

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

На правах рукописи

СИНЯКОВА Ольга Валерьевна

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ЛЬНА МАСЛИЧНОГО НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ**

Специальность
06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель –
кандидат сельскохозяйственных наук
Колотов А.П.

Екатеринбург 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Глава 1 Народно-хозяйственное значение льна масличного и технология его выращивания (обзор литературы).....	10
1.1 Распространение в Российской Федерации и хозяйственно-полезные свойства льна масличного	10
1.2 Ботаническая характеристика и биологические особенности льна масличного.....	15
1.3. Технология выращивания льна масличного в основных зонах его распространения	19
Глава 2 Программа, методика и условия проведения исследований.....	34
2.1 Программа исследований.....	34
2.2 Наблюдения, анализы и учёты.....	35
2.3 Почвенно-климатические условия Среднего Урала.....	38
2.4 Агрометеорологические условия в годы проведения исследований	41
2.5 Агротехника в опытах.....	49
Глава 3 Подбор сортов льна масличного для выращивания в условиях Среднего Урала.....	50
Глава 4 Нормы высева семян льна масличного	61
Глава 5 Глубина посева семян льна масличного.....	69
Глава 6 Оптимальные сроки уборки льна масличного.....	76
Глава 7 Биохимический состав льна масличного и вынос питательных веществ урожаем.....	80
Глава 8 Производственное испытание технологии выращивания льна масличного в Свердловской области. Экономическая и биоэнергетическая эффективность выращивания льна	87
8.1 Производственное испытание технологии выращивания льна масличного.....	87
8.2 Экономическая эффективность.....	89

8.3 Биоэнергетическая эффективность выращивания льна масличного	92
Заключение	94
Предложения производству.....	96
Библиографический список.....	97
Приложения.....	121

ВВЕДЕНИЕ

Лён масличный относится к важнейшим сельскохозяйственным культурам мирового земледелия. По данным ФАО ООН эту культуру выращивают 50 стран на общей площади свыше 2 миллионов гектаров, средняя урожайность составляет 1,01 т/га. Основными странами-производителями семян льна масличного являются Канада, Индия, Китай, Эфиопия и США. В России резкий спад производства культуры произошёл в конце прошлого века, когда площади посева сократились до 4 тыс. га, а урожайность семян едва превышала 0,5 т/га. В последние годы наблюдается постоянный рост площадей и валовых сборов семян [Лукомец В.М., 2012].

Масличный лён – культура многоцелевого назначения (масло, льноволокно, кормовые жмыхи и шроты), которая используется человеком с древних времен. Он неприхотлив к условиям возделывания, обеспечивает высокие урожаи маслосемян, отличается сравнительно высокой стабильностью продуктивности, не требует для возделывания специального набора сельхозмашин. В семенах льна содержится 46-50 % и более масла, которое превосходит другие масла по потребительским свойствам. Этим объясняется его использование в виде технического сырья для ряда отраслей промышленности: лакокрасочной, мыловаренной, кожевенно-обувной и др. [Шпаар Д, 1999; Живетин В.В., 2000; Галкин Ф.М., 2003, 2005, 2008; Гайнуллин Р.М., 2005, 2008, 2010; Санин А.А., 2006; Пономарева М.Л., Краснова Д.А., 2010].

В последние годы во всем мире возрос интерес к использованию льняного масла в пищу в связи с его лечебными свойствами, обусловленными высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот. Семена льна благодаря уникальности своего биохимического состава обладают оздоравливающим действием на организм человека и способны предупреждать возникновение целого ряда заболеваний и даже излечивать их. Они богаты эссенциальными полиненасыщенными жирными кислотами, пищевыми волокнами, лигнанами и другими ценными питательными элементами [Aldercreutz Н.,1984; Поляков А.В., 2000, 2009; Лукомец

В.М., 2006; Перспективная ресурсосберегающая..., 2008, 2010; Пономарева М.Л., Краснова Д.А., 2010].

Льняное масло имеет выраженные лечебно-профилактические свойства при нарушениях жирового обмена, атеросклерозе, онкологических заболеваниях, способствует снижению холестерина в крови. Также доказано омолаживающее и ранозаживляющее действие льняного масла при ожогах, обморожениях, лучевых поражениях кожи [Гайнуллин Р.М., 2005].

Выращивание масличного льна способствует решению белковой проблемы в животноводстве. Остающийся после отжима масла жмых – ценный корм для всех видов сельскохозяйственных животных. В нем содержится в среднем 31-37 % переваримого протеина и 9-15 % жира. Благодаря этому льняной жмых является очень ценным энергонасыщенным кормом. Его добавки к концентрированным зерновым кормам позволяют сбалансировать их по протеину, жиру и незаменимым аминокислотам. Льняная солома используется в качестве добавки к грубым кормам и для подстилки [Северов В.И., 2002; Пономарева М.Л., 2010; Лен. Технология..., 2012].

Питательные вещества льняного жмыха легко усваиваются животными, повышают удои коров и содержание в молоке жира. Также немаловажно и то, что благодаря обилию слизи льняной жмых благотворно воздействует на пищеварительную систему и, в целом, на здоровье животных. Поэтому использование в рационах льняных жмыхов и шротов значительно повышает продуктивность сельскохозяйственных животных [Буряков Н., 2005].

Таким образом, целый комплекс хозяйственно-полезных признаков льна масличного определяет необходимость и перспективность дальнейших исследований с целью расширения ареала его возделывания. Масличный лен – культура не традиционная для Среднего Урала и при ее распространении и внедрении в производство следует тщательно изучить все особенности роста, развития и основных элементов технологии ее возделывания в данных почвенно-климатических условиях.

Степень разработанности темы. В качестве объекта научных исследований лен масличный достаточно широко представлен в исследованиях ученых многих зарубежных стран – Китая, США, Польши, Чехии, Индии, Аргентины и др. [Zhang Z.-S., 2011; Laza, A., 2012; Gallardo M.A., 2014; Rajan A., 2014; Hasiewicz-Dercacz K., 2015; Ludvicova M., 2015].

В изучение культуры льна масличного в Российской Федерации большой вклад внесли ученые ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта. В трудах В.М. Лукомца и др. [2003, 2006, 2009, 2012] изложены общие вопросы и проблемы при возделывании масличных культур, в том числе льна и пути их решения. Аспекты биологии, физиологии и экологии льна рассмотрены в монографии А.Б. Дьякова [2006]. А.В. Галкиным и др. [2008] в условиях Краснодарского края всесторонне изучены вопросы селекции, семеноводства и технологии возделывания льна масличного.

По Республике Татарстан, зоне Среднего Предуралья и другим регионам РФ вопросы селекции и отдельные приемы технологии возделывания льна масличного отражены в работах И.А. Лошкомойникова и др. [2000], Р.М. Гайнулина [2008, 2010], М.Л. Пономаревой, Д.А. Красновой [2010], В.Н. Гореевой [2011, 2013, 2014, 2015, 2016], И.Ш. Фатыхова, К.В. Кошкиной, Е.В. Корепановой [2012, 2013, 2016]. Однако, все эти исследования проведены в удаленных от Среднего Урала регионах, которые имеют существенные различия по почвенно-климатическим условиям. Каких-либо сведений в научной литературе о выращивании льна масличного в Свердловской области не найдено и эта культура здесь никогда прежде не возделывалась. Первые поисковые опыты по возможности интродукции льна масличного на Среднем Урале проведены в ФГБНУ «Уральский ННИСХ» А.П. Колотовым [2010, 2011^а, 2011^б, 2011^в], когда было испытано 29 сортообразцов льна различного географического происхождения и начато изучение отдельных элементов технологии возделывания нетрадиционной культуры. Более глубокие исследования были начаты в 2012 году [Колотов А.П., 2012^б, 2012^г], а с 2013 года тематика по изучению элементов технологии возделывания льна масличного на Среднем Урале вошла в план научно-исследовательской работы ФГБНУ «Ураль-

ский НИИСХ» (№ Госрегистрации 114123040088, ГРНТИ 68.35.37, УДК 633.81/.85; № 0772-2014-0033).

Цель исследований. Разработать адаптивную технологию выращивания и научно обосновать возможность получения высокой урожайности льна масличного в условиях Среднего Урала.

Задачи исследований:

- выявить особенности роста и развития льна масличного на серых лесных почвах Среднего Урала при различных погодных условиях;
- оценить сорта и селекционные линии льна масличного по семенной продуктивности и стабильности урожая;
- установить оптимальную норму высева и глубину посева семян льна масличного;
- изучить влияние сроков уборки льна на урожайность и посевные качества семян;
- обосновать величину урожайности семян льна масличного структурой его урожая;
- определить биохимический состав льносемян, полученных в условиях Среднего Урала;
- дать оценку экономической и биоэнергетической эффективности выращивания льна масличного.

Научная новизна работы. Впервые в условиях Среднего Урала изучены сорта и селекционные линии нетрадиционной для региона культуры льна масличного. Выявлены особенности роста и развития льна масличного. Уточнены основные элементы технологии его возделывания на серых лесных почвах тяжелого гранулометрического состава – нормы высева, глубина посева семян и сроки скашивания при отдельной уборке льна масличного. Определен биохимический состав семян льна, выращенных в местных условиях.

Методология и методы исследований. Методология исследований основывается на анализе научных трудов отечественных и зарубежных ученых. Полевые опыты, учеты и наблюдения проведены в течение 3 лет в соответствии с об-

щепринятыми методиками, применялись методы дисперсионного, корреляционного и экономического анализа.

Положения, выносимые на защиту:

- урожайность семян льна масличного на серых лесных почвах Среднего Урала может достигать 2 т/га и более;
- оптимальная норма высева льна масличного в условиях Среднего Урала составляет 8-9 млн всх. семян на 1 га;
- на тяжелых по гранулометрическому составу почвах семена льна лучше высевать на глубину не более 2-3 см;
- уборка посевов льна масличного отдельным способом в конце фазы ранней желтой спелости обеспечивает получение семян с высокими посевными качествами.

Практическая значимость и реализация результатов работы. Полученные данные свидетельствуют о возможности успешного выращивания льна масличного на Среднем Урале и позволяют расширить ассортимент возделываемых культур в сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области. Производственная проверка и внедрение полученных результатов проведены в 2014 году в ОАО «Колос» Белоярского района, в 2015-2016 гг. в СПК «Леневское» Режевского района, в 2016 г. в ООО ИП Лосева, Красноуфимского района Свердловской области. Сорт льна масличного Уральский, как результат совместной работы с ФГБНУ ВНИИ льна, включен в Государственный реестр селекционных достижений с 2017 года и допущен к использованию по Волго-Вятскому (4), Средневолжскому (7), Восточно-Сибирскому (11) регионам РФ.

Степень достоверности результатов и апробация работы. Достоверность работы обеспечена значительным объемом фактического материала, полученного при проведении полевых и лабораторных исследований, экспериментальные данные статистически обработаны, сравнимы с данными других исследователей и подтверждены результатами производственных испытаний. Результаты исследований и основные положения диссертации доложены на Всероссийских научных конференциях молодых ученых «Эколого-биологические проблемы использова-

ния природных ресурсов в сельском хозяйстве (Екатеринбург, 2014, 2015 гг.); Всероссийской научно-практической конференция «Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса» (Ижевск, 2015 г.); Международных научно-технических конференций «Достижения науки – агропромышленному производству» (Челябинск, 2014, 2015 гг.); Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие аграрного производства в современных условиях» (Екатеринбург, 2015 г.); Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве» (Киров, 2015); V Юбилейной международной научно-практической конференции «Коняевские чтения» (Екатеринбург, 2016); Международной научно-практической конференции «Научно обоснованные технологии для интенсификации сельскохозяйственного производства» (Ижевск, 2017 г.).

Личный вклад соискателя. Полевые опыты, учеты и наблюдения, часть лабораторных анализов, обобщение и статистический анализ полученных данных проведены лично автором диссертации.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 24 научные статьи, в том числе 7 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Объём и структура. Диссертация изложена на 145 страницах, состоит из введения, 8 глав, заключения и предложений производству. Содержит 38 таблиц, 11 рисунков, 19 приложений. Библиографический список включает 214 источников, из них 19 – иностранных авторов.

ГЛАВА 1 НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО И ТЕХНОЛОГИЯ ЕГО ВЫРАЩИВАНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Распространение в Российской Федерации и хозяйственно-полезные свойства льна масличного

Лен относится к числу первых растений, которые много тысячелетий назад начал культивировать человек. Лен был известен в Индии, Китае, Египте и Закавказье за 4-5 тыс. лет до н. э. Выращиванием льна занимались все славянские племена, населявшие восточную часть европейской равнины [Картамышев В.Г., 2004]. Большое внимание на культуру льна в России было обращено Петром I. Известен его указ об обязательном расширении посевов льна. До Первой мировой войны льняное полотно занимало первое место среди экспортных товаров России. Посевные площади под масличным льном в начале XX века превышали площади посева подсолнечника и составляли 400 тыс. га. До XIX века в России в основном потребляли льняное, горчичное и конопляное масло. В 1931 г. льном-кудряшом было занято в стране более 600 тыс. га, а валовой сбор льносемян достигал 840 тыс. тонн. В дальнейшем произошло сокращение посевов масличного льна за счет расширения площадей под льном-долгунцом [Шушкин А.А., 1934, Минкевич И.А., 1940, 1949, 1955, 1957].

В 90-е годы в Российской Федерации посевные площади льна масличного снизились с 43 (1990) до 5 тыс. га (1995), но затем стали постепенно расти. В последнее время наблюдается повышенный интерес к этой культуре и продуктам его переработки в связи с увеличением спроса на более качественные продукты с особыми свойствами. По данным ВНИИМК им. В.С. Пустовойта, в 2009 году площадь возделывания масличного льна составила 118 тыс. га или 223 % в сравнении с 1986-1990 гг., что свидетельствует о перспективности и востребованности исследований по этой культуре. По уровню урожайности за 2007-2009 годы (8,1-10,6 ц/га) лен масличный соответствовал сое и рапсу и превосходил горчицу почти в два раза [Лукомец В.М., 2009].

Оценивая состояние и перспективы производства льна масличного в России В. М. Лукомец и др. [2012], считают, что повышенное внимание со стороны сельхозтоваропроизводителей к льну масличному в последние годы связано с экономической привлекательностью культуры. Как показывает экономический анализ, даже крайне низкая урожайность семян – 0,59 т/га, обеспечивает рентабельность выращивания семян культуры 20 %, а при урожайности 1 т/га она приближается к 100 %. Вместе с тем с каждого гектара посева культуры можно получать чистый доход, превышающий 12 тыс. рублей при рентабельности свыше 160 %.

Несмотря на увеличение производства льна, достигнутого уровня недостаточно для удовлетворения потребностей отечественной перерабатывающей промышленности. Научно обоснованно можно расширить площади сева культуры и увеличить ее урожайность [Куклина Р.Е., 1999; Карпушин А.Н., 2004; Маковский Н., 2004; Дмитриченко М.И., 2004; Галкин Ф.М., 2005].

Ценность льняного семени определяется его уникальным химическим составом, прежде всего высоким содержанием масла, белка и целого ряда биологически активных веществ. Свойства растительных масел и биохимический состав льняного семени достаточно полно представлен в работах А.М. Кузина [1961], Ю.Г. Сажинова [1994], В.В. Ключкина [1995], Л.А. Мхитарьянц [1996], Р.Е. Куклиной [1999], В.Б. Беляка [1999, 2003, 2004], А.В. Полякова [2000], В.В. Мовчан [2001], В.Г. Щербакова [2003], Е.Ф. Семеновой [2003], Ф.М. Галкина [2003], В.М. Лукомца [2004], О.М. Игнатовой [2004], С.М. Прудникова [2006], Т.А. Кроль [2007], Т.М. Богдан [2007].

В состав жирного высыхающего льняного масла входят триглицериды олеиновой – 2,3-17,6 %, линолевой – 21,7-69,6 %, линоленовой – 18,5-46,5 %, пальмитиновой – 6,7 %, стеариновой – 3,0 % кислот. По своей биологической ценности оно стоит на первом месте среди всех растительных масел. В семенах современных сортов масличного льна содержание жира может достигать 50-54 % [Стрелец В.Д., 2010; Лукомец В.М., 2011, 2012]. Установлено, что состав льняного масла в значительной степени коррелирует с окраской семенной оболочки [Мищенко Л.Ю., 2001; Семенова Е.Ф., 2002, 2003].

Льняное масло является абсолютным чемпионом по содержанию альфа-линоленовой полиненасыщенной жирной кислоты (омега-3). По своей биологической ценности оно стоит на первом месте среди всех растительных масел. Уникальное лечебное свойство льняного масла позволяет использовать его для лечения и профилактики многих болезней: сахарного диабета, ожирения, при желудочно-кишечных заболеваниях и болезнях печени, воспалительных заболеваниях различных органов, болезнях кожи и др. [Гончарова Т.А., 1998; Мюррей М., 1999; Щукин С.А., 2003; Zimmerman D., 1988; Holman R.T., 1994].

Льняное масло необходимо также всем здоровым людям при высоких умственных и физических нагрузках, при работе на вредных производствах, при несбалансированном питании, студентам и школьникам для повышения успеваемости и переносимости учебных нагрузок, всем работающим с компьютером, а также подвергающимся воздействию различных излучений [Stitt P., 1986; Stitt P., 1994; Зубцов В.А., 2002; Прозоровская Н.Н., 2008].

Кроме того, чтобы человеческий организм функционировал нормально, ему необходимы лигнаны – фитохимические вещества (одна из групп полифенолов), приводящие к балансу процесс метаболизма. В результате длительного изучения ученые США пришли к выводу, что наиболее богатым источником растительных лигнанов является волокно льняного семени [Aldercreutz Н ., 1984; Мюррей М., 1999]. Льняное масло может проявлять сильные антиканцерогенные свойства, если оно содержит большой процент лигнанов. Работами Томпсона и других исследователей [1991] доказано, что в семенах льна содержится в сто раз больше лигнанов, чем в других растительных продуктах. Лигнаны имеют широкий диапазон воздействия на здоровье человека.

Кроме этого, семена льна содержат слизь – 5-12 %, белок – 18-33 %, углеводы – 12-26 %, органические кислоты, ферменты, витамины. Семена льна содержат значительное количество макро- и микроэлементов. Витамины представлены (в пересчете на сухое обезжиренное вещество, мг/100 г продукта): тиамином – 8,8; рибофлавином – 0,004; ниацином – 0,101; пантотеновой кислотой – 0,031 и холином – 4,9. Следовательно, льносемена обладают весьма широким диапазо-

ном оздоровительных эффектов. Современные медико-биологические исследования подтвердили эффективность применения полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) омега-3 и омега-6 для лечения и профилактики таких заболеваний, как инсульт, атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет и др. [Лисицин А.Н., 2000; Шведов И.В., 2003; Санин А.А., 2005; Петров А.С., 2007; Пономарева М.Л., 2010].

Высокое содержание слизей в оболочках семян льна с технологической точки зрения издавна считается крайне неудобным свойством. Из-за этого существенно сужаются рабочие диапазоны допустимых влажностей семян, позволяющие сохранять их сыпучесть при посеве, обмолоте и хранении [ГОСТ 10582–76; Льноводство..., 1976; Объедков М.Г., 1979].

