие. 2021. № 6. С. 33–36.

120. Танделов Ю. П., Быстрова М. С. Влияние серосодержащих удобрений на урожай яровой пшеницы и рапса в Средней Сибири // Вестник КрасГАУ. 2007. № 3. С. 78–84.

121. Усанова З. И., Фаринюк Ю. Т., Павлов М. Н. Продуктивность сортов и гибридов рапса ярового в условиях Верхневолжья // Молочнохозяйственный вестник. 2019. № 2 (34). С. 31–39.

122. Усанова З. И., Фаринюк Ю. Т., Павлов М. Н. Продуктивность сортов и гибридов рапса ярового в условиях Верхневолжья // Молочнохозяйственный вестник. 2019. № 2 (34). С. 31–40.

123. Фатыхов И. Ш., Вафина Э. Ф., Хакимов Е. И. Урожайность, биохимический состав и вынос элементов питания семенами рапса Аккорд при внесении макро-и микроудобрений в Среднем Предурале // Пермский аграрный вестник. 2019. № 3 (27). С. 86–95.

124. Федотов В. А., Гончаров С. А., Савенков В. П. Рапс России. М.: Агролига России, 2008. 336 с.

125. Феско Д. Ю. Влияние густоты стеблестоя на фитосанитарное состояние посевов и продуктивность льна масличного // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 3. С. 42–46.

126. Хайруллин А. М., Багаутдинов Ф. Я., Гайфуллин Р. Р., Валитов А. В., Ахияров Б. Г. Влияние форм азотных удобрений на урожайность и биохимический состав семян рапса ярового // Пермский аграрный вестник. 2019. № 2 (26). С. 101–109.

127. Храпцов И. Ф., Кузнецова Г. Н. Сортовая отзывчивость льна масличного на минеральные удобрения // Агрехимия. 2004. № 10. С. 33–37.

128. Цебра Кл — сорт растения рапс яровой [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/raps-yarovoj/tsebra-kl>

129. Циклус — гарант стабильного урожая [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rapool.ru/index.cfm/action/varieties/c/4/var/54.html>

130. Цыганов А. Р., Мастеров А. С., Плевко Е. А. Урожайность и качество семян рапса ярового в зависимости от применения микроудобрений и регуляторов роста // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4. С. 100–104.

131. Цыганова Т. Б., Миневич И. Э., Зубцов В. А., Осипова Л. Л. Перспективы использования семян льна льняной муки // Хлебопечение в России. 2004. № 4. С. 18–20.

132. Чеснокова А. Д., Савенков В. П., Кузьмина Е. Ю. Повышение продуктивности ярового рапса на основе оптимизации применения макро-и микроудобрений // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (59). С. 46–51.

133. Чавкунькин С. М. Эффективность диаммофоски и биологически активных веществ при возделывании льна-межеумка на южных черноземах засушливой степи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Барнаул 2005. 21 с.

134. Шведов И. В., Шишков Г. З., Петибская В. С., Вирченко Н. И., Кучеренко Л. А. Особенности химического состава семян некоторых масличных культур // Научно-технические аспекты производства экологически чистых масел, белковых продуктов с высокими потребительскими качествами: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. Краснодар: ФГБНУ ВНИИМК, 2003. С. 80–87.

135. Шишкин А. А., Акманаев Э. Д., Богатырева А. С. Экономическая оценка способов посева и норм высева в агротехнике ярового рапса сорта Ратник и гибрида Смилла в Среднем Предуралье // Пермский аграрный вестник. 2020. № 2 (30). С. 89–95.

136. Шишкин А. А., Богатырева А. С., Акманаев Э. Д. Влияние нормы высева и способа посева на продуктивность масло семян и структуру урожайности сортов ярового рапса в Среднем Предуралье // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 4. С. 20–22.