В то же время семена льна и сырьё из них из-за большого количества слизиобразующих компонентов активно используются в медицине в качестве обволакивающего и слабительного средства. Кроме этого, считается, что слизи льна могут обладать умеренными радиопротекторными и иммунозащитными свойствами [Лекарственное..., 2004; Оленников Д.Н., Танхаева Л.М., 2007]. Помимо медицинских целей слизи льна иногда используются для получения пищевых стабилизаторов, гелеобразователей, пищевой клетчатки и как компонент жевательной резины [Cui S.W., 2001; Adugna W., 2007; Duguid S.D., 2009].

Состав и свойства слизиобразующих компонентов активно изучаются зарубежными исследователями [Warrant J., 2003; Warrant J., 2005]. Кроме того, в настоящее время проводятся исследования по количественной и качественной оценке слизей семян льна, для того чтобы использовать этот селекционно-генетический признак при выведении новых сортов льна масличного [Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., 2012].

Содержание белка в отходах льняного маслодельного производства по данным различных источников составляет от 25 до 54 %, поэтому он считается очень ценным концентрированным кормом для всех сельскохозяйственных животных. Льняной белок (линулин) обладает полным составом незаменимых для человеческого организма аминокислот. По мнению некоторых ученых, льняной белок мо-

жет вытеснить из продовольственной сферы соевый [Виноградов В.Ф., 2000; Стеблинин А.Н., 2001; Пащенко Л.П., 2003, 2004; Ущатовский И.В., 2006; Коломейченко В.В., 2007; Поляков А.В., 2009].

В практике кормления сельскохозяйственных животных льняной жмых признается одним из лучших. По содержанию незаменимых аминокислот и питательности он не уступает жмыхам подсолнечника и сои и при этом не содержит антипитательных веществ. При добавлении теплой воды он разбухает и образует слизь, состоящую из пектиновых веществ, это свойство делает его ценным в диетическом отношении. Питательные вещества льняного жмыха легко усваиваются животными, повышают удои коров и содержание в молоке жира. Льняной жмых пригоден в кормлении всех сельскохозяйственных животных [Северов В.И., 2002; Буряков Н., 2005; Пономарева М.Л., 2010; Лукомец и др., 2011, 2013]. В настоящее время льняные жмыхи вводятся в корма сельскохозяйственных животных в количестве 10 %, что не позволяет в полной мере реализовать заложенный в них потенциал нутрицевтиков [Барбашов А.В., 2005].

В небольших количествах для кормления птицы, крупного рогатого скота, а также для лошадей (особенно скаковых) применяются и непосредственно семена льна [Косов Н.П., 1952].

По обобщенным данным В.И Северова [2002] в среднем в 1 кг семян льна базисной влажности (10 %) содержится: кормовых единиц – 1,66-1,91, сухого вещества – 90 %, сырого протеина – 20,6-23 %, переваримого протеина – 173-184 г, сырого жира – 34,6-37,6 %, сырой клетчатки – 6,0-6,6 %, БЭВ – 22,3-24,3 %, золы – 3,1-4,1 %. Содержание питательных веществ в 1 кг льняного жмыха следующее: кормовых единиц – 1,27, обменной энергии для КРС – 11,7 МДж, свиней – 13,73 МДж, сухого вещества 900 г, сырого протеина – 287 г, сырого жира – 102 г, сырой клетчатки – 95 г, БЭВ – 305 г, сахара 35 г, лизина – 11,5 г, метионина+цистина – 9,1 г.

Стебли масличного льна содержат в среднем 12-18 % волокна. Оно используется для производства пульпы и бумаги из нее, а также производства нетканых материалов разного назначения и армирования конструкционных полимерных ма-

териалов для автомобильной, авиационной и других отраслей промышленности. Из волокна масличных льнов изготавливают грубые ткани, мешковину, брезент, шпагат, упаковочные и теплоизоляционные материалы. Из льняной костры прессованием получают строительные плиты [Федосова Н.М., 2005, 2006; Краснова Д.А., 2008].

1.2 Ботаническая характеристика и биологические особенности льна масличного

В мире известно более 200 видов льна (в том числе в нашей стране 45), но производственное значение имеет только один (*Linum usitatissimum* L.) из семейства льновые (*Linaceae*). Евразийский подвид льна культурного делится на три основные разновидности (кудряш (*v. brevimulticaulia*), межеумок (*v. intermedia*) и долгунец (*f. elengata*). Первые два возделываются в основном для получения маслосемян, а третий – на волокно и семена. Под общим названием масличный лен объединяют кудряш и межеумок [Живетин В.В., 2000].

Растения масличного льна межеумочного типа однолетние, одностебельные или ветвящиеся у основания, со множеством семенных коробочек. Листья у льна зеленые, ланцетовидной формы, без опушения, покрыты восковым налетом. Листорасположение очередное с различной густотой облиственности. Соцветие – зонтиковидная кисть. У масличных форм льна соцветия отличаются широким структурным разнообразием и относятся к цимоидному типу. Цветки обоеполые. Чашечка состоит из пяти заостренных чашелистиков. После цветения чашечка остается на плоде. Венчик составляет пять лепестков синей, голубой, белой или розовой окраски. По способу опыления лен масличный – факультативный самоопылитель. Плод – коробочка, состоящая из пяти гнезд, разделенных перегородками на 2 части, в каждой из них по 1 семени. При созревании коробочки не растрескиваются. Окраска семян чаще всего коричневая с различными оттенками, у белоцветковых – желтая. Семя льна плоской, яйцевидной формы. Корневая система льна стержневого типа, с длинными корневыми тяжами и мелкими разветвлениями. Основная масса корней располагается в верхнем (0-40 см) слое почвы.

Развивается корневая система в течение всей вегетации [Шиманович С.Ю., 1929; Эллады Е. В., 1940; Флора СССР..., 1949; Минкевич И. А., 1957; Жуковский П. М., 1971; Рыжеева О. И., 1973; Постников А. Н., 2010; Зеленцов С.В. и др., 2012; Muir A. D., Westcott W. D., 2003].

Межеумок и особенно кудряш являются растениями, сравнительно устойчивыми к высоким температурам и засухе. В связи с этим они выращиваются в основном в лесостепной и степной зонах нашей страны. Лен-кудряш имеет самый короткий (30-45 см) и сильно ветвящийся стебель (35-50 коробочек на 1 растении). Оптимальной для его возделывания является теплая солнечная погода с относительно засушливым летом (лесостепь и степь). У этой разновидности льна листья длиннее и шире, а цветки крупнее, чем у долгунца. Масса 1000 семян составляет около 8 г. Лен-межеумок по своему морфологическому строению занимает промежуточное положение между долгунцом и кудряшом. Стебель у него составляет 55-65 см, а количество коробочек на 1 растении 10-25 штук. Эта культура возделывается главным образом в лесостепи (Курская, Воронежская и Самарская области, Башкортостан и Татарстан), а также на Северном Кавказе и частично в Сибири [Коломейченко В.В, 2007] .

Лен масличный относится к ранним яровым культурам с коротким периодом вегетации, который при посеве в ранневесенние сроки от всходов до полного созревания составляет 80-90 суток [Зеленцов С.В. и др., 2014^а]. С учетом скороспелости культуры, в ФГБНУ ВНИИ масличных культур изучена возможность получения вторых поколений льна в течение одного полевого сезона, при их посеве в условиях центральной зоны Краснодарского края в летние (начало июня – начало июля) календарные сроки, что особенно важно для селекционной практики [Зеленцов С.В. и др., 2014^б].

Культурный лён *L. usitatissimum* относится к группе длиннодневных растений. Укороченный день замедляет темпы роста льна и влияет на высоту растений, но увеличивает ветвление и семенную продуктивность [Сизов И. А., 1958; Мошненко Е. В., Бондаренко И. С., 2011]. Короткий день сразу после всходов льна задерживает развитие растений, но не оказывает заметного влияния на их

высоту. Укороченный день в период от всходов до цветения льна задерживает цветение растений [Шаров И. Я., 1958].

У всех подвидов льна принято отмечать следующие фазы роста и развития растений: всходы, начало стеблевания («елочка»), бутонизация, цветение, плодобразование, созревание семян, полная спелость [Тоблер Ф., 1931; Синская Е.Н., 1954; Рыжеева О.И., 1967; Коломейченко В.В., 2007].

Первые две фазы характеризуются медленным ростом льна в высоту и быстрым ростом корневой системы. Самый важный период в развитии льна – период быстрого роста, который наступает после фазы «елочка» и продолжается в фазе бутонизации. В период быстрого роста стебель льна за сутки увеличивается в высоту на 1-5 см. С наступлением фазы цветения рост растений ослабевает, а по окончании цветения совершенно прекращается. Если в период интенсивного роста льна стоит невысокая среднесуточная температура воздуха (12-15°C) растения медленнее проходят световую стадию, а период интенсивного роста растягивается на более длительный срок. Если же в период быстрого роста стоит жаркая погода, световая стадия заканчивается рано, растения раньше зацветают и прекращают рост [Эзау К., 1980; Живетин В.В., Гинзбург Л.Н., 1995; Дьяков А.Б., 2006]. На кафедре растениеводства Донского агроуниверситета считают необходимым учитывать взаимосвязь фаз роста и развития растений льна с этапами органогенеза и формированием продуктивности [Алабушев В.А и др., 2001].

Для прорастания семена льна требуют около 140 % воды от собственной массы, то есть значительно меньше, чем многие другие культуры. Это объясняется наличием в них ослизняющего слоя, который поглощает из почвы воду и прочно ее удерживает. В первый период после появления всходов льна, потребность в воде у него сравнительно небольшая, и она резко возрастает в период интенсивного роста. Отсутствие осадков в это время задерживает рост растений и снижает урожайность соломки, но не оказывает решающего влияния на семенную продуктивность льна. Перед началом бутонизации, когда начинают закладываться цветочные бугорки, и в последующие 2-3 недели, то есть в период цветения и образования коробочек, у льна масличного проявляется наивысшая потребность в во-

де. Хорошая влагообеспеченность этого периода способствует получению высокого урожая семян. При недостатке влаги уменьшается ветвление, задерживается образование бутонов, сокращается фаза цветения, формируется небольшое количество коробочек с мелкими семенами пониженной масличности. В среднем за вегетацию на образование 100 кг семян лен затрачивает 80-100 т воды. В то же время лен не выносит избытка влаги и отрицательно реагирует на близкое залегание грунтовых вод. Обильные осадки в период созревания в сочетании с теплой погодой иногда приносят вред, так как вызывают дополнительное ветвление, образование новых бутонов и цветков, что усложняет уборку, просыхание валков и послеуборочную обработку семян [Гудинова Е.Н., 1973; Коломникова Г.Д., 1978; 1982; Наумчик Д.А., 2001; 2004].

Лен масличный – культура сравнительно холодостойкая, хотя и более требовательная к теплу, чем лен-долгунец. Вегетация различных сортов в зависимости от условий выращивания продолжается 70-110 дней. Сумма положительных температур за это время должна составлять 1600-1800°C. Семена льна прорастают при довольно низкой температуре (+5+6°C). При нормальном увлажнении и среднесуточной температуре на глубине посева семян +7+8°C всходы появляются на 6-7 день, при низких температурах этот период растягивается до 15 дней. Всходы могут переносить понижение температуры до минус 5°C. Понижение среднесуточной температуры в период налива ниже +12°C затягивает созревание, резко снижает поступление питательных веществ и образование масла. Резкие температурные колебания дня и ночи отрицательно сказываются на урожае [Семихненко П.Г., 1963; Буряков Ю.П., 1971; Школьник М.Я., 1974].

Масличный лен (межеумок и кудряш) считается менее требовательным к плодородию почвы по сравнению со льном-долгунцом. Лучшими для него считаются чистые от сорняков черноземы и каштановые почвы, структурные и достаточно хорошо обеспеченные питательными веществами. Тяжелые, глинистые и заболоченные, а также солонцеватые почвы не подходят для его возделывания. При сравнительно не высоком потреблении питательных веществ лен, так же, как и большинство растений более высокие урожаи дает на

плодородных почвах и при дополнительном внесении удобрений [Перегудов Н.И., 1954; Захаренко А.В., 1955; Исаков К.А., 1986; Панников В.Д., 1987; Ручка В.А., 2001; Кузнецова Г.Н., 2003; 2004; Виноградов Д.В., 2010].

На образование 100 кг семян с соответствующим количеством соломки лен масличный потребляет из почвы 5,0-6,5 кг азота, 1,0-1,5 кг фосфора и 4,0-5,5 кг калия. Питательные вещества из почвы лен наиболее интенсивно поглощает, когда усиленно растет и образует репродуктивные органы. В начале вегетации лен не предъявляет больших требований к азотному питанию, но с фазы «елочки» потребность льна в азоте увеличивается и достигает максимума во время цветения. Избыток азота удлиняет вегетационный период, вызывает полегание растений, снижает содержание масла в семенах, ведет к задержке образования бутонов и цветков, неравномерному созреванию и усложнению уборки урожая. В первый период жизни растения льна испытывают большую потребность в фосфоре, который способствует более быстрому созреванию льна, повышает урожай как волокна, так и семян, и улучшает качество продукции. Одним из важных элементов питания является калий. Он влияет на увеличение количества семян в коробочке, а также повышает качество волокна [Сафонов М.Д., 1954; Соловьев А.Я., 1989; Пивень В.Т., 2003; Сафина Н., 2011; Прудников В.А., 2014].

Лен чувствителен к микроудобрениям и, в первую очередь, к бору, недостаток которого отрицательно влияет на урожай семян и волокна. Особенно это сказывается на темноцветных почвах, известкованных, на фоне высоких доз минеральных удобрений в засушливую погоду. Поэтому многие исследователи считают необходимым применение под лен микроудобрений [Рухлядева Н.М., 1940; Ламбин А.З., 1952; Окунцов М.М., 1952; Пейве Я.В., 1952; Школьник М.Я., 1974; Голубкина Н.А., 2006].

1.3. Технология выращивания льна масличного в основных зонах его распространения

В отличие от льна-долгунца, технология возделывания которого, особенно уборки и переработки, достаточно сложная и требует специальной техники, тех-

нология возделывания льна масличного довольно проста и для нее используется такая же техника, что и для обычных зерновых культур [Живетин В.В., и др., 2000; Технологические аспекты..., 2010].

При созревании льна коробочки на растении не растрескиваются и не осыпаются, уборка после яровых колосовых позволяет рационально использовать уборочную технику. Высокая натура маслосемян дает возможность увеличить загрузку транспортных средств и площадей для подработки. Универсальность и многогранность использования дополняются экологической пластичностью, сравнительно невысокой требовательностью к условиям произрастания [Беляк В.Б. и др., 2003].

Короткий период вегетации льна, отсутствие общих патогенов с другими культурами делают его хорошим предшественником для большинства сельскохозяйственных культур. Также он является хорошей страховой культурой в случае гибели озимых. Льном можно насыщать до 30 % посевных площадей. Отсутствие в регионах нетрадиционного возделывания льна вредителей и болезней этой культуры позволяет не применять инсектициды и фунгициды, то есть возделывание экологически безопасно и малозатратно [Галкин Ф.М., Рябенко Л.Г., 2005].

Основой получения высоких и устойчивых урожаев льна масличного является правильно подобранный сорт. Любой сорт можно характеризовать как динамичную биологическую систему, способную реализовать потенциал генотипа при определенных экологических условиях [Гайнуллин Р.М., 2010; Пономарева М.Л., Краснова Д.А, 2010].

В настоящее время селекционная работа с культурой льна масличного проводится в нескольких научных учреждениях России (ФГБНУ ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта, ФГБНУ Сибирская опытная станция ВНИИМК, ФГБНУ ВНИИ льна и др.). В Государственный реестр селекционных достижений [2016] включено 27 сортов льна масличного, некоторые из них обладают достаточно высокой экологической пластичностью и допущены к использованию по трем и более регионам РФ. По Волго-Вятскому региону допущены к использова-

нию такие сорта как Абакус, ВНИИМК 620, Легур, Лирина, Небесный, Ручеек, Санрайс, Северный, Сокол, Флиз, Чибис и Янтарь.

За последние 3 года (2014-2016 гг.) были районированы 10 новых сортов льна масличного, что свидетельствует не только об успехах селекционеров, но и о росте популярности и востребованности этой культуры в сельскохозяйственном производстве.

Сорта льна масличного на госсортоучастках Свердловской области никогда не испытывались, поэтому нет официальных данных об уровне продуктивности льна на Среднем Урале. Достаточно высокая урожайность семян получена при испытании новых сортов в соседнем Пермском крае в 2014 году. Так, сорт Северный на Ординском сортоучастке сформировал урожайность семян 2,77 т/га, а у сорта Абакус на Березовском сортоучастке получено 3,18 т/га. Однако прохладная, с избыточным количеством осадков погода увеличила продолжительность вегетационного периода до 118-120 дней [Результаты сортоиспытания..., 2016].

По результатам экологического испытания льна-долгунца и льна масличного, проведенного в ФГБНУ «Уральский НИИСХ» в 2010-2011 гг. для Свердловской области выявлены перспективные сорта, такие как Коралл, Сокол, Северный, Легур, ЛМ 98 [Колотов А.П., 2010, 2011^а, 2011^б].

Лен масличный до последнего времени рекомендовалось выращивать в южной лесостепной и частично в степной зонах. Правильное размещение и соблюдение севооборота является одним из важнейших условий получения высоких урожаев льна масличного. Эта культура требует чистых полей, так как в начальный период лен растет медленно и может сильно угнетаться сорняками. По данным Сибирской опытной станции ВНИИМК, при наличии на одном квадратном метре 15-20 шт. двудольных сорняков или 30-50 шт. злаковых (просовидных) урожайность семян льна может снижаться на 30-40 %. [Рекомендации..., 2011].

У льна относительно слабо развитая корневая система, поэтому лучшими предшественниками для него являются культуры, которые оставляют после себя в почве большое количество питательных веществ в легкоусвояемой форме. Лучшим предшественником для льна является пласт многолетних трав, распаханый

после первого укоса с последующей обработкой по типу полупара. К числу хороших предшественников относятся озимые хлеба, зернобобовые, кукуруза и другие пропашные культуры. В засушливые годы проявляется преимущество чистого пара, особенно если применяется припосевное внесение суперфосфата. Хорошие результаты получают при посеве льна масличного по залежи, но в этом случае необходимо предусмотреть обязательное внесение гербицидов [Геворкянц С.А., 1946; Минкевич И.А., 1955; Малакотина С.М., 1956; Мелешкевич И.С., 1958; Беляк В.Б., 1999].

Установлено, что в засушливых условиях Северного Кавказа из-за низкой влагообеспеченности посевов, размещенных по пласту многолетних бобовых трав, лён масличный следует размещать по обороту пласта многолетних трав, потому что многолетние травы сильно иссушают почву и способствуют засорению посевов пыреем ползучим [Новожилов Н.П., 1986].

Ряд исследователей считают, что в районах с неустойчивым увлажнением наиболее эффективно размещать лён после озимой пшеницы, идущей после пара, из-за лучшей влагообеспеченности почвы. Такое размещение позволяет избежать посева озимой пшеницы по озимой пшенице, снизить вероятность поражения посевов озимой пшеницы второго года корневыми гнилями и другими патогенами, так как лён является лучшим предшественником озимой пшеницы, чем сама озимая пшеница вследствие того, что его корневые выделения подавляют развитие ряда патогенных грибов [Коломникова Г.Д., 1982; Руденко В.И., 1988; Жученко А.А., 2000; Лошкомойников И.А., 2000; Ручка В.А., 2001].

В свою очередь, лён является хорошим предшественником для большинства сельскохозяйственных культур, но после него не рекомендуется размещать капустные культуры, т.к. они повреждаются общими для них болезнями и вредителями. Возвращать лён на прежнее поле следует не ранее, чем через 6-7 лет. Ученые ВНИИ масличных культур, считают, что лён масличный можно успешно использовать и как покровную культуру [Игнатъев Б.К., 1940; Галкин Ф.М., 2008].

Основная обработка почвы под лён может быть отвальной и безотвальной – в зависимости от природно-климатических условий, в любом случае она должна

способствовать созданию оптимальных агрофизических условий, улучшению пищевого режима и фитосанитарного состояния почвы. Считается, что обработка почвы почти не отличается для всех трех разновидностей льна (долгунец, межеумок, кудряш). Традиционная обработка почвы состоит из лущения стерни и зяблевой вспашки. Ранне-осенняя вспашка зяби и пласта многолетних трав повышает урожай льна и его качество. При полупаровой системе делается осенняя вспашка и несколько культиваций для борьбы с сорняками. Лущение обычно проводится сразу же после уборки предшественников, так как при этом провоцируется прорастание сорняков, которые затем запахиваются. Если поля засорены преимущественно однолетними видами, то для обработки на глубину 6-8 см применяются дисковые лущильники (ЛДГ-10 и др.). Если же поля засорены в основном корнеотпрысковыми сорняками, делается обработка почвы лемешными плугами-лущильниками ППЛ-10-25, а при большом распространении пырея – тяжелыми дисковыми боронами БДТ-3,0 или БДТ 7,0 в два следа. При размещении льна после многолетних трав вначале пласт обрабатывается тяжелой дисковой бороной БДТ-3,0 (БДТ-7, БД-10, DXG и др.), а затем делается вспашка плугами с предплужниками на глубину 20-22 см [Галкин Ф.М., 2008; Рекомендации..., 2011].

Если предшественник убирается рано, то почва чаще обрабатывается по типу полупара, при этом вначале делается вспашка плугами с предплужниками на глубину пахотного слоя. До начала заморозков рекомендуется сделать 2-3 культивации на глубину 10-14 см по диагонали к направлению вспашки. Эта работа обычно выполняется культиваторами КПС-4 с пружинными лапами в агрегате с боронами. Последняя обработка делается примерно за две недели до заморозков на глубину 8-10 см, при этом используются те же культиваторы со стрельчатыми лапами и без борон. Глубину обработки определяют в каждом конкретном случае с учетом типа почвы, ее гранулометрического состава и степени уплотнения. При большом распространении пырея приходится дополнительно применять гербициды, которые заделываются боронами или культиваторами во время первой обработки полупара. Вспаханный осенью пласт многолетних трав обрабатывается весной культиваторами со стрельчатыми лапами. При весенней обработке почвы

большое внимание должно уделяться сохранению влаги, рыхлению и созданию мелкокомковатого посевного слоя и выравниванию почвы. Это повышает качество и равномерность посева, способствует дружному появлению всходов и одновременному прохождению фаз вегетации растений. Обычно весной зябь боронится (супесчаные и легкосуглинистые почвы) или культивируется (тяжелосуглинистые и увлажненные). Предпосевная подготовка супесчаных почв осуществляется тяжелыми зубowymi боронами, легких и средних суглинков – игольчатой (БИГ-3А) и пружинной (БП-8) боронами, тяжелых суглинков и глинистых – культиваторами на глубину 5-7 см. Если поля не засорены пыреем, то предпосевную обработку почвы можно проводить комбинированными агрегатами (РВК-3,6; ВПН-5,6; КНК-6; «Лидер-4» и др.). Предпосевную культивацию можно совмещать с внесением почвенных гербицидов (трефлан, нитран и др.) [Галкин Ф.М., 2008; Рекомендации..., 2011].

Непосредственно перед посевом все поля, кроме сильно увлажненных и тяжелых почв, прикатываются катками [Сафонов М.Д., 1954; Миронов В.Г., 1958]. На легко заплывающих почвах прикатывание применять не следует, так как оно может способствовать образованию почвенной корки [Товстановская Т.Г., 2000].

При разработке системы удобрений льна следует иметь в виду, что усвояющая способность его корневой системы слабая, а чувствительность к большой концентрации почвенного раствора высокая. Кроме того, у него сравнительно короткий период вегетации. Система удобрений в севообороте с масличным льном разрабатывается исходя из необходимости полного обеспечения культуры элементами питания с учетом их содержания в почве и коэффициента использования вносимых удобрений.

При расчете доз минеральных удобрений очень важно учитывать агрохимические показатели почвы, степень ее плодородия, окультуренность, запланированный урожай и другие факторы. На плодородных почвах непосредственно под лен не рекомендуется вносить минеральные удобрения, можно ограничиться только подкормками по мере необходимости.

Очень негативно на посевах льна отражается неравномерное распределение удобрений в почве, так как это приводит к пестроте стеблестоя, различной высоте и ветвистости растений, а также к растянутости созревания [Коломейченко В.В., 2007].

Значительное повышение урожайности масличного льна отмечается при внесении органических (навоз 20 т/га) и минеральных ($N_{30}P_{45}K_{40}$) удобрений. Фосфорно-калийные удобрения лучше применять под зяблевую вспашку, а азотные – под предпосевную культивацию. При посеве рекомендуется вносить в рядки небольшую дозу суперфосфата или нитрофоски (P_{15-20}), за счет чего урожайность маслосемян повышается на 0,3 т/га. На легких почвах, которые часто бедны по содержанию органического вещества, в качестве сидератов можно использовать люпин, сераделлу, вику и рапс, которые выращиваются при пожнивных посевах. Хорошее действие на повышение урожая и качество семян оказывают микроэлементы. По данным Сибирской опытной станции ВНИИМК обработка семян 0,5 %-ным раствором сернокислого марганца и борной кислоты за 3-5 дней до посева увеличивает урожайность семян на 0,23-0,28 т/га и предотвращает риск заболеваний растений [Рекомендации..., 2011].

В производстве рекомендуется использовать высококачественные семена лучших районированных сортов и по посевным качествам они должны отвечать требованиям ГОСТ Р 52325 – 2005. Особое внимание следует обращать на повилику и другие злостные сорняки, так как в этом случае семена запрещается использовать на посев. Считается, что семена должны быть полновесными, выровненными, блестящими и жирными на ощупь, а также здоровыми. Для повышения энергии прорастания и полевой всхожести за 10-15 дней их подвергают воздушно-тепловому обогреву. Этот агроприем продолжается 5-7 дней на открытых площадках или 8-10 дней в хорошо проветриваемых помещениях. Кондиционные по влажности семена целесообразно протравливать от болезней за 2-6 месяцев до посева разрешенными препаратами (фундазол, витавакс, ТМТД, раксил и др.). Некоторые из них не только защищают лен от болезней, но и предохраняют всходы от льняной блошки, с которой обычно приходится бороться на посевах.

Более качественное протравливание получается, если применяется увлажнение (3-5 л воды на 1 т семян) или пленкообразующие вещества. Вместе с протравливанием можно обрабатывать семена также различными микроудобрениями (борная кислота, сульфат меди, молибденовокислый аммоний, серноокислый цинк и др.) [Рекомендации..., 2011].

Оптимальным сроком посева считается температура почвы +7-8°C на глубине 10 см. При ранних сроках растения более эффективно используют почвенную влагу, меньше поражаются грибными болезнями и повреждаются вредителями, за счет чего повышается урожай волокна и его качество. При очень раннем посеве в сырую и плохо разделанную почву значительная часть семян может испортиться, а появившиеся всходы часто попадают под заморозки. Правильный выбор срока посева – одно из условий получения высокой урожайности. Об этом свидетельствуют результаты многих исследований, проведенных в различных регионах [Бородин И.В., 1956; Бунтуш Т.А., 1970; Справочник..., 1987; Рекомендации..., 2011].

В зависимости от срока посева рост и развитие льняного растения проходят при различном уровне обеспеченности влагой, теплом и светом. Сроки посева льна необходимо увязывать с особенностями биологии этой культуры и сортов, а также почвенно-климатическими условиями района возделывания. Высевать лен следует в такое время, чтобы как можно больший период вегетации растений проходил в наиболее благоприятных условиях погоды. При раннем сроке посева рост растений льна первое время проходит при относительно низкой температуре воздуха, затем она постепенно повышается и после наступления фазы цветения достигает максимума.

Исследованиями И.Ш. Фатыхова и др. [2014] , установлено, что при посеве в возможно ранний срок и в течение 5 суток от возможно раннего формируется наибольшая урожайность семян – 10,6-10,7 ц/га за счет увеличения на 4-9 % их полевой всхожести, на 29-92 шт./м² густоты стояния растений к уборке и на 0,5-1,5 шт. коробочек на растении в сравнении с аналогичными показателями в остальных вариантах опыта.

В опытах А.П. Колотова [2012^а, 2012^д, 2013^а] выявлена закономерность увеличения продолжительности периода от зеленой до полной спелости растений при более поздних сроках посева. Кроме этого, растения формируются более высокорослые, что создает угрозу их полегания. Общая продолжительность вегетационного периода не сокращается и растения просто не успевают сформировать полноценные семена. Для средне- и позднеспелых сортов льна масличного в условиях Свердловской области возможны только самые ранние сроки посева.

Однако не рекомендуется высевать лен слишком рано, когда теплая погода еще недостаточно установилась и сохраняется возможность сильных и продолжительных заморозков, а состояние почвы не позволяет хорошо ее обработать. В холодной, плохо обработанной и мало аэрируемой почве, семена долго не прорастают, появление всходов растягивается, а сами всходы получаются ослабленными. Часть семян при этом поражается болезнями и гибнет. Поэтому семена льна следует высевать в оптимально ранние сроки в достаточно прогретую почву. Под ранним сроком посева понимают не календарную дату, а время, когда почва готова для обработки и прогрета на глубине 10 см от поверхности до +7 -8°C, а ее влажность составляет 40-60 % от полной влагоемкости. Обычно такие условия наступают во второй пятидневке от начала массового посева ранних яровых культур: на легких почвах – в начале, на тяжелых – к концу ее. Преимущество раннего срока посева льна обусловлено, прежде всего, хорошими условиями увлажнения почвы, при поздних сроках посева растения часто испытывают влияние почвенной засухи. Кроме того, растения раннего срока посева успевают подрасти и окрепнуть до массового появления вредителей, особенно льняной блошки, которая сильно вредит молодым всходам льна [Лен-долгунец..., 2004].

В то же время по данным Сибирской опытной станции, оптимальным сроком является конец второй декады мая, когда почва прогрета до +8-10°C на глубину заделки семян. К этому времени появляются всходы ранних однолетних сорняков (гречишка выюнковая и развесистая, горчица полевая и др.). При прогреве почвы до +10-12°C появляются массовые всходы поздних яровых сорняков, таких как щирица обыкновенная, куриное просо, марь белая и др. При таком сро-

ке посева, при своевременном и качественном проведении предпосевной культивации уничтожается до 90 % сорняков, обеспечиваются дружные всходы семян льна масличного и ускоренное развитие растений. В годы, отличающиеся малым запасом влаги, накопленной в почве за зимне-весенний период, и с засушливым характером весны приступать к посеву следует несколько раньше, в таких условиях оттягивание сроков посева может привести к иссушению верхнего слоя почвы, что повлечет за собой недружные всходы и изреженность посевов. Для посева масличного льна можно использовать обычные зерновые сеялки, проводится эта работа вслед за ранними яровыми культурами. В производстве лен масличный высевают рядовым (с шириной междурядий 15 см) и узкорядным (7,5 см) способом сеялками СЗ-3,6А-02; СЗТ-3,6А; СЗП-3,6Б; СЗЛ-3,6 и пневматическими зерно-травяными сеялками ДТ; ДГ и др. Независимо от марки сеялок, они должны обеспечить высев заданного количества семян на единицу площади, равномерное их распределение в рядке и по глубине [Рекомендации..., 2011].

В системе агротехнических мероприятий, направленных на выращивание высокоурожайного, неполегаемого стеблестоя льна, пригодного к механизированной уборке, норма высева занимает ведущее место [Абрамов Н.Г., 1972].

Норма высева определяет площадь питания растений, их освещенность, обеспеченность влагой и питательными веществами. Оптимальна такая площадь питания, при которой достигается максимальная продуктивность не отдельного растения, а всего посева. Поэтому выбор площади питания растений – один из наиболее важных, коренных вопросов возделывания любой сельскохозяйственной культуры. Норма высева должна учитывать особенности сортов, почвенные и погодные условия [Льноводство..., 1967; Справочник..., 1987; Растениеводство..., 1997; Рекомендации..., 2011].

Давно уже отмечено, что при увеличении или уменьшении площади питания могут резко изменяться морфологические признаки растений. Увеличение густоты стояния растений обычно заметно сказывается на их высоте. До известных пределов она увеличивается, а затем, когда загущение становится особенно большим, темп роста растений снижается. Изменение высоты растений в зависимости

от площади питания определяется, в основном, условиями освещения. Толщина стебля растений и, следовательно, его устойчивость к полеганию, возрастает с увеличением площади питания [Синягин И.И., 1975].

По мнению Г.С. Посыпанова и Т.П. Кобозевой [1994], актуальность вопроса создания оптимальной густоты посева объясняется тем, что факторы, определяющие величину урожайности, постоянно меняются. Количественная норма высева семян зависит от морфологии растений, цели возделывания, биологических особенностей сорта, экологических условий зоны, способа посева.

Для правильного выбора нормы высева культуры, сорта необходимо определить, к какой группе видов по морфологии, габитусу относится эта культура, и только после этого устанавливать диапазон допустимых норм высева. В научной литературе имеются сведения, что у разных сортов одной культуры, возделываемых в одних и тех же условиях, норма высева может изменяться в 1,5-2,0 раза. Для обеспечения оптимальной плотности продуктивного стеблестоя норма высева должна быть скорректирована с учетом большого числа варьирующих факторов: срока, способа посева, засоренности почвы, качества семян, подготовки почвы, метеорологических условий, рельефа, степени интенсификации и культуры земледелия, сорта и др. [Растениеводство..., 1997].

В опытах Ивановской ГСХА на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве установлено, что наиболее высокая урожайность семян на фоне без внесения удобрений в среднем за три года получена при норме высева 10-12 млн шт./га семян. При более низких (6-8 млн шт./га) или высокой (14 млн шт./га) нормах высева урожайность снижалась на 14,1-22,2 %. С загущением посевов уменьшалось количество коробочек и семян на одном растении, масса 1000 семян, но практически не изменялось количество семян в коробочке [Морозов И.В., 2001].

Норма высева зависит также от гранулометрического состава почвы. На более тяжелых по гранулометрическому составу почвах ее нужно увеличивать на 10-15 %. Такие почвы легко заплывают после дождей и часто образуют на поверхности корку, из-за которой снижается всхожесть льна [Справочник..., 1987].

Таким образом, норму высева льна необходимо устанавливать опытным путем для каждой зоны. Для разных сортов норма высева неодинаковая, поэтому по мере появления новых сортов, включенных в Государственный реестр, следует уточнять вновь и нормы высева.

Для лесостепной зоны оптимальной нормой высева льна масличного считается 8 млн всхожих семян на 1 га, что в весовом отношении с учетом хозяйственной годности и массы 1000 семян составляет 55-65 кг/га. Близкие результаты получены в опытах А.П. Колотова [2012^б, 2012^в, 2012^д], проведенных в условиях Среднего Урала, где лучшей оказалась норма высева 8-9 млн шт./га.

Величина оптимальной глубины заделки семян зависит от температуры, увлажненности и типа почвы. Во влажную почву семена льна лучше высевать на глубину 3-4 см, к таким же выводам пришла К. В Корепанова [2016] в результате проведения исследований на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Среднего Предуралья. Однако на тяжелых по гранулометрическому составу почвах семена льна рекомендуется заделывать не более, чем на 2-3 см [Колотов А.П., 2012^г; Колотов А.П., 2013^д; Колотов А.П., Синякова О.В., 2013^д]. Заглубление семян сверх нормы возможно при высыхании верхнего слоя и должно сопровождаться увеличением нормы высева, так как это снижает полевую всхожесть и выживаемость льна масличного.

Если условия благоприятны, то всходы льна масличного обычно появляются через 5-6 дней после посева. Иногда после дождей образуется корка, которая задерживает появление всходов. Для ее разрушения следует использовать легкие посевные, ротационные или сетчатые бороны, а также кольчато-шпоровые катки. В зависимости от состояния почвы, качества разделки верхнего слоя, степени ее окультуренности, а также вследствие неблагоприятных абиотических факторов (образование почвенной корки) полевая всхожесть может снижаться на 25-50 %. В результате формируются посевы с недостаточной густотой стояния растений.

Вопросы защиты растений льна достаточно полно изложены в работах Г.П. Васьковского [1978], С.Ф. Тихвинского [1978], П.М. Лазаускаса [1980], Г.И. Баздырева [1987], Н.Е. Воробьева [1988], М.С. Раскина [1995], В.А. Кудрявцева

[2002]. Большое внимание должно уделяться борьбе с сорняками, так как они снижают урожайность и качество. На посевах льна могут быть распространены яровые (редька дикая, марь белая, пикульник, горец вьюнковый, плевел льняной, торица льняная, подмаренник цепкий и др.), зимующие (василек синий, ромашка непахучая, ярутка полевая и др.) и многолетние сорняки (пырей ползучий, осот розовый, осот желтый и др.).

Основными мерами борьбы считаются агротехнические (хорошие предшественники, полупаровая обработка почвы, хорошо очищенные семена и др.). Если же этими способами от них не удастся полностью избавиться, то могут также применяться разрешенные гербициды (базагран, в.р., корсар, в.р.к., магнум, в.д.г., гербитокс-л, в.р.к., фюзилад форте, к.э. и др.) [Справочник пестицидов..., 2007]. При этом посевы обычно обрабатываются в фазе «елочки», когда высота растений составляет от 5 до 15 см, и листочки еще покрыты восковым налетом, что помогает легко с них скатываться крупным каплям препарата. Химическая борьба с сорняками может совмещаться с некорневой подкормкой азотными и микроудобрениями. Лен масличный сравнительно слабо поражается болезнями и вредителями. Из болезней опасны фузариоз, антракноз, полиспороз и пасмо. Все районированные сорта льна устойчивы к фузариозу. Определенную опасность для посевов представляют также вредители (льняная блошка, льняной трипс, льняная плодожорка, совка-гамма и др.), которые снижают урожай и его качество. Для борьбы с болезнями и вредителями рекомендуется высевать устойчивые сорта, протравливать семена (ТМТД, с.в.к., винцит, с.к, агросил, с.п. и др.) и строго соблюдать все агротехнические требования (чередование культур, ранний посев, уничтожение остатков льна на поле и др.), а также применять разрешенные химические препараты во время вегетации (фундазол, с.п., абига-пик, в.с., каратэ зеон, м.к.с. и др.) [Лен. Технология..., 2012].