137. Шпаар Д. Рапс и сурепица: выращивание, уборка, использование: уч.-практ. руководство под общ. ред. Д. Шпаар. Киев: Зерно, 2012. 368 с.

138. Шукис Е. Р., Дегтяренко Г. Г., Пирогов О. А. Результаты селекции ярового рапса в Алтайском крае // Научное обеспечение отрасли рапсосошения и пути реализации биологического потенциала рапса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Липецк, 2010. С. 79–88.

139. Шумская А. А., Ермохин Ю. И. Влияние азотных удобрений на урожайность льна масличного на обыкновенном черноземе степной зоны Полтавского района Омской области. Омск, 2015. С. 7–12.

140. Юшкевич Л. В., Хамова О. Ф., Щитов А. Г., Кубасова Е. В. Резервы повышения продуктивности ярового рапса в лесостепных агроландшафтах Западной Сибири // Масличные культуры. 2019. № 2 (178). С. 55–60.

141. Янтарь — сорт растения лен масличный [Электронный ресурс]. URL: <https://dacha-dacha.ru/sorta/len-maslichnyj/yantar>

142. Beckie H. J., Johnson E. N., Blackshaw R. E., Gan Y. Weed suppression by canola and mustard cultivars // *Weed Technol.* 2008. Vol. 22. Pp. 182–185.

143. Environmental effects on the relative competitive ability of canola and small-grained cereals in a direct-seeded system / K. N. Harker [et all.] // *Weed Sci.* 2011. Vol. 59. Pp. 404–415.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Агрохимические свойства почвы под рапсом по срокам в ООО «Вирт» Целинного района

№	Глубина, см	W, %	pH _c	pH _w	05.07.21						14.07.21						17.09.21											
					Подвижные формы, мг/кг						W, %	pH _c	pH _w	Подвижные формы, мг/кг														
					NO ₃	NH ₄	NO ₃ +NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S				NO ₃	NH ₄	NO ₃ +NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	NO ₃	NH ₄	NO ₃ +NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S			
1	0-20	21,0	5,2	5,6	11,94	6,2	18,14	147,5	113	3,8	15,1	5,5	6,1	8,15	13,8	21,95	187,5	168	2,3	15,2	5,3	5,9	10,03	6,8	16,83	165	56	2,3
	20-40	17,3	5,1	5,5	5,08	7,0	12,08	146	91	6,3	12,2	5,9	6,2	4,24	7,6	11,84	205,0	109	0,5	14,3	5,6	6,2	6,83	8,2	15,03	160	67	3,3
	0-40	19,2	5,2	5,6	8,51	6,6	15,11	146,7	102	5,1	13,6	5,7	6,2	6,18	10,7	16,88	196,0	137,5	1,4	14,7	5,5	6,1	8,93	7,5	15,95	162	62	2,8
2	0-20	20,2	5,3	5,8	17,95	15,4	33,35	140	120	5,1	12,5	5,4	6,0	5,44	7,6	13,04	177,5	96	1,4	13,2	5,5	6,0	4,89	9,9	14,79	134	48	3,6
	20-40	19,9	5,4	5,8	9,31	8,9	18,21	147,5	122	6,2	10,8	5,4	6,1	4,76	9,3	14,06	192,5	150	0,7	11,4	5,4	5,9	5,56	10,4	15,96	165	95	3,9
	0-40	20,1	5,3	5,8	13,63	12,15	25,78	143,5	121	5,7	11,6	5,4	6,1	5,10	8,4	13,5	185,0	123	1,1	12,3	5,5	6,0	5,22	10,1	15,32	149	72	3,8