Сроки проведения уборочных работ определяют, прежде всего, по спелости семян. Большинство сортов льна масличного созревает неравномерно. При полном созревании семян влажность стеблей может составлять 40 % и более. Поэтому прямым комбайнированием уборка затруднена из-за наматывания влажных

стеблей на вращающиеся части комбайна. Раздельным способом можно раньше убрать урожай и получить более качественные семена при меньших затратах труда и средств на их послеуборочную обработку по сравнению с прямым комбайнированием. К скашиванию приступают при созревании в массиве 50-75 % коробочек. Влажность семян в этот период составляет 10-12 %, коробочек 15-20, стеблей – более 40 %. Для ускорения уборки иногда применяется предуборочная десикация посевов. Подсушивание десикантами растений еще на корню дает возможность отказаться от полевой сушки и дозревания растений в снопах. Эта операция делается в фазе ранней спелости. А.В. Зеленцов [2014⁶] считает, что к десикации посевов льна масличного нужно подходить внимательно, к тому же перечень разрешенных к применению на территории России десикантов состоит только из глифосатсодержащих соединений и рекомендован только для льна-долгунца [Государственный каталог..., 2014].

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

К подбору и обмолоту валков приступают, когда они просохнут, а влажность семян снизится до 12 %. При обмолоте непросохших валков наблюдаются большие потери семян от недомолота и наматывания стеблей на вращающиеся части комбайна. Снижение влажности семян до 8-10 % приводит к увеличению их травмирования. Перед обмолотом тщательно проверяют герметизацию комбайнов и устраняют источники утечки семян, так как они теряются через незначительные неплотности. Намолоченный ворох льна сразу следует подвергать предваритель-

ной очистке, так как в нем могут содержаться влажные растительные остатки, которые вызывают самосогревание вороха и порчу семян, для этого используют машины типа ОВП-20А. Окончательную очистку семян следует проводить на семяочистительных машинах МС-4,5; СМ-4; «Петкус-Гигант», К-531/1, «Петкус-Селектра» К-218, оснащенных набором соответствующих решет и триерных цилиндров. Для отделения крупных примесей используют решета с продолговатыми отверстиями шириной 1,5-1,7 мм, а мелких примесей – с круглыми отверстиями диаметром 2-2,2 мм [Справочник..., 1987; Рекомендации..., 2011].

В результате проведенного анализа научной литературы по льну масличному можно сделать выводы, что эта культура представляет интерес для Среднего Урала. Технология его возделывания в традиционных регионах распространения достаточно хорошо изучена, хотя имеется много не решенных вопросов. Для Свердловской же области необходимо изучить основные элементы технологии, включая выбор сорта, нормы высева, глубину посева и сроки уборки посевов льна масличного.

Глава 2 Программа, методика и условия проведения исследований

2.1. Программа исследований

Для достижения цели и решения поставленных задач исследований в 2013-2015 годах проведены полевые опыты по изучению продуктивности сортов и новых селекционных линий льна масличного, а также норм высева, глубины посева семян и сроков уборки (скашивания) травостоя. Объектом исследований являлись 2 сорта и 4 линии отечественной селекции, выделившихся по урожайности из 38 сортообразцов различного географического происхождения, изученных в ФГБНУ «Уральский НИИСХ» в 2010-2012 гг.

Всего проведено 4 полевых опыта.

Опыт 1. Полевой однофакторный. Изучение продуктивности сортов и новых селекционных линий масличного льна.

1. ЛМ 98; 2. Северный (контроль); 3. с.л. 3846; 4. с.л. 3893; 5. с.л. 3813; 6. с.л. 3850 (Уральский)

Площадь учетной делянки 15 м², повторность четырехкратная, расположение делянок систематическое в 2 яруса. Посев во второй декаде мая селекционной сеялкой СКС-6-10, норма высева – 9 млн всх. семян на 1 га.

Опыт 2. Полевой двухфакторный. Влияние сорта и нормы высева на урожайность льна масличного.

Фактор А – сорт льна масличного: 1. Северный (контроль); 2. с.л. 3893

Фактор В – норма высева: 1. 6 млн всх. семян на 1 га; 2. 7 млн всх. семян на 1 га; 3. 8 млн всх. семян на 1 га; 4. 9 млн всх. семян на 1 га; 5. 10 млн всх. семян на 1 га.

Площадь учетной делянки 15 м², повторность четырехкратная, расположение методом расщепленных делянок, систематическое в 2 яруса. Посев во второй декаде мая селекционной сеялкой СКС-6-10.

Опыт 3. Вегетационно-полевой двухфакторный. Изучение глубины посева семян льна масличного.

Фактор А – сорт льна масличного: 1. Северный (контроль); 2. с.л. 3893

Фактор В – глубина посева: 1 см, 2 см, 3 см, 4 см, 5 см.

Вегетационно-полевой опыт проводится в пластиковых сосудах без дна размером 25x25x25 см. В сосуды набивали 18-19 кг почвы, которая бралась с участка, где размещались полевые опыты. Повторность четырехкратная, размещение сосудов – рендомизированное. Число высеваемых семян рассчитывали, исходя из нормы посева 9 млн всх. семян на 1 га и площади сосуда. В каждый сосуд высевалось по 57-63 семени льна масличного, в зависимости от их всхожести.

Опыт 4. Микрополевой. Изучение сроков уборки льна масличного.

Схема опыта:

1. Скашивание в фазу ранней желтой спелости
2. Скашивание через 5 дней после первого срока
3. Скашивание через 10 дней после первого срока
4. Скашивание через 15 дней после первого срока
5. Скашивание через 20 дней после первого срока

Опыт закладывался на посевах перспективной селекционной линии 3850 (Уральский), в шестикратной повторности, площадь делянки 1 м², размещение вариантов рендомизированное в 3 яруса. После скашивания растения подсыхали в естественных условиях в течение 4-7 дней и затем обмолачивались.

2.2 Наблюдения, анализы и учеты

Наблюдения и оценка образцов льна масличного по морфологическим, хозяйственно-ценным признакам, учеты и наблюдения в полевых опытах, а также математическая обработка результатов исследований выполнены в соответствии с «Методическими указаниями по изучению коллекции льна вида *L. Usitatissimum*» [1989], Методикой проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами [2010] и Методикой полевого опыта [Доспехов Б.А., 2011]. Биоэнергетическая оценка выращивания льна масличного сделана с использованием опубликованных методик и рекомендаций [Абрамов Н.В., Селюкова Г.П., 2000; Методология и методика..., 2007; Методические рекомендации..., 2007].

В полевых и вегетационно-полевых опытах проведены следующие наблюдения и учеты:

1. Определение посевных качеств семян перед закладкой опытов (масса 1000 семян, чистота, энергия прорастания и всхожесть).
2. Определение агрохимических показателей пахотного слоя почвы (рН, гумус, Нг, S, содержание легкогидролизуемого азота и подвижных форм фосфора и калия).
3. Учет полевой всхожести и выживаемости за вегетацию (на фиксированных площадках).
4. Фенологические наблюдения (отмечаются даты полных всходов, «ёлочки», бутонизации и цветения, зеленой, ранней желтой, желтой и полной спелости семян; полное наступление фазы отмечается, если она наблюдается у 70 % растений; фенологические наблюдения проводятся не реже одного раза в неделю, после начала бутонизации – два раза в неделю).
5. Измерение прироста растений в высоту.
6. Динамика накопления зеленой массы и сухого вещества.
7. Учет урожайности семян с пересчетом на стандартную влажность и 100 % чистоту.
8. Учет урожайности соломы.
9. Определение структуры урожая (число растений и продуктивных стеблей на 1 м², число коробочек на растении, число и масса семян с одного растения, масса 1000 семян).
10. Биохимический анализ семян (содержание сырого протеина, жира, клетчатки, золы, калия, фосфора и кальция).

Характеристика реестровых сортов льна масличного, изучаемых в опытах:

Северный. Сорт выведен на Сибирской опытной станции ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта методом многократного индивидуального отбора из гибридной популяции от скрещивания линии из коллекционного образца ВИР (Марокко К-1994) на селекционную линию №157. Сорт раннеспелый,

вегетационный период составляет 77-83 дня. Высота растений – 50-65 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, внутрикоробочные перегородки с ресничками. Семена коричневые, яйцевидной формы с заостренным носиком. Урожайность семян – 2,0-2,3 т/га, масличность семян – 49-50 %, йодное число масла – 183 ед. Масса 1000 семян – 7,9-8,1 г. Созревает дружно. Сорт устойчив к фузариозу, полеганию и осыпанию. Пригоден к механизированной уборке. Предназначен для получения высококачественного технического масла и короткого волокна.

Включен в Госреестр возделываемых сортов по Нижневолжскому, Уральскому, Западно-Сибирскому, Восточно-Сибирскому регионам с 1994 года.

ЛМ 98. Сорт создан в ГНУ ВНИИ льна методом гибридизации с последующим многократным индивидуальным отбором. Включен в Госреестр возделываемых сортов с 2006 года.

Сорт позднеспелый, устойчив к полеганию и ржавчине. Урожайность семян в условиях Торжокского района Тверской области составил 12,5 ц/га, что на 25 % выше стандарта, выход масла 40 %. Характеризуется оптимальным для медицинского использования соотношением жирных кислот. Обладает маркерным признаком: желтая окраска семян.

Семена льна и почва опытных участков анализировались в аккредитованных лабораториях ФГБНУ «Уральский НИИСХ» и ФГБНУ «Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт» по общепринятым методам:

- влажность семян по ГОСТ 27548-97 (гравиметрический метод);
- азот общий по ГОСТ 13496.4-93 (метод Кьельдаля);
- сырой протеин по ГОСТ 51417-99;
- сырая зола по ГОСТ 26226-95 (гравиметрический метод);
- сырая клетчатка по ГОСТ 13496.2-91 (метод удаления из продукта кислото-щелочерастворимых веществ);
- сырой жир по ГОСТ 13496.15-97 (метод экстракции);

- кальций по ГОСТ 26570-95 (титриметрический метод);
- фосфор по ГОСТ 26657-97 (фотометрический метод);
- калий по ГОСТ 30504-97 (пламенно-фотометрический метод);
- содержание гумуса по ГОСТ 2613-91 (фотометрический метод);
- рН по ГОСТ 26483-85 (потенциометрическое измерение активности водородных ионов);
- гидrolитическая кислотность по ГОСТ 26212-91 (потенциометрическое измерение активности водородных ионов);
- сумма обменных оснований по ГОСТ 27821-88 (титриметрический метод);
- легкогидролизуемый азот в соответствии с МУ по определению щелочно-гидролизуемого азота в почве (титриметрический метод);
- подвижный фосфор по ГОСТ 26207-91 (фотометрический метод);
- подвижный калий по ГОСТ 26207-91 (пламенно-фотометрический метод);

Масличность и жирнокислотный состав семян нескольких образцов льна масличного определены в лаборатории ВНИИ масличных культур и чешской компании «Agritec» с использованием ЯМР-анализатора и ИК-анализатора MATRX-1.

2.3 Почвенно-климатические условия Среднего Урала

Свердловская область (Средний Урал) расположена в умеренных широтах Российской Федерации, между 56° и 62° с.ш. Суммарная солнечная радиация составляет от 80 до 95 ккал на 1 кв. см в год. Годовой радиационный баланс положителен и находится в пределах 27-32 ккал на 1 кв. см (33 % суммарной радиации). В период с ноября по март радиационный баланс отрицателен в связи с сокращением притока солнечной радиации и увеличением ее отражения снегом. С изменением радиационного баланса связан термический режим. На температуру воздуха также оказывают влияние воздушные массы, приносящие тепло или холод, рельеф, особенности подстилающей поверхности.

Климат Среднего Урала в значительной степени определяется влиянием Уральского горного хребта. Он вытянут в меридиональном направлении и, не-

смотря на сравнительно небольшие высоты, является преградой на пути воздушных потоков с Атлантического океана, содержащих влагу. Это обуславливает сильное увлажнение вегетационного и зимнего периодов в предгорной и горной частях Урала. В Зауралье увлажнение неустойчивое. Особенностью климата данной территории также является открытость для сухих юго-восточных ветров, несущих в весенне-летний период засуху. Северные ветра с Карского моря служат причиной поздних весенних и ранних осенних заморозков. В среднем за год в Предуралье выпадает 535 мм осадков, тогда как в Зауралье лишь 449 мм. Для климата Среднего Урала свойственна резко выраженная континентальность. Среднегодовая температура воздуха составляет в г. Екатеринбурге (центральная часть области) $+0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, в г. Красноуфимске (юго-западная часть области) $+1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наиболее холодным месяцем года является январь, температура воздуха которого в среднем составляет в г. Екатеринбурге $-16,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, в г. Красноуфимске $-16,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Самый теплый месяц года – июль. Средняя температура воздуха этого месяца, по сведениям метеостанций составляет $+17,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ [Агроклиматические ресурсы..., 1978].

Продолжительность вегетационного периода в Свердловской области составляет 155-162 суток, за это время выпадает 230-270 мм осадков. Период активной вегетации ($>10\text{ }^{\circ}\text{C}$) составляет 105-120 суток с суммой положительных температур 1600-1810 $^{\circ}\text{C}$. Этого количества тепла и влаги достаточно для получения высоких урожаев большинства возделываемых здесь сельскохозяйственных культур. При соблюдении основных технологических требований озимые зерновые культуры способны формировать урожайность зерна 6-7 т/га, яровые ячмень и пшеница – 5-6 т/га, картофель – 30-40 т/га и выше. Опыт передовых сельхозпредприятий Свердловской области, землепользование которых расположено на почвах с высоким бонитетом пашни, и где постоянно заботятся о повышении ее плодородия, подтверждает эти данные. Анализ погодных условий вегетационного периода (апрель-сентябрь) по Свердловской области, проведенный Л.П. Огородниковым показал, что за период исследований по агрометеорологической станции Исток с 1950 по 2008 годы по количеству выпавших атмосферных осадков и тем-

пературе воздуха согласно гидротермического коэффициента (ГТК) по Г.Т. Селянину можно выделить три различных периода: с засушливыми, умеренными и влажными годами. На основании длительных наблюдений установлено, что 26 лет из 58 (44,8 %) составляют влажные годы (ГТК=1,87). В эти годы на фоне избыточного количества атмосферных осадков наблюдаются поздние весенние похолодания и ранние осенние заморозки как на почве, так и в воздухе. Реже, 17 лет из 58 (29,3 %) составляют годы умеренно-теплые (типичные) с достаточным увлажнением (ГТК=1,49). На засушливые годы приходится 15 лет из 58 (25,9 %), при этом ГТК оказался равным 0,91 [Адаптивное земледелие..., 2010].

В почвенном покрове пахотных угодий Свердловской области большую часть составляют серые лесные почвы (46,2 %) и черноземы (11,9 %). На дерново-подзолистые почвы приходится 11,6 %. Остальную площадь занимают более 10 прочих типов почв [Гафуров Ф.Г., 2008]. По гранулометрическому составу около 70 % почв составляют глины и тяжелые суглинки. Практически все они (за исключением переувлажненных торфяных или заболоченных) подходят для выращивания льна масличного.

Полевые опыты по изучению сортов и элементов технологии возделывания масличного льна проведены на Кольцовском опытном участке отделения «Наука» ФГБНУ «Уральский НИИСХ» на серой лесной тяжелосуглинистой почве. Перед закладкой опытов ежегодно отбирались почвенные образцы для уточнения агрохимических показателей (таблица 1).

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пахотного слоя опытных участков в годы проведения исследований

Год	pH _{сол.}	Нг, ммоль/100 г	Гумус, %	Нл.г., мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	S, ммоль/100 г
2013	5,5	5,85	3,91	96,0	205,0	82,0	27,4
2014	5,4	3,79	3,68	116,0	171,0	179,0	23,9
2015	4,8	7,28	4,62	173,0	116,0	162,0	28,9

Агрохимическая характеристика пахотного слоя типична для серых лесных почв Среднего Урала.

2.4 Агрометеорологические условия в годы проведения исследований

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2013 года

Зимний период закончился 2 апреля с переходом среднесуточной температуры через 0°C.

В первой декаде апреля преобладала неустойчивая погода, в отдельные дни (6-7) температура воздуха поднималась до 6,7-10,2 °С. В среднем за декаду среднесуточная температура составила 3,8 °С, при норме – 0 °С.

Осадки отмечены в начале и в конце декады. В целом за декаду выпало 23 мм, что превысило среднемноголетнюю норму в 2,0 раза.

В первой половине второй декады среднесуточная температура воздуха колебалась от -0,8 до -1,9 °С. С 19 апреля произошло резкое потепление, среднесуточная температура превысила 5 °С, что на три дня раньше среднемноголетней даты. Во второй декаде выпало 8 мм осадков, что близко среднемноголетнему значению.

В третьей декаде в основном преобладала теплая погода, 21-22 апреля отмечены максимальные температуры воздуха на уровне 10,3-12,0 °С, в последующие дни она была в пределах 4,1-7,9 °С. За декаду выпало 17,5 мм или 194 % от нормы, из них большая часть выпала 27 апреля (14,3 мм).

Среднесуточная температура воздуха за месяц составила 4,5 °С, что выше среднемноголетней нормы на 1,3 °С. За апрель выпало 48,9 мм или 212 % к среднемноголетнему значению.

Положительные температуры воздуха свыше 5 °С и прогревание верхнего слоя почвы позволили начать полевые работы в конце третьей декады апреля.

В первой и второй декадах мая в основном преобладала прохладная погода, среднесуточная температура воздуха была ниже нормы на 0,5-0,8 °С. Только в отдельные дни она поднималась до 10-14 °С.

В первой декаде мая небольшие осадки выпадали практически ежедневно, то во второй – отмечены только 15 и 17 мая. В первой декаде превышение осадков составило 174 % от нормы, то второй – недобор равнялся 41 %.

В третьей декаде мая потеплело с 23 мая, и осуществился переход среднесуточной температуры воздуха через 10 °С в сторону повышения. В последующие дни дневная температура превышала 20 °С.

Дожди были небольшой интенсивности, превышение 5 мм отмечено лишь 27 мая. За декаду выпало 13 мм или 66 % от нормы (приложение А).

В среднем за месяц среднесуточная температура воздуха составила 10,3 °С, что близко к среднемноголетнему значению. За месяц выпало 41,3 мм или 90 % от нормы.

В первой декаде июня преобладала умеренно теплая погода с сильными дождями во второй пятидневке. Среднесуточная температура находилась в пределах 10,2-14,5 °С, в среднем за декаду –12,6 °С, что близко к норме. Наступление метеорологического лета отмечено 10 июня. Во второй половине декады выпало 43,8 мм, что составило 174 % от среднемноголетней нормы.

Во второй декаде установилась теплая погода, во второй пятидневке дневные температуры достигали 25-30 °С. Среднесуточная температура воздуха за декаду равнялась 18,2 °С, а осадков выпало всего 3,2 мм.

В течение всей декады преобладала жаркая погода. Среднесуточная температура составила 20,8 °С, что выше нормы 3,9 °С. За декаду наблюдался дефицит осадков, выпало всего 14,5 мм или 56 % от среднемноголетнего значения.

Среднесуточная температура воздуха за месяц равна 17,2 °С, что на 2,1 °С превысило норму. Сумма осадков за счет первой декады составила 61,5 мм или 90 % от нормы.

В июле наблюдалась умеренно жаркая погода с кратковременными понижениями температуры воздуха до 13-15 °С в первой и во второй декадах месяца. Среднесуточные температуры воздуха в эти декады близки к среднемноголетним значениям. В третьей декаде превышение нормы составило 1,9 °С.

Осадки в течение месяца выпадали небольшой интенсивности, свыше 5 мм отмечено только в течение двух дней. В целом количество осадков равнялось 53,2 мм или 63 % от нормы.

В первой и второй декада августа сохранилась теплая погода, среднесуточная температура колебалась на уровне 17,6-18,1 °С, что на 1,8-3,6 °С выше среднемноголетних значений. В целом за месяц температура воздуха составила 16,4 °С. Теплая погода способствовала полному созреванию большинства яровых зерновых культур.

Осадки в августе имели ливневый характер, за два дня (1 и 18 августа) выпало 50,8 мм, что составило 78 % от общего количества осадков выпавших за месяц.

26 августа произошел переход через 15 °С в сторону понижения, что на 13 дней позднее среднемноголетней даты. Метеорологическое лето составило 77 дней.

В сентябре наблюдалась неустойчивая погода с осадками в первой и второй декадах. Необычно тепло отмечено в первой декаде, среднесуточная температура воздуха равна 14,2 °С, что на 2,9 °С выше нормы. 15 сентября осуществился переход через 10 °С в сторону понижения.

Осадки сильной интенсивности выпали в третьей декаде, всего за месяц – 52 мм, что немного выше среднемноголетнего значения.

30 сентября произошел переход среднесуточной температуры через 5 °С в сторону понижения. Продолжительность 5 °С периода составила 164 дня (таблица 3). Сумма эффективных температур воздуха выше 5 °С за вегетацию равна 1501°С (приложение Б).

В целом вегетационный период этого года характеризовался: прохладной весной; теплым, временами жарким летом; засушливыми условиями в начальный период активной вегетации сельскохозяйственных культур.

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2014 года

В первой декаде апреля наблюдалась неустойчивая холодная погода, с частыми осадками слабой интенсивности (не более 1 мм), преимущественно в

виде снега. Такая погода сдерживала таяние снега. Во второй декаде (13 апреля) осуществился переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С в сторону повышения. В последующие дни, до конца декады было тепло. В третьей декаде установилась прохладная погода, среднедекадная температуры воздуха была ниже нормы на 2,8 °С. В течение 24-26 апреля отмечено выпадение осадков в виде снега на уровне 45 мм, что способствовало установлению временного снежного покрова.

Переход среднесуточной температуры воздуха через 5 °С произошел 30 апреля, что на 8 дней позже обычного.

В мае преобладала теплая погода, среднесуточная температура воздуха за месяц достигла 13,3 °С, что выше нормы на 2,9°С. Выпавшие осадки были в основном несущественные, за исключением двух дней (4,7 мая), когда выпало суммарно 16,5 мм. В целом за месяц их выпало 25,5 мм, что составило 55 % к норме.

Десятого мая, на 3 дня раньше среднемноголетней даты, произошел переход среднесуточной температуры воздуха через 10 °С. Переход через 15 °С зафиксирован 12 мая, что на месяц раньше обычного.

В июне наблюдалась неустойчивая погода, с частыми, интенсивными дождями в период с 9 по 15 июня. Температура воздуха в первой декаде выше нормы на 2,3 °С, а во второй – ниже 1,5 °С. В целом за месяц среднесуточная температура воздуха была на уровне нормы.

В течение месяца отмечалось неравномерное выпадение осадков, максимум их пришелся на вторую декаду. За месяц выпала двойная норма атмосферных осадков.

В июле преобладала прохладная погода с интенсивными дождями в период с 12 по 23 июля. Наиболее теплые дни пришлось на первую декаду, где среднесуточная температура воздуха составила 17,2 °С, что ниже нормы на 1,2 °С. Во второй и третьей декадах среднесуточная температура воздуха была ниже на 4,7-6,5 °С от среднемноголетних показателей. При этом в большинстве дней температура не превышала 15 °С (предел, характеризующий метеорологическое лето).

В целом за месяц среднесуточная температура воздуха оказалась ниже нормы на 4,1 °С.

В первой декаде июля отмечены несущественные осадки. Основная масса осадков выпала во второй декаде – 82 мм или 60 % от общего количества. Всего за месяц выпало 135 мм, что составило 161 % от среднемноголетнего уровня.

В августе наблюдалась умеренно теплая погода, с выпадением сильных дождей в отдельные дни. Среднесуточная температура за месяц составила 16,3 °С, что на 1,8 °С выше нормы. Большая часть осадков выпала во второй декаде, в целом их количество за месяц было на уровне нормы.

В сентябре преобладала холодная погода с частыми, но малой интенсивности дождями в первой-второй декадах месяца. Среднесуточная температура воздуха за сентябрь составила около 7,5 °С. 7 сентября (на 7 суток раньше обычного) осуществился переход среднесуточной температуры через 10 °С в сторону понижения.

В целом, особенностью вегетационного периода 2014 года была сухая, временами жаркая погода в период после посева льна, неустойчивая, с частыми перепадами температур погода в июне и июле, недостаток тепла в июле и августе при избыточном количестве осадков. Все это привело к удлинению периода прохождения фенологических фаз, начиная с фазы бутонизации. Особенно растянутой и не четко выраженной оказалась фаза зеленой спелости, а фазы полной спелости растения льна в полевых условиях не достигли.

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2015 года

Весна наступила на 3-5 дней раньше обычного, переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С отмечен 3-го апреля. В целом за декаду среднесуточная температура превысила норму на 2,1 °С. В конце декады отмечены осадки, в результате которых превышение в сумме за декаду к среднемноголетней норме составило 9 мм.

В середине второй декады апреля воздух днем прогревался до температуры 14-18 °С, поэтому переход среднесуточной температуры через 5 °С в сторону превышения произошел 14.04, что на 8 суток раньше обычного. Выпадение осадков в

конце декады обеспечило превышение нормы на 55 %.

В третьей декаде среднесуточная температура воздуха и количество осадков были на уровне среднеголетних показателей. Преимущественно сухая погода во второй пятидневке позволили начать выборочное боронование.

В первой декаде мая отмечена неустойчивая погода: с 1-6 мая установилось тепло, воздух в отдельные дни прогревался до 18-25 °С; с 7 мая началось похолодание с заморозками на поверхности почвы. В целом за декаду среднесуточная температура превысила норму на 2,1 °С. Интенсивные осадки 9-10 мая обеспечили превышение среднеголетнего показателя на 246 %.

В первой пятидневке второй декады преобладала теплая погода, во второй половине отмечены интенсивные осадки, в результате среднеголетняя норма превышена на 311 %. Переувлажнение верхнего слоя почвы затрудняло проведение полевых работ.

Во второй половине третьей декады мая отмечено интенсивное повышение температуры воздуха до 25-30 °С, что обеспечило превышение среднедекадной на 3,1 °С. Среднемесячная температура в мае составила 12,3 °С, а количество осадков за месяц превысило среднеголетний показатель на 211 %.

В первой половине декады июня стояла жаркая погода, в последующем отмечено понижение температуры воздуха. Среднедекадная температура воздуха превысила норму на 3,7 °С. Во второй и третьей декадах июня преобладала жаркая погода, в результате среднесуточная температура превысила норму на 2,2-5,1 °С. В целом за июнь превышение составило 3,7 °С. Осадки в течение месяца выпадали неравномерно, основная часть в конце первой декады.

В первой и второй декадах июля преобладала холодная погода. Среднесуточная температура воздуха в большинстве дней не превышала 15 °С (предел, характеризующий метеорологическое лето). Дожди различной интенсивности наблюдались практически каждый день.

В третьей декаде среднесуточная температура воздуха оказалась на уровне нормы, в целом за месяц она оказалась ниже на 2,7 °С по сравнению со средне-

многолетним показателем. Количество осадков за июль превысило норму на 125 %.

Теплая погода отмечена только в начале августа, в дальнейшем на протяжении месяца она была ниже средних многолетних данных, особенно в третьей декаде. 24 августа (на 21 сутки раньше обычного) наметился переход на температуры воздуха через 10 °С в сторону понижения (приложение В). Осадки различной интенсивности выпадали часто, больше всего в третьей декаде. За месяц количество осадков превысило норму на 73 %.

В сентябре наблюдалась неустойчивая погода, она перемежалась с кратковременными потеплениями. В первой и второй декадах среднесуточная температура была близкой к средним многолетним значениям, в третьей – превысила норму на 4,1 °С. Осадки выпадали неравномерно, за месяц выпало 41 мм.

В целом вегетационный период 2015 года характеризовался ранней теплой весной, с последующим преобладанием прохладной погоды с избыточным количеством осадков. ГТК за 10-ти градусный период составил 2,2, при норме 1,64.

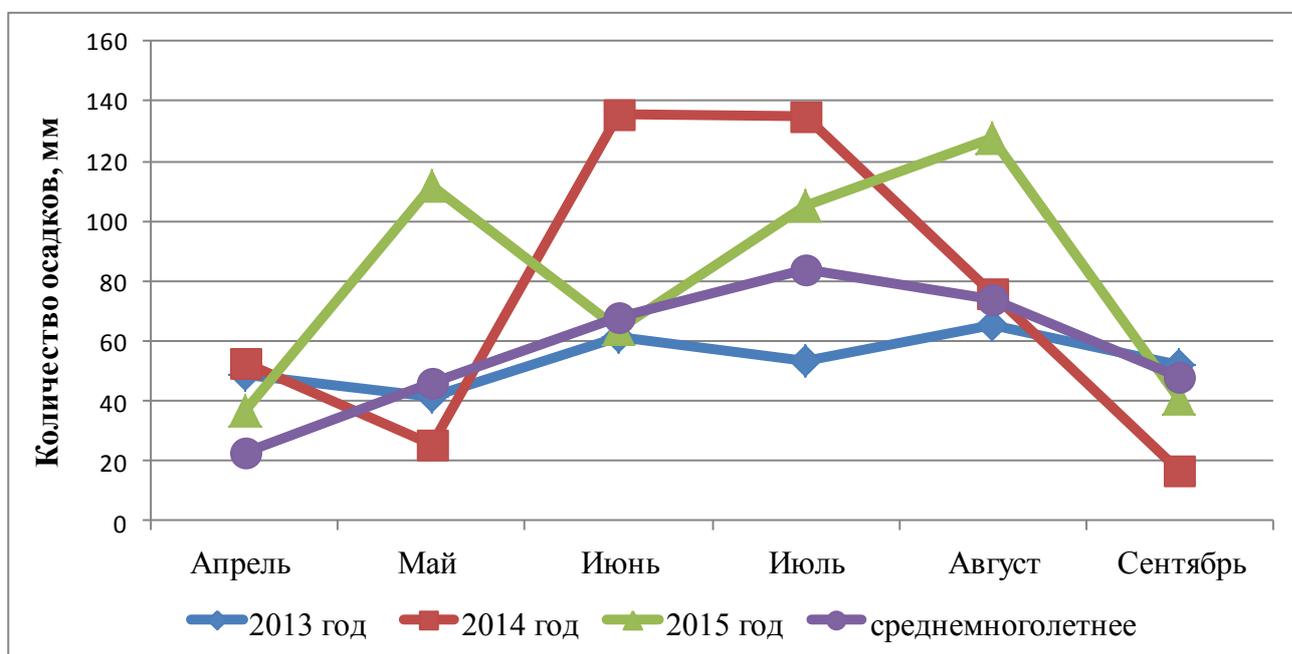


Рисунок 1 – Количество осадков за вегетационный период, мм, 2013-2015 гг.

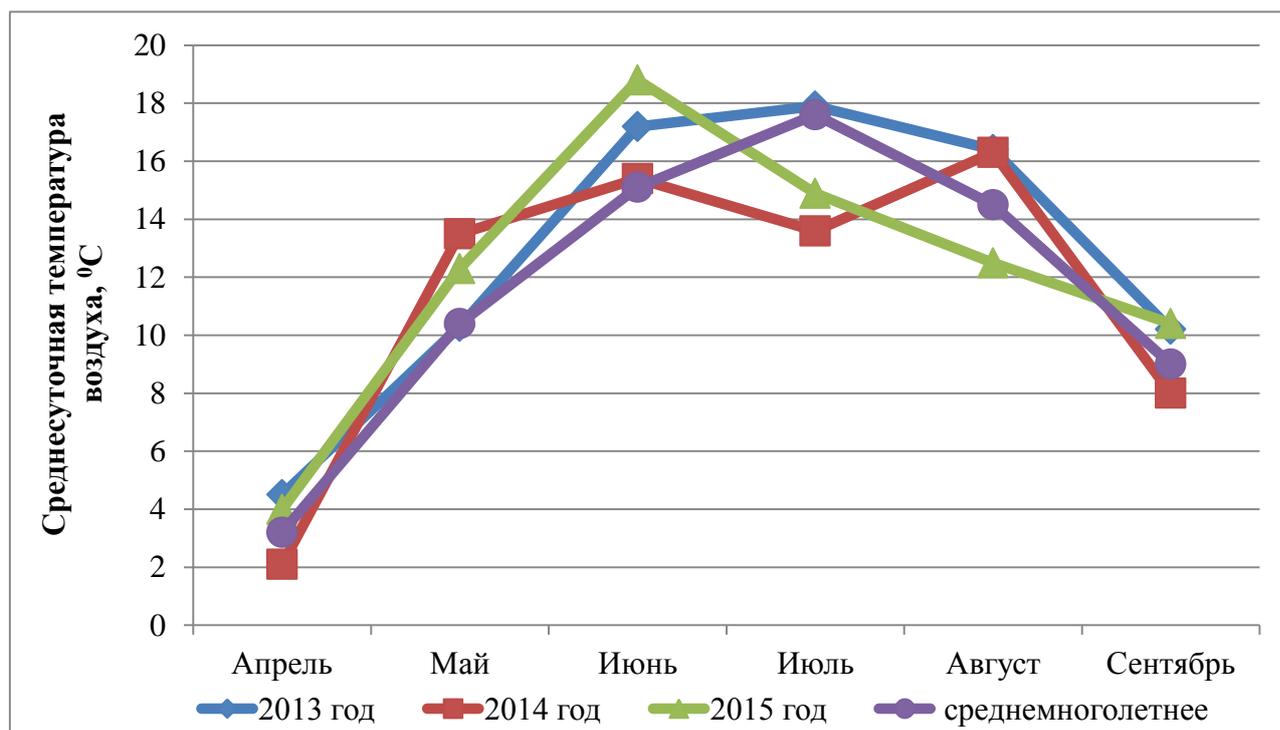


Рисунок 2 – Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период, °С, 2013-2015 гг.

Таблица 2 – Агроклиматическая характеристика вегетационного периода (по данным АГМС «Исток»), 2013-2015 гг.

Показатель	Среднеголетнее	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Период с температурой выше 5⁰ С				
Начало периода	22.04	19.04	30.04	14.04
Конец периода	2.10	29.09	02.10	01.11
Продолжительность периода	163	164	155	172
Сумма положительных t, °С	2090	2288	2075	2026
Среднесуточная температура, °С	12,6	14,0	13,3	11,8
Осадки, мм	330	289	393	487
Период с температурой выше 10⁰ С				
Начало периода	13.05	23.05	23.05	17.04
Конец периода	14.09	14.09	07.09	24.08
Продолжительность периода	125	115	120	129
Сумма положительных t, °С	1763	1906	1852	1720
Среднесуточная температура, °С	13,3	16,6	15,8	13,3
Осадки, мм	289	241	357	387
ГТК	1,64	1,26	1,73	2,2

2.5 Агротехника в опытах

Опытные посевы ежегодно размещались по чистому пару, обработка которого была традиционной для отделения «Наука» ФГБНУ «Уральский НИИСХ» и заключалась в ранневесеннем бороновании, двух культиваций в летний период и осенней перепашке. Обработка почвы в год посева льна масличного включала ранневесеннее боронование, культивацию и прикатывание до и после посева.

Минеральные удобрения (азофоска) вносились весной под культивацию в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Посев проводился селекционной сеялкой СКС-6-10 с дисковыми сошниками на глубину 2-3 см в начале второй декады мая. Норма высева сортов масличного льна в опытах, где не изучался этот показатель – 9 млн всхожих семян на один гектар.

Засоренность опытных посевов во все годы была не значительной, никаких вредителей также не наблюдалось.

Уход за посевами заключался в ручной прополке, поэтому такой фактор влияния на величину урожайности льна масличного как сорная растительность полностью исключался.

Опытные делянки обмолачивались прямым комбайнированием «Сампо-130» при достижении 70 % растений фазы полной спелости семян.

В микрополевом опыте по выявлению оптимальных сроков уборки применялась имитация отдельного способа. Растения льна срезались серпом в различные сроки, далее снопы подсушивались в проветриваемом помещении в течение 4-5 дней и затем обмолачивались.

ГЛАВА 3 ПОДБОР СОРТОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

3.1 Полевая всхожесть и густота посевов

Каждый год перед посевом определялись посевные качества семян (приложение Г). С учетом этих показателей корректировалась весовая норма высева сортообразцов льна масличного.

Полевая всхожесть семян льна масличного у различных сортообразцов изменялась от 59,0 % до 76,0 % (таблица 3).

Таблица 3 – Полевая всхожесть, густота стояния и выживаемость за вегетацию растений льна масличного, 2013-2015 гг.

Сорт, номер	Густота всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Число растений перед уборкой, шт./м ²	Выживаемость растений, %
ЛМ 98	662	74,0	599	91,0
Северный (к)	526	59,0	499	95,0
С.л. 3846	686	76,0	628	92,0
С.л. 3893	632	70,0	592	94,0
С.л. 3813	575	64,0	557	97,0
С.л. 3850 (Уральский)	572	64,0	533	93,0
НСР ₀₅ : для ч. различий		1,11		0,77
для А (год)		0,46		0,32
для В (сорт)		0,65		0,45
для АВ		0,65		0,45

Прослеживается некоторая тенденция увеличения числа погибших растений в период вегетации при более высокой густоте всходов. Выживаемость за вегетацию растений льна составила от 91 до 97 %. Наибольшая густота стояния растений перед уборкой отмечена для селекционной линии 3846, несколько ниже этот показатель был у сорта ЛМ 98. В целом по опыту, количество растений льна на единице площади были ниже оптимальных показателей структуры высокопродуктивного агрофитоценоза льна масличного.

3.2. Фенологические наблюдения

В связи с тем, что продолжительность периода активной вегетации растений на Среднем Урале значительно короче по сравнению с основными районами выращивания масличного льна, наблюдения за наступлением фенологических фаз развития растений являются особо значимы, в первую очередь для выявления скороспелых генотипов. Полное наступление фазы отмечали, если она наблюдалась у 70 % растений. Фенологические наблюдения проводили не реже одного раза в неделю, после начала бутонизации – два раза в неделю.