Продолжение таблицы

№	Варианты	Глу-бина, см	W, %	pH _c	pHв	05.07.21						14.07.21						17.09.21											
						Подвижные формы, мг/кг						W, %	pH _c	pHв	Подвижные формы, мг/кг						W, %	pH _c	pHв	Подвижные формы, мг/кг					
						NO ₃	NH ₄	NO ₃ +NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S				NO ₃	NH ₄	NO ₃ +NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S				NO ₃	NH ₄	NO ₃ +NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
3	КАС-32 с.с.а. 150л/га + сульфосаммофос 50 кг/га	0-20	20,5	5,5	6,0	6,65	4,3	10,95	116	120	6,2	14,5	5,3	5,9	9,35	7,2	16,55	166,0	121	1,2	12,8	5,4	6,0	8,56	9,8	18,36	146	47	4,9
		20-40	22,6	5,2	6,2	8,22	7,9	16,12	1125	71	5,6	13,8	5,4	6,0	4,93	9,8	14,73	1400	91	0,4	9,2	5,3	6,1	2,33	8,9	11,23	170	65	1,8
		0-40	21,6	5,3	6,1	7,30	6,1	13,53	1142	95,5	5,9	14,1	5,4	6,0	7,04	8,5	15,64	1530	106	0,8	11,0	5,4	6,1	5,44	9,4	14,79	158	56	3,4
4	КАС-32 с.с.а. 150л/га + ЖКУ 100л/га + сульфосаммофос 50 кг/га	0-20	19,3	5,2	5,8	11,93	13,8	25,73	157	113	6,7	12,9	5,3	6,1	7,95	6,2	14,15	160,0	107	0,8	13,5	5,4	6,1	6,16	9,5	15,66	113	47	4,0
		20-40	17,6	5,1	5,9	11,31	6,4	17,71	110	162	6,1	13,2	5,5	6,1	9,19	7,4	16,59	175,0	92	0,2	14,1	5,4	6,1	7,39	10,9	18,29	168	65	4,3
		0-40	18,5	5,1	5,9	11,62	10,1	21,72	139,5	137,5	6,4	13,1	5,4	6,1	8,57	6,8	15,36	167,5	99,5	0,5	13,8	5,4	6,1	6,77	10,2	16,97	140	56	4,2
5	КАС-32 с.с.а. 150л/га + ЖКУ 150л/га	0-20	20,2	5,2	5,7	21,67	5,4	27,07	140	114	6,3	13,4	5,5	6,1	11,51	5,0	16,51	170,0	96	0,8	12,3	5,5	6,3	4,24	7,3	11,54	208	69	3,4
		20-40	16,7	5,5	5,9	6,23	6,0	12,23	127,5	119	6,0	11,5	5,5	6,2	6,00	5,4	11,40	167,5	150	0,1	10,0	5,9	6,7	1,76	8,0	9,76	180	54	1,9
		0-40	18,5	5,3	5,8	13,95	5,7	19,65	133,2	117,5	6,2	12,4	5,5	6,2	8,77	5,2	13,95	168,7	123	0,5	11,1	5,7	6,5	3,00	7,7	10,65	194	62	2,7

№	Варианты бина, см	05.07.21						14.07.21						17.09.21															
		Глу-бина, см	W, %	pH _c	pHв	Подвижные формы, мг/кг						W, %	pH _c	pHв	Подвижные формы, мг/кг														
						NO ₃	NH ₄	NO ₃ +NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S				W, %	pH _c	pHв	NO ₃	NH ₄	NO ₃ +NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	S						
6	КАС-32 с с.а.*	0-20	19,1	5,4	6,0	18,31	5,4	23,71	143,5	102	7,1	14,7	6,4	7,2	8,08	4,0	12,08	117,5	11	0,6	11,3	5,6	6,5	9,03	8,3	17,33	200	53	3,2
	+ЖКУ	20-40	15,0	5,3	6,2	11,19	9,5	20,69	190	129	6,1	12,0	5,5	5,9	3,02	5,0	8,02	120,0	94	0,1	10,0	5,6	6,4	2,35	7,9	10,25	230	46	3,1
	+ диам-мофоска	0-40	17,1	5,4	6,1	14,75	7,45	22,20	166,5	115,5	6,6	13,3	5,9	6,5	5,55	4,5	10,05	118,7	102,5	0,4	10,6	5,6	6,5	5,69	8,1	13,79	215	50	3,2
7	КАС-32 с с.а.*	0-20	21,9	5,4	6,1	23,58	15,6	39,18	135	92	6,7	13,3	5,5	6,2	12,02	5,0	17,02	147,5	147	2,2	13,8	5,6	6,3	4,32	8,4	12,72	163	54	3,0
	+сульфо-аммофос	20-40	18,2	5,5	6,0	24,46	7,9	32,36	166	110	6,5	12,6	5,4	6,2	4,85	6,9	11,75	96,0	99	0,5	11,8	5,5	6,2	3,56	8,1	11,66	195	50	4,8
		0-40	20,0	5,5	6,1	24,02	12,75	35,77	150,5	100,1	6,6	12,9	5,5	6,2	8,43	5,95	14,38	121,7	123	1,4	12,8	5,6	6,3	3,94	8,3	12,19	179	52	3,9