Фаза полных всходов льна в опыте отмечены на седьмые-девятые сутки после посева. Этому способствовала теплая погода и хорошо прогретая почва во второй декаде мая. Никаких различий по времени появления всходов между изучаемыми сортообразцами не обнаружено (приложение Д).

В одно и то же время наступала фаза «ёлочка». Начиная с фазы бутонизации проявлялось заметное отставание в развитии сорта ЛМ 98, у которого эта фаза отмечена с опозданием на 5 суток по сравнению с раннеспелым сортом Северный, цветение наступило также на 3 суток позднее, а ранняя желтая спелость – на одни сутки позднее.

Для 2014-2015 годов особенностью для всех изучаемых сортообразцов явилось то, что наблюдался чрезмерно растянутый период от начала до полного наступления фазы зеленой спелости, который из-за прохладной и дождливой погоды продолжался около 30 суток. По календарным датам, срок наступления фазы зеленой спелости был сдвинут по сравнению со среднемноголетними сроками на 10-14 суток. Существенно затянулось и время наступления фазы ранней желтой спелости, а также и начала желтой спелости, при которой была проведена уборка опыта, поскольку установилась холодная и дождливая погода и появилась реальная угроза наступления ночных заморозков. В 2014 году первый заморозок до -3°C , был отмечен 8 сентября.

Период от всходов до цветения у скороспелых селекционных линий и сорта Северный в среднем за три года составил 42-49 суток (таблица 4).

Таблица 4 – Продолжительность межфазных периодов различных сортов и номеров льна, 2013-2015 гг., суток

Сорт	От всходов до цветения	От цветения до ранней желтой спелости	От ранней желтой до полной спелости	От всходов до желтой спелости	От всходов до полной спелости
ЛМ 98	49	38	22	100	109
Северный (к)	44	35	21	91	99
С.л. 3846	44	36	21	92	101
С.л. 3893	44	36	21	92	101
С.л. 3813	42	35	21	88	97
С.л. 3850 (Уральский)	43	36	21	91	100

Период формирования коробочек и семян льна в 2014-2015 гг. проходил при прохладной погоде с частым выпадением осадков, поэтому наступление последующих фаз развития растений также отмечалось с постоянно нарастающим опозданием.

В среднем за три года исследований продолжительность периода от всходов до желтой спелости (рекомендуемой фазы уборки льна масличного) составил 88-92 суток у раннеспелых линий и сорта Северный и 100 суток – у среднеспелого сорта ЛМ 98.

В итоге продолжительность вегетационного периода льна масличного составила 97-109 суток.

Средняя продолжительность вегетационного периода изучаемых сортообразцов льна масличного, в том числе стандарта Северный за предшествующие годы, при нормальных погодных условиях составляла от 84 до 88 суток [Колотов А.П., 2014^В].

3.3 Высота растений и динамика нарастания надземной массы

Характер роста растений льна в высоту (рисунок 3) полностью соответствовал его биологическим особенностям, т.е. наблюдался медленный рост надземной части в период после появления всходов и в фазу «елочка».

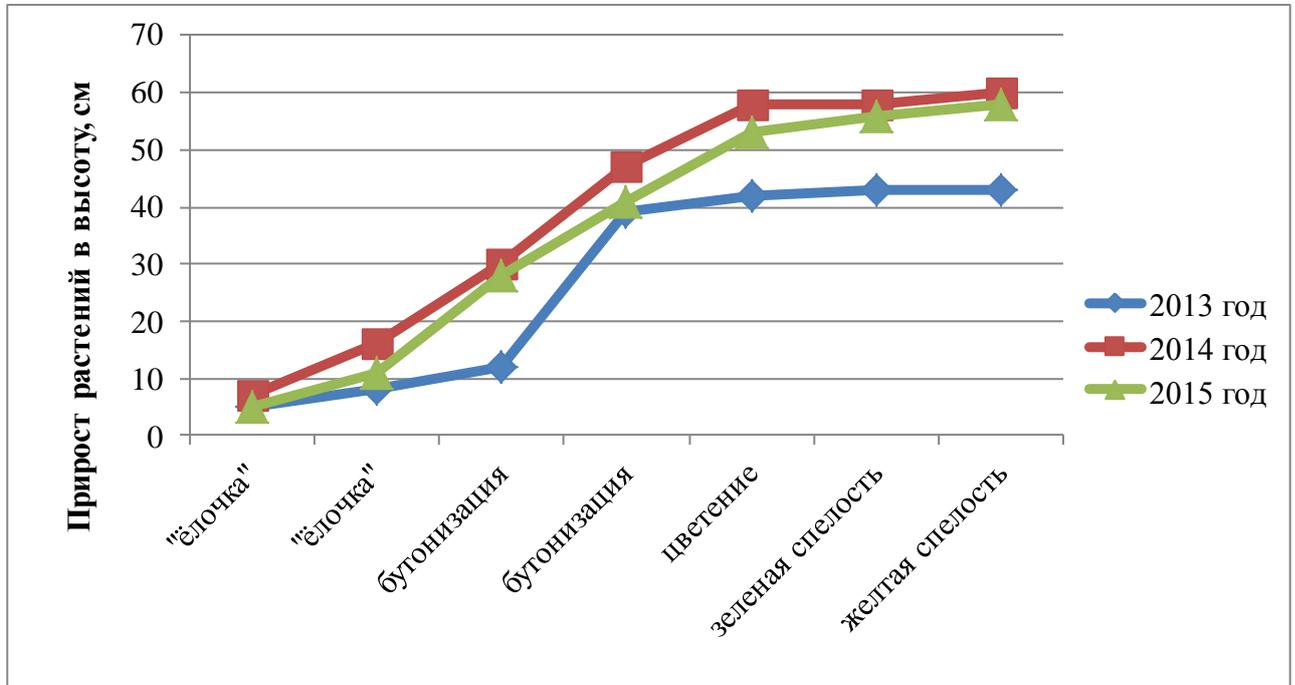


Рисунок 3 – Прирост растений льна в высоту, см., 2013-2015 гг., (с.л. 3850)

Интенсивный прирост отмечался в начале фазы бутонизации и продолжался до конца цветения (приложение Е). При зеленой спелости все сортообразцы льна масличного достигали своей максимальной высоты, которая существенно зависела как от генотипа сорта, так и от агрометеорологических условий вегетационного периода. Самым высокорослым оказался сорт ЛМ 98, высота сорта Северный и новых селекционных линий была на уровне 52-58 см, различия были существенны (таблица 5). В годы достаточными и повышенными условиями увлажнения высота растений льна масличного изучаемых сортообразцов была больше на 10-20 см. Во все годы проведения исследований, ни у одного из сортообразцов льна масличного не было отмечено полегания растений.

Таблица 5 – Высота растений льна перед уборкой, 2013-2015 гг., см.

Сорт, номер	Высота растений перед уборкой, см			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013-2015 гг.
ЛМ 98	50	70	60	60
Северный (к)	51	61	61	58
С.л. 3846	45	57	57	53
С.л. 3893	45	60	59	55
С.л. 3813	42	58	57	52
С.л. 3850 (Уральский)	43	60	58	54
НСР ₀₅ : для ч. различий				3,45
для А (год)				1,43
для В (сорт)				2,02
для АВ				2,02

Характер накопления надземной массы льна масличного в течении вегетационного периода более детально изучался в 2014 году на примере селекционной линии 3893 (рисунок 4, приложение 3).

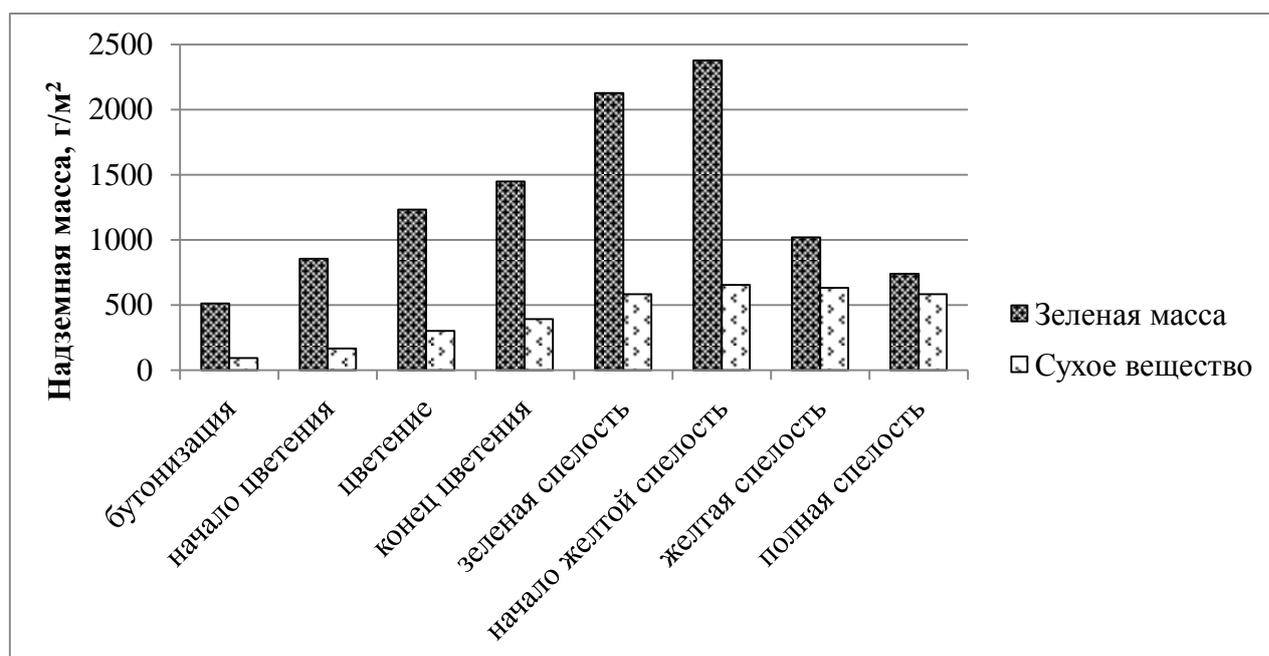


Рисунок 4 – Изменение надземной массы льна масличного, г/м², селекционная линия 3893, 2014 г.

Прирост зеленой биомассы продолжался до окончания фазы зеленой спелости – начало желтой спелости. Затем отличалось резкое снижение этого показателя.

В условиях 2014 года лен масличный формировал на 1 квадратном метре более 2,3 кг зеленой массы. Если учитывать, что хлоропласты содержатся во всех частях растения льна: листьях, стеблях, ветвях соцветия, чашелистиках и в самих коробочках, то показатель величины зеленой надземной массы льна достаточно полно характеризует активность фотосинтетической деятельности растений. С большей долей вероятности можно предположить, что чем выше будет величина надземной зеленой массы в фазу зеленой спелости (при оптимальной густоте стояния растений), тем больше накопится продуктов фотосинтеза, а в конечном итоге выше сформируется урожайность семян.

Максимальное количество сухого вещества надземной массы отмечено в фазу начала желтой спелости и оставалось практически на этом уровне вплоть до окончания вегетации. При этом опадение листьев растений и подсыхание стеблей компенсировалось увеличением массы формирующихся семян.

Изменение структуры надземной массы по фазам вегетации представлена на примере селекционной линии 3850 (сорт Уральский) (рисунок 5, приложение И).

Листья в структуре биомассы льна масличного занимают более 50 % довольно короткое время – от всходов до окончания фазы «елочка». Затем их доля неуклонно снижается и уже с фазы цветения она составляет 35 %. Начиная с фазы бутонизации и до конца цветения половину всей надземной массы составляют зеленые стебли льна, доля которых резко снижается в фазу зеленой спелости. В дальнейшем, по мере созревания растений, их доля в структуре надземной биомассы вновь увеличивается.

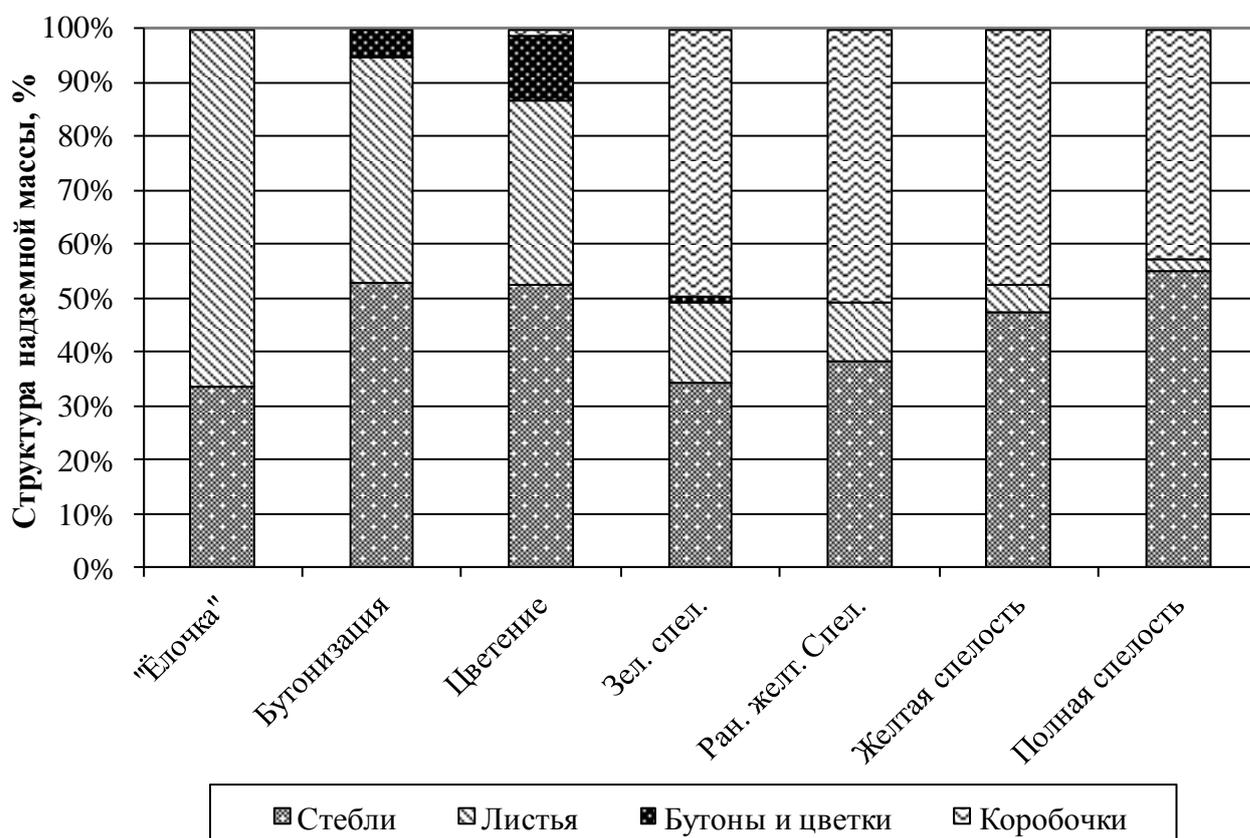


Рисунок 5 – Изменение структуры надземной массы льна масличного по фазам вегетации, селекционная линия 3850, 2013-2015 гг., %.

3.4 Урожайность семян и соломы льна масличного

При изучении различных сортообразцов льна масличного в среднем за 2013-2015 годы получена урожайность семян от 1,84 до 2,06 т/га. Достоверно низкая урожайность отмечена у селекционных линий 3846 и 3813, которая составила 1,84 и 1,86 т/га соответственно. Урожайность семян у остальных сортообразцов была значительно выше. Высокую урожайность семян сформировали новые номера селекции ФГБНУ ВНИИ льна – 3850, 3893, и желтосемянный сорт ЛМ 98, а также сорт Северный (селекции Сибирской опытной станции ГНУ ВНИИМК).

Величина урожайности зависит от показателей элементов структуры урожайности, среди которых определяющими являются количество продуктивных стеблей на единице площади, количество коробочек на растении и масса 1000 семян.

Таблица 6 – Урожайность семян различных сортообразцов льна масличного, 2013-2015 гг., т/га

Сорт, номер	Урожайность, т/га				V, %
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013-2015 гг.	
ЛМ 98	1,68	2,21	2,18	2,02	12,9
Северный (к)	1,79	2,12	2,20	2,04	9,3
С.л. 3846	1,61	1,87	2,05	1,84	10,3
С.л. 3893	1,78	2,18	2,11	2,02	9,4
С.л. 3813	1,70	1,98	1,89	1,86	7,0
С.л. 3850 (Уральский)	1,60	2,33	2,25	2,06	17,0
НСР ₀₅ : для ч. различий				0,07	
для А (год)				0,03	
для В (сорт)				0,04	
для АВ				0,04	

Подтверждена закономерность, что крупносемянные сорта в условиях Среднего Урала, как правило, более урожайны. Подсчитано, что увеличение массы 1000 семян на 1 грамм, при уровне урожайности 2,5-3,0 т/га, обеспечивает прибавку 0,4-0,5 т/га.

При расчете коэффициента вариации урожайности семян льна масличного оказалось, что средняя изменчивость в среднем за 3 года была у с.л. 3850 (сорт Уральский) и составила 17,0 %, незначительная изменчивость наблюдалась у с.л. 3813, 3893 и сорта Северный – 7,0, 9,4 и 9,3 %, соответственно.

Урожайность соломы изучаемых сортообразцов льна масличного за 2013-2015 годы изменялась от 4,92 до 5,29 т/га (таблица 7). Наибольшая урожайность соломы получена у сортов ЛМ 98 и Северный. Доля семян в сухой надземной биомассе льна масличного (уборочный индекс) по всем изучаемым сортам в среднем за три года находилась на уровне 38-41 %. В то же время, отмечена закономерность, что во влажные годы, при высокой урожайности надземной массы этот показатель был заметно ниже (приложение К1). Так, по сорту ЛМ 98

и селекционной линии 3850 в сравнительно сухом году он составил 35%, а во влажном 2015 году – 37% у селекционной линии 3813.

Таблица 7 - Урожайность соломы льна масличного, 2013-2015 гг., т/га

Сорт, номер	Урожайность, т/га			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013-2015 гг.
ЛМ 98	4,84	5,50	5,52	5,29
Северный (к)	4,95	5,31	5,38	5,21
С.л. 3846	4,51	5,21	5,05	4,92
С.л. 3893	4,44	5,13	5,19	4,92
С.л. 3813	4,50	5,19	5,15	4,95
С.л. 3850 (Уральский)	4,52	5,25	5,18	4,98
НСР ₀₅ : для ч. различий				0,07
для А (год)				0,03
для В (сорт)				0,04
для АВ				0,04

Доля семян в урожае надземной массы льна масличного представлены на рисунке 6 и в приложение К1. Этот показатель (часто употребляемый как «уборочный индекс») у всех сортообразцов был практически на одном уровне (0,38-0,41). Наибольшее его значение отмечено у селекционных линий 3893 и 3850 (сорт Уральский).