* с.а. — сульфат аммония

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Агрохимические свойства почвы под рапсом в АО Орбита, Тюменцевский район

№	Варианты	Глубина, см	13.07.2021				18.08.2021									
			W,%	pH _c	Подвижные формы, мг/кг			W,%	pH _c	Подвижные формы, мг/кг						
					N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃ + N-NH ₄			P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃ + N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Контроль	0-20	15,1	5,6	24,35	7,4	31,75	165,5	350	16,9	6,0	8,93	3,66	12,59	132	198
		20-40	16,7	5,9	13,81	4,9	18,71	147,5	252	18,2	6,1	8,43	2,44	10,87	126	189
		0-40	15,9	5,7	19,08	6,1	24,73	156,5	301	17,6	6,0	8,68	3,05	11,68	129	193
2	КАС-32 70 л/га+с.а.* 30 кг/га + ди- аммофос 80 кг/га	0-20	12,3	5,6	9,92	10,4	20,32	150,0	206	17,7	5,8	7,77	4,01	11,78	155	189
		20-40	9,6	5,6	12,75	9,2	21,95	162,5	238	15,4	5,8	8,15	2,09	10,24	146	124
		0-40	11,0	5,6	11,34	9,8	21,02	156,3	222	16,6	5,8	7,96	3,05	11,01	150	156
3	КАС-32 — 114 л/га + с.а. 60 кг/га + диам- мофос 100 кг/га	0-20	16,8	6,2	7,44	5,3	12,74	185,0	328	18,7	5,9	9,84	2,32	12,16	186	238
		20-40	17,1	5,8	6,90	13,9	20,80	143,5	302	18,4	6,1	9,08	3,63	12,71	135	157
		0-40	17,0	6,0	7,17	9,6	16,60	164,3	315	18,6	6,0	9,46	2,97	12,43	160	197
4	КАС-32 — 150 л/га + с.а. 80 кг/га + ди- аммофос 100 кг/га	0-20	15,9	6,1	27,27	5,5	32,77	147,5	308	20,0	5,8	6,64	3,50	10,14	128	189
		20-40	13,6	6,7	23,46	10,4	33,86	97,5	98	19,7	5,8	7,96	3,03	10,99	126	130
		0-40	14,8	6,4	25,37	7,9	33,30	122,5	203	19,9	5,8	7,30	3,26	10,55	127	150
5	Диаммофос 100 кг/га	0-20	16,1	5,9	6,93	6,7	13,63	170,0	323	17,6	6,1	8,36	3,69	12,05	210	294
		20-40	16,1	5,6	7,99	12,5	20,49	166,0	340	19,0	6,1	8,29	3,03	11,32	135	182
		0-40	16,1	5,8	7,46	9,6	17,06	168,0	331	18,3	6,1	8,38	3,36	11,63	172	238