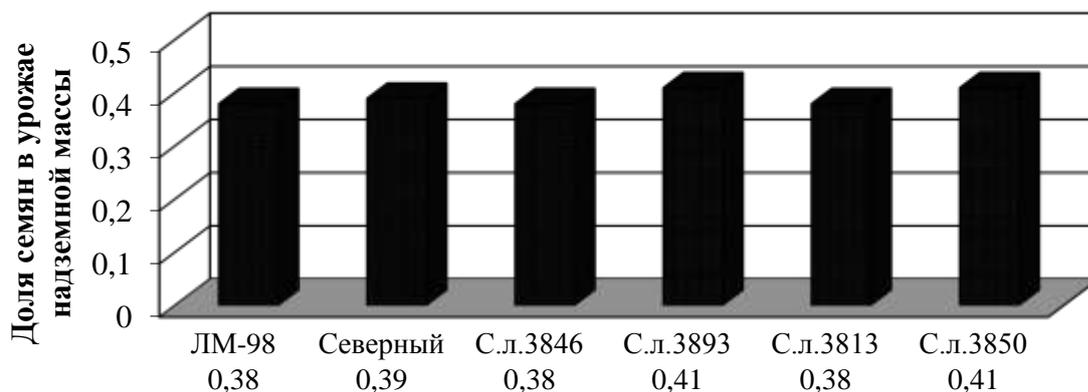


Рисунок 6 – Доля семян в урожае надземной массы льна масличного, 2013-2015 гг.

Селекционная линия 3850 в ФГБНУ «Уральский НИИСХ» испытывается уже пятый год и по комплексу показателей она имеет ряд преимуществ перед другими сортами, в том числе сортом Северный, который принят в опытах в качестве стандарта. Этот сортообразец совместно с ФГБНУ ВНИИ льна был передан в Государственное испытание с 2015 года по Нижневолжскому, Средневолжскому, Центральному, Уральскому, Волго-Вятскому, Восточно-Сибирскому регионам под названием Уральский. С 2017 года сорт льна масличного Уральский включен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен по Волго-Вятскому (4), Средневолжскому (7), Восточно-Сибирскому (11) регионам. Характеристика сорта Уральский прилагается (приложение Ж). На сорт Уральский получен патент.

3.5 Структура урожая

При нормальной густоте посева формировались преимущественно одностебельные растения льна (таблица 8). Ветвление у поверхности почвы наблюдалось у небольшого числа растений.

В соцветии льна насчитывалось от 10,1 до 11,7 коробочек в расчете на 1 растение. По данному показателю выделяются селекционные номера 3846 и 3893 (11,6 шт. и 11,7 шт., соответственно). Анализ корреляционной зависимости показал слабую положительную связь урожайности с числом коробочек, коэффициент корреляции составил 0,03.

Наибольшее количество семян с 1 растения образовалось у сорта ЛМ 98, а также у селекционной линии 3893, соответственно, 79,4 и 72,2 шт./растение. Установлена средняя положительная связь урожайности с числом семян, коэффициент корреляции составил 0,36.

Таблица 8 – Структура урожая различных сортов и номеров льна масличного, 2013-2015 гг.

Сорт, номер	Число про- дукт. стеб- лей, шт./м ²	В расчете на 1 растение				Масса 1000 семян, г
		число продукт. стеблей, шт.	число коробочек, шт.	число семян, шт.	масса семян, г	
ЛМ 98	665	1,11	11,0	79,4	0,449	5,68
Северный (к)	564	1,13	11,1	65,4	0,550	8,35
С.л. 3846	747	1,19	11,7	64,6	0,410	6,34
С.л. 3893	681	1,15	11,6	72,2	0,456	6,28
С.л. 3813	641	1,15	10,1	65,5	0,488	7,49
С.л. 3850 (Уральский)	608	1,14	10,6	65,0	0,550	8,45
НСР ₀₅ : для ч. различий						0,12
для А (год)						0,05
для В (сорт)						0,07
для АВ						0,07

По массе 1000 семян выделяются селекционная линия 3850 (сорт Уральский) и сорт Сибирский опытной станции ВНИИ масличных культур – Северный (8,45 и 8,35 г). Сравнительно мелкие семена характерны для сорта ЛМ 98 и с.л. 3893. Выявлена слабая положительная связь урожайности с массой 1000 семян, коэффициент корреляции составил 0,27.

ГЛАВА 4 НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

4.1 Полевая всхожесть, густота посевов и выживаемость растений

Влияние различной нормы высева семян изучалось на двух сортах с различной массой 1000 семян. В качестве стандарта использовался крупносемянный сорт Северный с массой 1000 семян на уровне 7,5-7,8 г. Для сравнения была взята новая селекционная линия 3893 со средней массой 1000 семян 6,0 г. Полевая всхожесть льна масличного была не высокой, однако практически все появившиеся растения сохранились до уборки, различие по сортам и нормой высева семян было существенно (таблица 9).

Таблица 9 – Полевая всхожесть, густота стояния и выживаемость за вегетацию растений льна при разной норме высева семян, 2013-2015 гг.

Сорт, номер	Норма высева, млн шт/га	Густота всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Число растений перед уборкой, шт./м ²	Выживаемость растений, %
Северный (к)	6	410	68,0	371	91,0
	7	480	69,0	431	90,0
	8	521	65,0	456	88,0
	9	585	65,0	520	89,0
	10	680	68,0	618	91,0
С.л. 3893	6	436	73,0	371	85,0
	7	514	73,0	461	90,0
	8	552	69,0	499	90,0
	9	665	74,0	574	86,0
	10	745	75,0	635	85,0
НСР ₀₅ : для ч. различий			3,3		1,9
для А (год)			1,0		0,6
для В (сорт)			0,9		0,5
для С (норма высева)			1,4		0,8
для АВ			1,5		0,9
для АС			2,3		1,4
для ВС			1,9		1,1

Полевая всхожесть семян льна не зависела от нормы их посева, достоверных различий по вариантам опыта не отмечено. Выживаемость растений за вегетацию составила от 85,0 до 91,0 %, при этом выявлены существенные различия по годам проведения исследований.

4.2 Высота растений льна масличного при разных нормах посева

Средняя высота изучаемых сортообразцов находилась на уровне 60 см и мало зависела от нормы посева семян (таблица 10).

Таблица 10 - Высота растений льна масличного перед уборкой, см.

Сорт, номер	Норма посева, млн шт./га	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013-2015 гг.
Северный (к)	6	60	62	61	61
	7	62	60	63	62
	8	61	61	62	61
	9	61	61	62	61
	10	59	60	61	60
С.л. 3893	6	66	60	62	63
	7	64	61	59	61
	8	64	59	61	61
	9	62	61	60	61
	10	60	58	59	59
НСР ₀₅ : для ч. различий					3,1
для А (год)					1,0
для В (сорт)					0,8
для С (норма посева)					1,3
для АВ					1,4
для АС					2,2
для ВС					1,8

Прослеживается некоторая закономерность снижения высоты растений при загущении посевов, однако математически эти различия не достоверны.

4.3 Урожайность семян и соломы при различной густоте посева

Хорошие условия увлажнения 2013-2015 годов способствовали формированию высокой урожайности семян льна, которая у сорта Северный составила от 2,06 до 2,37 т/га, а у селекционной линии 3893, соответственно от 1,94 до 2,27 т/га (таблица 11).

Таблица 11 – Урожайность льна масличного при разной норме высева семян, 2013-2015 гг., т/га

Сорт, номер	Норма высева, млн шт./га	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013-2015 гг.	V, %
Северный (к)	6	2,02	2,18	1,98	2,06	7,3
	7	2,56	2,40	1,87	2,28	14,0
	8	2,42	2,40	2,26	2,36	5,5
	9	2,30	2,48	2,34	2,37	5,5
	10	2,26	2,46	2,31	2,34	4,3
С.л. 3893	6	2,42	2,06	1,34	1,94	24,7
	7	2,56	2,11	1,41	2,03	24,6
	8	2,59	2,12	2,08	2,26	11,3
	9	2,48	2,15	2,18	2,27	7,0
	10	2,45	2,08	2,14	2,22	8,3
НСР ₀₅ : для ч. различий					0,12	
для А (год)					0,04	
для В (сорт)					0,03	
для С (норма высева)					0,05	
для АВ					0,05	
для АС					0,08	
для ВС					0,07	

Урожайность семян льна масличного достоверно увеличивалась при повышении нормы высева с 6 до 8 млн шт./га. Дальнейшее увеличение нормы высева до 9 млн шт./га не сопровождалось ростом урожайности, а при норме высева 10 млн шт./га в среднем за 2013-2015 гг. отмечено снижение урожайности семян, хотя по результатам дисперсионного анализа математически это не доказуемо.

Значительная изменчивость урожайности в среднем за 3 года была при норме высева 6 и 7 млн шт./га у с.л. 3893, коэффициент вариации – 24,7 и 24,6 %. Средняя изменчивость – у сорта Северный при норме высева 7 млн шт./га (14 %) и у с.л. 3893 при 8 млн шт./га (11,3 %). Самая высокая стабильность урожайности у сорта Северный отмечена при норме высева 8-10 млн шт./га, а у селекционной линии 3893 – при норме высева 9 и 10 млн шт./га.

В отдельные годы рост урожайности семян льна масличного прекращался уже при норме высева 7 млн шт./га (рисунок 7).

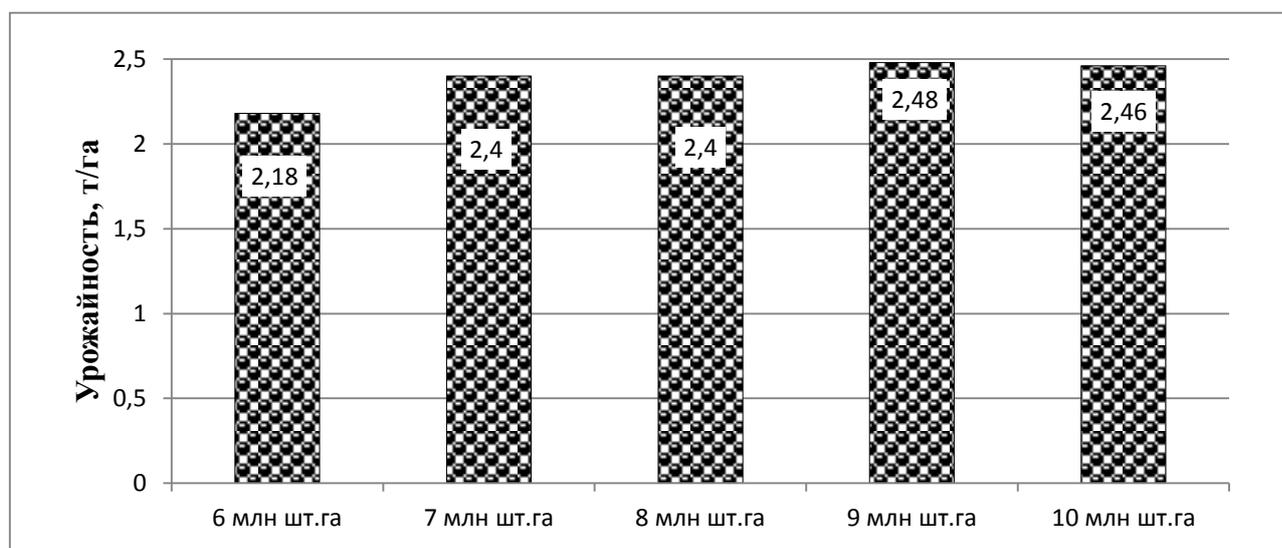


Рисунок 7 – Урожайность льна масличного сорта Северный при разной норме высева семян, т/га, 2014 г.

Урожайность соломы в годы исследований составила от 5,76 до 7,42 т/га (таблица 12).

Таблица 12 – Урожайность соломы льна масличного при разной норме высева семян, 2013-2015 гг., т/га

Сорт, номер	Норма высева, млн шт га	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013-2015 гг.
Северный (к)	6	5,11	5,55	4,93	5,20
	7	6,68	6,11	4,68	5,82
	8	6,13	6,24	5,79	6,05
	9	5,86	6,56	6,00	6,14
	10	6,63	6,37	6,25	6,42

С.л. 3893	6	6,11	5,13	3,05	4,76
	7	6,72	5,32	3,23	5,09
	8	6,75	5,37	5,14	5,75
	9	6,34	5,44	5,66	5,81
	10	6,69	5,21	6,08	5,99
НСР ₀₅ : для ч. различий					0,12
для А (год)					0,04
для В (сорт)					0,03
для С (норма высева)					0,05
для АВ					0,05
для АС					0,08
для ВС					0,07

Доля семян в урожае сухой надземной массы мало зависела от нормы высева семян и находилась на уровне 36-40 % как у стандарта Северный, так и у селекционной линии 3893.

Доля семян в урожае надземной массы льна масличного представлены на рисунке 8 (приложении К2).

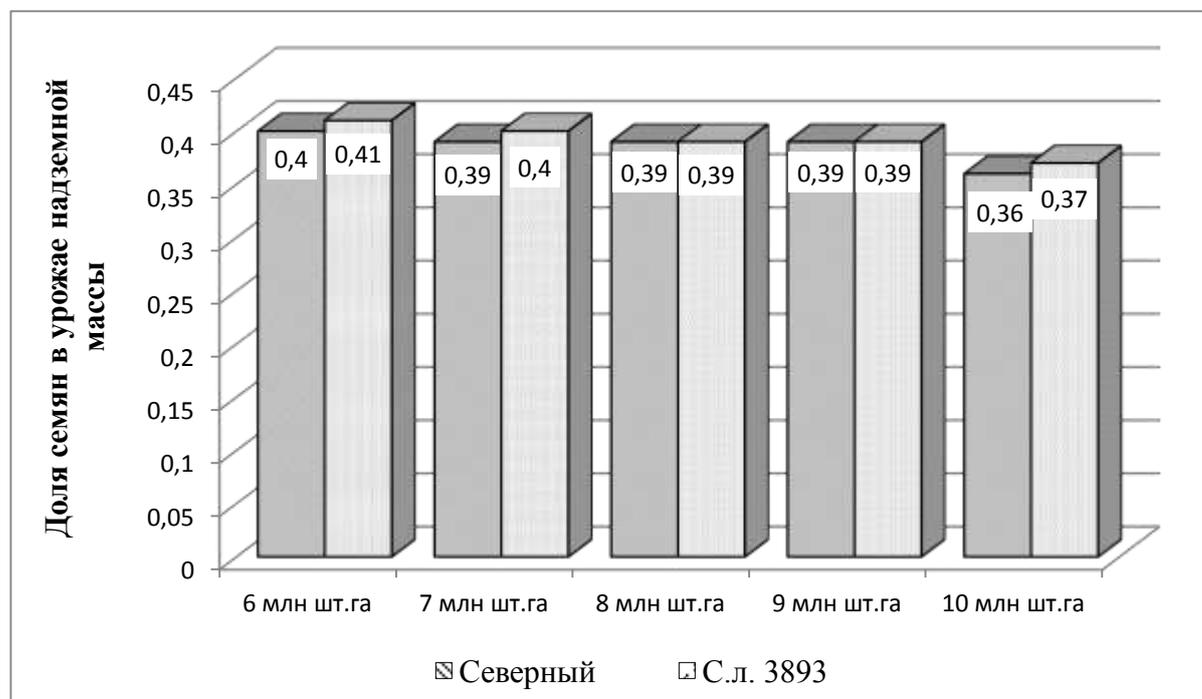


Рисунок 8 – Доля семян в урожае надземной массы льна масличного, 2013-2015гг.

4.4 Структура урожая

При пониженных нормах высева растения льна формируют большее количество коробочек и большее количество семян в расчете на одно растение.

Число продуктивных стеблей на одном квадратном метре у сорта Северный варьировало в среднем за три года от 427 до 698 шт., у селекционной линии 3893 – от 453 до 711 шт. (таблица 13). Анализ корреляционной зависимости показал сильную положительную связь урожайности с числом продуктивных стеблей на одном квадратном метре, коэффициент корреляции составил 0,99.

Таблица 13 – Структура урожая льна масличного при разной норме высева семян, 2013-2015 гг.

Сорт, номер	Норма высева, млн шт га	Число продукт. стеблей, шт./м ²	В расчете на 1 растение				Масса 1000 семян, г
			число продукт. стеблей, шт.	число коро- бочек, шт.	число семян, шт.	масса семян, г	
Северный (к)	6	427	1,15	13,0	81,9	0,737	8,28
	7	491	1,14	14,1	80,2	0,705	8,11
	8	511	1,12	12,1	77,8	0,644	8,24
	9	588	1,13	11,7	76,6	0,612	8,14
	10	698	1,13	9,6	64,7	0,491	7,97
С.л. 3893	6	453	1,22	15,0	102,5	0,643	6,35
	7	558	1,21	15,1	95,0	0,606	6,41
	8	574	1,15	12,8	87,7	0,563	6,42
	9	654	1,14	11,7	80,4	0,507	6,30
	10	711	1,12	11,2	79,9	0,494	6,24
НСР ₀₅ : для ч. различий							1,2
для А (год)							0,4
для В (сорт)							0,3
для С (норма высева)							0,5
для АВ							0,5
для АС							0,8
для ВС							0,7

Число продуктивных стеблей на одном растении было на уровне 1,12-1,22 шт. Анализ корреляционной зависимости показал сильную положительную связь урожайности с числом растений перед уборкой, коэффициент корреляции 0,74.

Число коробочек на одном растении варьировало у селекционной линии 3893 от 11,2 до 15,1 шт., у сорта Северный – 9,6-14,1 шт. Анализ корреляционной зависимости показал сильную отрицательную связь урожайности с числом коробочек (коэффициент корреляции составил -0,85).

У сорта Северный число семян с одного растения колебалось от 64,7 до 81,9 шт., а у селекционной линии 3893 – от 79,9 до 102,5 шт. Анализ корреляционной зависимости показал сильную отрицательную связь урожайности с числом продуктивных стеблей с одного растения, коэффициент корреляции составил -0,89.

При сравнении крайних вариантов нормы высева (6 и 10 млн шт./га), оказалось что в загущенном посеве сорта Северный масса 1000 семян была на 0,31 г меньше, а у селекционной линии 3893 – на 0,11 г. Анализ корреляционной зависимости показал среднюю положительную связь урожайности с массой 1000 семян (коэффициент корреляции составил 0,37). Выявлена существенная разница по массе 1000 семян между вариантами с различной нормой высева семян и различными сортами.

На основании полученных данных есть основание предполагать, что увеличение нормы высева может привести к формированию более мелких семян.

4.5 Оптимальные параметры агрофитоценоза льна масличного в условиях Среднего Урала

Изучение закономерностей формирования надземной массы льна масличного, урожайности семян, а также анализ показателей структуры урожая позволяет предположить, какие должны быть оптимальные параметры высокопродуктивного агрофитоценоза льна масличного в условиях Среднего Урала (таблица 14).

Таблица 14 – Параметры структуры агрофитоценоза льна масличного с потенциалом урожайности семян 2,5-3,0 т/га.