* с.а. — сульфат аммония

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Агрохимические свойства почвы под льном масличным в АО Орбита, Тюменцевский район

№	Варианты	13.07.2021					18.08.2021								
		Глубина, см	W,%	pH _c	Подвижные формы, мг/кг			W,%	pH _c	Подвижные формы, мг/кг					
					NO ₃	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁺ NH ₄ ⁺			P ₂ O ₅	K ₂ O	NO ₃	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅
1	Контроль (без удобрения)	0-20	13,1	6,1	14,87	18,8	33,67	180	253	7,1	2,94	10,0	12,94	132	158
		20-40	12,4	6,3	17,53	13,2	30,73	141	237	6,7	1,20	5,4	6,60	143	111
		0-40	12,7	6,2	16,20	16,0	32,2	161	245	6,9	2,07	7,7	9,77	138	134
2	Диаммофоска 80 кг/га	0-20	11,5	6,3	13,28	7,3	20,58	150	210	7,0	6,66	6,1	12,76	140	198
		20-40	10,6	6,3	8,50	8,1	16,60	177	218	7,0	1,19	7,0	8,19	126	188
		0-40	11,0	6,3	10,39	7,7	18,6	164	214	7,0	3,92	6,5	10,47	133	193
3	КАС-32 70л/га + с.а.* 30 кг/га	0-20	11,4	6,3	11,16	8,2	19,36	195	274	7,0	5,52	7,0	12,52	82	200
		20-40	9,9	6,2	14,34	8,1	22,44	192	264	6,5	3,64	4,5	8,14	120	193
		0-40	10,6	6,2	12,75	8,1	20,9	194	269	6,7	4,58	5,7	10,33	101	196
4	КАС-32 70л/га+ с.а. 30 кг/га +микроэлементы	0-20	11,0	6,2	22,58	8,4	30,98	134	200	6,2	1,79	4,8	6,59	114	128
		20-40	9,6	6,0	14,87	11,0	25,87	120	165	6,3	0,60	4,3	4,90	93	98
		0-40	10,3	6,1	18,72	9,7	28,4	127	182	6,2	1,19	4,5	5,74	103	113

Окончание таблицы

№	13.07.2021					18.08.2021										
	Варианты	Глубина, см	W,%	pH _c	Подвижные формы, мг/кг				W,%	pH _c	Подвижные формы, мг/кг					
					NO ₃	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅			K ₂ O	NO ₃	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O
5	КАС-32 70л/га + с.а. 30 кг/га + диаммо- фоска 50 кг/га	0-20	11,1	6,1	17,53	10,2	27,73	143	249	11,0	6,9	10,11	5,3	15,31	72	125
		20-40	8,6	6,0	8,91	9,7	18,61	155	228	10,5	7,2	2,97	5,1	8,07	70	103
		0-40	9,8	6,0	13,22	9,9	23,2	149	238	10,7	7,0	6,54	5,2	11,69	71	114
6	КАС-32 50л/га+ с.а. 50 кг/га + диаммо- фоска 80 кг/га	0-20	12,9	5,9	22,58	10,8	33,38	132	195	12,3	6,0	3,02	7,4	10,42	122	175
		20-40	14,3	6,0	14,87	12,4	27,27	124	251	11,8	6,2	0,60	5,4	6,00	124	168
		0-40	13,6	5,9	18,72	11,6	30,3	128	223	12,0	6,1	1,81	6,4	8,21	123	171
7	КАС-32 70л/га + с.а. 70 кг/га + диаммо- фоска 50 кг/га	0-20	10,6	6,3	9,92	11,9	21,82	127	171	18,3	6,5	16,20	5,2	21,40	112	329
		20-40	9,2	6,2	7,44	12,8	20,24	175	180	11,9	6,4	12,00	10,3	22,30	112	228
		0-40	9,9	6,2	8,68	12,3	21,0	151	175	15,1	6,4	14,10	7,7	21,85	112	278

*с.а. — сульфат аммония

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1	
ЯРОВОЙ РАПС	8
1.1. Почвенно-климатические условия зон Алтайского края. Анализ посевных площадей и урожайности ярового рапса в Алтайском крае	8
1.2. Влияние метеорологических условий на урожайность рапса ярового	16
1.3. Ботанические и биологические особенности ярового рапса	20
1.4. Сорты и гибриды рапса ярового, возделываемые в Алтайском крае	22
1.5. Особенности питания рапса ярового. Эффективность макро- и микроудобрений, биопрепаратов при возделывании ярового рапса в разных регионах России	31
1.6. Средства защиты рапса от сорняков, болезней, вредителей и их влияние на урожайность и качество семян	42
1.7. Результаты исследований по регулированию питания рапса ярового в Алтайском крае	45
1.7.1. Особенности действия жидких азотных, жидких и твердых комплексных удобрений в Предгорной зоне (Целинный район)	45
1.7.2. Действие азотных и комплексных удобрений на урожайность и качество семян в Центральной зоне (Косихинский район)	63
1.7.3. Формирование урожайности и качества семян разных гибридов рапса при внесении КАС-32 и комплексных удобрений в условиях Приобской зоны (Тюменцевский, Ребрихинский, Мамонтовский районы)	70

- 1.8. Зависимость урожайности семян рапса от свойств почвы, содержания макро- и микроэлементов в семенах 86

Глава 2

ЛЕН МАСЛИЧНЫЙ 91

- 2.1. Анализ посевных площадей и урожайности семян льна масличного в Алтайском крае 91
- 2.2. Влияние метеорологических условий на урожайность семян льна 96
- 2.3. Ботанические и биологические особенности льна масличного межеумочного типа 105
- 2.4. Сорты льна масличного 106
- 2.5. Средства защиты растений и их эффективность при возделывании льна в регионах РФ 112
- 2.6. Особенности питания льна и эффективность разных видов макро- и микроудобрений, биологически активных веществ разных регионах РФ 115
- 2.7. Результаты исследований по регулированию питания льна в Алтайском крае 123
- 2.7.1. Особенности действия жидких азотных (КАС-32) и комплексных удобрений при возделывании льна в Предгорной зоне (Целинный район) 123
- 2.7.2. Формирование урожайности льна масличного в Центральной зоне на серых лесных почвах при внесении минеральных удобрений и жидкого комплексного микроудобрения Полидон комплекс Ж (Косихинский район) 130
- 2.7.3. Эффективность КАС-32 и комплексных минеральных макро- и микроудобрений под лен масличный в условиях Приобской зоны (Тюменцевский, Мамонтовский районы) 136
- 2.7.4. Влияние жидких комплексных удобрений на урожайность и качество сортов льна в Алейской зоне (Шипуновский район) 155

2.7.5. Оценка разных сортов льна по урожайности и показателям качества в условиях Кулундинской зоны (Волчихинский район).....	164
2.8. Зависимость урожайности от свойств почвы, элементов структуры урожая и содержания элементов питания в семенах льна масличного	167
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	172
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	186

Для заметок

Научное издание

Антонова Ольга Ивановна
Ступина Лилия Александровна
Комякова Евгения Михайловна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ
ЯРОВОГО РАПСА И ЛЬНА МАСЛИЧНОГО
В УСЛОВИЯХ ЗОН С НЕУСТОЙЧИВЫМ
УВЛАЖНЕНИЕМ**

Редактор Н. Ю. Ляшко
Подготовка оригинал-макета О. В. Майер

Подписано в печать 20.12.2021 г. Формат 60*84/16.

Выход в свет 29.12.2021 г.

Усл. печ. л. 11,4. Тираж 100 экз. Заказ 542.

Издательская лицензия ЛР 020261 от 14.01.1997.
Типография Алтайского государственного университета
656049 Барнаул, ул. Димитрова, 66