Показатель, единица измерения	Значение показателя
Растений на 1 м ² , шт.	580-600
Продуктивных стеблей на 1 м ² , шт.	670-700*
Число коробочек на 1 растении, шт.	9-10*
Число семян в 1 коробочке, шт.	7-8*
Высота растений, см	60-70
Зеленая масса в фазу цветения, кг/ м ²	1,4-1,6
Зеленая масса в фазу зеленой спелости, кг/ м ²	2,1-2,3
Устойчивость к полеганию, балл	8-9
Число однолетних сорняков, превышающих ½ высоты растений льна в фазу цветения, на 1 м ² , шт.	0-4
Число многолетних сорняков на 1 м ² , шт.	0-1
Поражение болезнями, %	0-3
*) Примечание: первая цифра для крупносемянных сортов (масса 1000 семян – 7-8 г), вторая – для мелкосемянных (5-6 г)	

Оптимальная густота высокопродуктивного агрофитоценоза может быть достигнута при норме высева семян льна масличного 8-9 млн шт./га. При этом формируется преимущественно одностебельные, реже двухстебельные растения с 9-10 коробочками. В годы с достаточным количеством атмосферных осадков в течение вегетационного периода сырая биомасса растений с 1 м² должна быть более 2 кг. Высокопродуктивные посевы льна масличного характеризуются также практически полным отсутствием сорных растений.

ГЛАВА 5 ГЛУБИНА ПОСЕВА СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

5.1 Полевая всхожесть, густота посевов и выживаемость растений

Вегетационно-полевой опыт по изучению глубины посева льна масличного проведен на сорте Северный и селекционной линии 3893.

На седьмые-восьмые сутки после посева полные дружные всходы были отмечены при глубине заделки семян на 1 и 2 см. В варианте глубины посева на 3 см отмечено 48 % всходов у сорта Северный и 45 % у сортообразца 3893 (таблица 15).

Таблица 15 – Полевая всхожесть, густота стояния и выживаемость за вегетацию растений льна при разной глубине посева, 2013-2015 гг.

Сорт, номер	Глубина посева, см	Густота всходов, шт./сосуд	Полевая всхожесть, %	Число растений перед уборкой, шт./сосуд	Выживаемость растений, %
Северный (к)	1	48	76,0	42	88,0
	2	52	83,0	46	89,0
	3	48	76,0	41	85,0
	4	40	64,0	34	85,0
	5	30	48,0	24	80,0
С.л. 3893	1	50	79,0	45	90,0
	2	53	84,0	48	91,0
	3	48	76,0	44	92,0
	4	42	67,0	38	91,0
	5	26	41,0	22	85,0
НСР ₀₅ : для ч. различий			1,4		1,2
для А (год)			0,4		0,4
для В (сорт)			0,4		0,3
для С (глубина посева)			0,6		0,5
для АВ			0,6		0,6
для АС			1,0		0,9
для ВС			0,8		0,7

При глубине посева на 4 см отмечены единичные всходы льна (4-6 шт. на сосуд у сорта Северный и 5 шт. – у с. л. 3893). При глубине посева на 5 см на эту

дату всходов не отмечено, они начали появляться через трое суток, бледно-зеленые и ослабленные. Всего их взошло менее половины от высеянного количества семян.

Самая высокая полевая всхожесть у обоих сортообразцов отмечена при глубине посева на 2 см (83,0-84,0 %). Полевая всхожесть была достоверно ниже как при уменьшении, так и при увеличении глубины посева. Особенно резко снижалась полевая всхожесть при посеве семян льна на 5 см, причем в большей степени это проявилось у сортообразца 3893, который обладает меньшей массой 1000 семян.

Выживаемость растений в вариантах посева семян на глубину от 1 до 4 см была на высоком уровне и достигала 92,0 %. При посеве на глубину 5 см выживаемость растений существенно снижалась, поскольку растения с самых первых дней вегетации были более слабыми, соответственно процент погибших растений был выше. В среднем по годам отмечено существенное различие по вариантам опыта.

5.2 Высота растений льна масличного при разной глубине посева

Высота растений льна в некоторой степени изменялась по годам проведения исследований (таблица 16). Сорт Северный в среднем был на 2-3 см выше, чем селекционная линия 3893. Более высокорослые растения формировались в условиях 2014 года, при достаточном количестве осадков в период вегетации. Для обоих сортообразцов льна масличного характерно, что самые высокие растения были в варианте, где семена высевались на минимальную глубину.

Таблица 16 – Высота растений льна при разной глубине посева, 2013-2015 гг., см

Сорт, номер	Глубина посева, см	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013-2015 гг.
Северный (к)	1	65,1	70,0	60,4	65,2
	2	64,8	68,3	60,8	64,6
	3	65,6	69,7	61,0	65,4

	4	63,7	67,0	60,0	63,6
	5	61,4	64,3	58,3	61,3
С.л. 3893	1	63,0	66,6	59,4	63,0
	2	61,5	63,0	60,2	61,6
	3	61,1	62,7	59,3	61,0
	4	62,0	64,0	58,8	61,6
	5	61,0	63,3	58,0	60,8
НСР ₀₅ : для ч. различий					1,8
для А (год)					0,6
для В (сорт)					0,5
для С (глубина посева)					0,7
для АВ					0,8
для АС					1,2
для ВС					1,0

Посев семян на глубину 5 см в среднем за три года исследований приводил к снижению высоты растений льна сорта Северный на 3,9 см, селекционной линии 3893 – на 2,2 см.

5.3 Урожайность семян и соломы при различной глубине посева семян

При размере сосуда 25x25 см величина урожайности 15,0 г, полученная в лучшем варианте, соответствует биологической урожайности семян 2,40 т/га, т.е. сопоставима с результатами, полученными при изучении этих сортов в полевых опытах.

Увеличение глубины посева до 4 см приводило к достоверному снижению продуктивности у сорта Северный на 3,7 г/сосуд (24,7%), а у селекционной линии 3893 – на 4,3 г/сосуд (32,8%) (таблица 17). Дальнейшее увеличение глубины посева семян оказывало еще большее отрицательное влияние на урожайность обоих сортообразцов льна масличного (на 54,7 % у сорта Северный и 56,5 % у с.л. 3893).

Таблица 17 – Урожайность льна масличного при разной глубине посева семян, 2013-2015 гг., г/сосуд

Сорт, номер	Глубина посева, см	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2014-2015 гг.	V, %
Северный (к)	1	14,5	13,8	15,0	14,4	4,3
	2	15,1	13,9	16,1	15,0	6,9
	3	14,3	11,9	16,9	14,4	15,1
	4	11,5	8,7	13,8	11,3	19,7
	5	7,1	6,8	6,4	6,8	5,3
С.л. 3893	1	11,4	10,4	12,2	11,3	7,9
	2	14,0	9,6	15,7	13,1	21,0
	3	13,8	9,4	15,1	12,8	19,9
	4	9,9	9,5	7,1	8,8	15,6
	5	6,2	5,5	5,4	5,7	9,5
НСР ₀₅ : для ч. различий					1,2	
для А (год)					0,4	
для В (сорт)					0,3	
для С (глубина посева)					0,5	
для АВ					0,6	
для АС					0,9	
для ВС					0,8	

Таким образом, на серых лесных почвах Среднего Урала, тяжелых по гранулометрическому составу, семена льна масличного следует высевать на глубину не более 2-3 см. Отклонение от оптимальной глубины посева в сторону ее уменьшения или увеличения значительно приводит к снижению продуктивности растений.

Коэффициент вариации урожайности был незначителен при глубине посева у сорта Северный на 1, 2 и 5 см, а у с. л. 3893 – на 1 и 5 см.

Закономерности по изменению урожайности соломы льна масличного в зависимости от глубины заделки семян оказались такими же, как и в случае с урожайностью семян (таблица 18).

Таблица 18 – Урожайность соломы льна масличного при разной глубине посева семян, 2013-2015 гг., г/сосуд

Сорт, номер	Глубина посева, см	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2014-2015 гг.
Северный (к)	1	43,1	41,6	46,0	43,6
	2	45,7	41,9	48,7	45,4
	3	42,8	36,7	50,1	43,2
	4	34,0	26,4	41,6	34,0
	5	21,9	20,8	19,5	20,7
С.л. 3893	1	34,3	31,0	36,3	33,9
	2	42,6	28,6	47,2	39,5
	3	41,4	28,5	46,3	38,7
	4	30,0	28,3	21,8	26,7
	5	18,2	16,1	16,4	16,9
НСР ₀₅ : для ч. различий					1,4
для А (год)					0,4
для В (сорт)					0,4
для С (глубина посева)					0,6
для АВ					0,6
для АС					1,0
для ВС					0,8

Доля семян в урожае надземной массы льна масличного при разной глубине посева представлены на рисунке 9 и в приложение К3. Она практически не зависела ни от сорта, ни от глубины посева. Уборочный индекс находился на уровне 0,33-0,34.

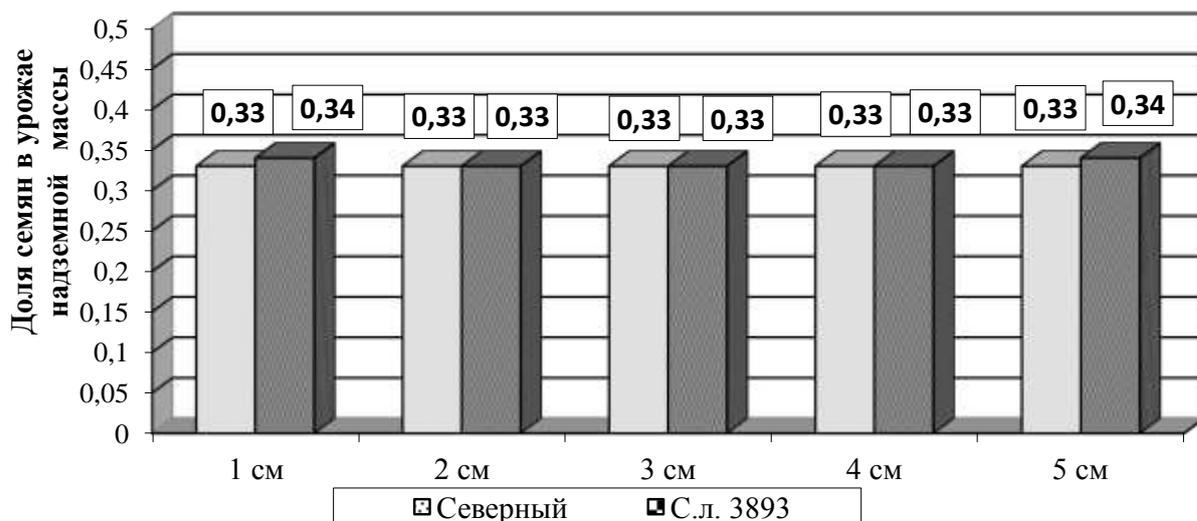


Рисунок 9 – Доля семян в урожае надземной массы льна масличного при разной глубине посева, 2013-2015 гг.

5.4 Структура урожая

В лучших вариантах опыта более высокая продуктивность льна масличного достигалась за счет большего числа растений в сосуде, а также числа и массы семян в расчете на 1 растение (таблица 19).

Таблица 19 – Структура урожая льна масличного при разной глубине посева семян, 2013-2015 гг.

Сорт, номер	Глубина посева, см	Число продукт. стеблей, шт./сосуд	В расчете на 1 растение				Масса 1000 семян, г
			число продукт. стеблей, шт.	число коробочек, шт.	число семян, шт.	масса семян, г	
Северный	1	46	1,09	12,0	64,1	0,532	8,16
	2	48	1,05	11,3	62,5	0,526	8,22
	3	44	1,08	12,3	68,7	0,571	8,19
	4	36	1,07	11,9	65,0	0,527	8,01
	5	27	1,14	11,5	66,7	0,546	8,08
С.л. 3893	1	51	1,13	12,2	63,5	0,414	6,42
	2	51	1,07	12,5	63,7	0,413	6,36

	3	48	1,09	12,3	65,1	0,429	6,47
	4	42	1,10	12,8	64,6	0,412	6,27
	5	25	1,12	12,7	69,0	0,423	6,00
НСР ₀₅ : для ч. различий							1,2
для А (год)							0,4
для В (сорт)							0,3
для С (глубина посева)							0,5
для АВ							0,5
для АС							0,8
для ВС							0,7

Число продуктивных стеблей в сосуде у сорта Северный насчитывалось от 27 до 48 шт., у селекционной линии 3893 – от 25 до 51 шт. Анализ корреляционной зависимости показал сильную положительную связь с урожайностью, коэффициент корреляции составил 0,99.

В вариантах заделки семян на 4 и 5 см при меньшей густоте формировалось в расчете на 1 растение больше продуктивных стеблей и коробочек, однако это не компенсировало снижение общей продуктивности льна масличного, которое происходило в результате меньшего числа растений в сосуде.

Анализ корреляционной зависимости показал слабую отрицательную связь урожайности с числом коробочек, коэффициент корреляции составил -0,28. Анализ корреляционной зависимости урожайности с количеством семян показал среднюю отрицательную связь, коэффициент корреляции составил -0,5.

Отмечена средняя положительная связь ($r = 0,43$) между массой 1000 семян и величиной урожайности.

Сорт Северный формировал семена с наибольшей массой 1000 семян при глубине посева на 2 и 3 см, что достоверно выше, чем при посеве на 1 см, 4 см и 5 см. По селекционной линии 3893 наибольшая масса 1000 семян отмечена в варианте глубины посева на 3 см, это достоверно выше, чем при посеве на глубину 2 см, 4 см и 5 см.

ГЛАВА 6 ОПТИМАЛЬНЫЕ СРОКИ УБОРКИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

6.1 Урожайность семян при разных сроках уборки

Изучение сроков уборки льна масличного проводили на участке размножения перспективной селекционной линии 3850 (сорт Уральский).

Первый срок уборки был приурочен к фазе развития льна «ранняя желтая спелость», в дальнейшем уборку проводили с интервалом 5 дней. Фактические сроки уборки по годам проведения микрополевого полевого опыта указаны в таблице 20.

Таблица 20 – Сроки уборки льна масличного, 2013-2015 гг.

Срок уборки	2013 г.	2014 г.	2015 г.
первый срок уборки	19 августа	21 августа	13 августа
через 5 дней	24 августа	26 августа	18 августа
через 10 дней	29 августа	31 августа	24 августа
через 15 дней	3 сентября	6 сентября	29 августа
через 20 дней	8 сентября	11 сентября	04 сентября

В результате исследований установлено, что в теплый и сухой 2013 год уборка в фазу ранней желтой спелости обеспечивала наибольшую урожайность семян льна масличного, а в дальнейшем величина этого показателя уменьшилась (таблица 21).

Таблица 21 – Урожайность льна масличного 3850 (Уральский) при различных сроках уборки, 2013-2015 гг.

Срок уборки	Урожайность, г/м ²				V, %
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013-2015 гг.	
первый срок уборки	179	186	192	186	4,2
через 5 дней	148	188	211	182	15,1
через 10 дней	137	195	214	182	19,1
через 15 дней	141	218	229	196	20,9
через 20 дней	135	201	209	182	19,1

НСР ₀₅ : для ч. различий	0,7	
для А (год)	0,3	
для В (срок уборки)	0,4	
для АВ	0,4	

Во влажные годы (2014 г. и 2015 г.) отмечается рост урожайности в вариантах с более поздними сроками уборки (по времени это совпадало с фазой желтой спелости семян) и лишь при уборке через 20 дней наблюдается снижение урожайности. В среднем за 2013-2015 гг. лучшим сроком уборки оказался вариант, где растения скашивались через 15 дней после ранней желтой спелости. При этом сроке скашивания урожайность составила 196 г/м², что на 10 г/м² (НСР₀₅ = 4 г/м²) выше по сравнению с первым сроком. При последнем сроке уборки урожайность снижалась на 14 г. Снижение урожайности при запаздывании с уборкой связано с частичным осыпанием семян, ослизнением их поверхности, развитию грибной инфекции, а также ухудшением вымолачиваемости семян из коробочек.

Различие в среднем за три года как по годам, как и со сроками уборки существенно. Из-за различных погодных условий коэффициент вариации урожайности имеет среднюю и значительную изменчивость.

6.2 Структура урожая

В среднем на одном растении формировалось от 8,5 до 10,3 коробочек, в которых насчитывалось от 54,0 до 69,0 шт. семян. В среднем в каждой коробочке находилось от 6 до 10 нормально развитых семян (рисунок 10).



Рисунок 10 – Коробочки льна масличного в фазу зеленой спелости, с разным числом формирующихся семян.

До фазы желтой спелости увеличивается такой показатель, как масса семян с одного растения. Наименьшая масса 1000 семян (8,01 г) отмечена при первом сроке уборки, в фазу ранней желтой спелости, в дальнейшем же она достоверно увеличивалась и через 15 дней достигла 8,42 г (таблица 22).

Таблица 22 – Структура урожая льна масличного селекционной линии 3850 (сорт Уральский) при различных сроках уборки, 2013-2015 гг.

Срок уборки	Число продукт. стеблей, шт./м ²	В расчете на 1 растение				Масса 1000 семян, г
		число продукт. стеблей, шт.	число короб./семян в короб., шт.	число семян, шт.	масса семян, г	
первый срок уборки	631	1,13	8,5/6,3	54,0	0,435	8,01
через 5 дней	594	1,12	8,7/6,3	57,0	0,462	8,23
через 10 дней	584	1,15	8,8/6,5	58,5	0,473	8,23
через 15 дней	580	1,16	10,3/6,5	69,0	0,584	8,42
через 20 дней	627	1,21	9,8/5,9	59,5	0,507	8,29
НСР ₀₅ : для ч. различий						0,12
для А (год)						0,05
для В (срок уборки)						0,07
для АВ						0,07

В дальнейшем наблюдается достоверное снижение массы 1000 семян. Этот показатель изменяется и в зависимости от абиотических условий года (приложение Л). Отмечено, что это не всегда может быть связано только с количеством осадков. Так, во влажные годы могут формироваться семена как с более высокой, так и с более низкой массой 1000 семян, по сравнению с более сухим и теплым вегетационным периодом.

Анализ корреляционной зависимости показал сильную положительную связь урожайности с количеством коробочек на одном растении (коэффициент корреляции составил 0,87) и сильную положительную связь урожайности с количеством семян (коэффициент корреляции составил 0,94).

6.3 Посевные качества семян при различных сроках уборки

Исследованиями подтверждено, что при скашивании льна уже в фазу ранней желтой спелости, можно получить семена с высокими показателями энергии прорастания и всхожести (таблица 23, приложение М).

Таблица 23 – Влияние срока уборки (скашивания) льна масличного селекционной линии 3850 (сорт Уральский) на посевные качества семян, 2013-2015 гг.

Срок уборки	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Сила роста, масса 100 проростков, г
первый срок уборки	8,01	95,7	96,7	3,48
через 5 дней	8,23	95,7	96,7	3,79
через 10 дней	8,23	89,7	91,0	3,55
через 15 дней	8,42	94,7	95,7	3,61
через 20 дней	8,29	93,0	95,0	3,39
НСР ₀₅ : для ч. различий			3,57	
для А (год)			1,56	
для В (срок уборки)			2,01	
для АВ			2,01	

В среднем за 3 года всхожесть при первых сроках уборки составила 96,7 %, в дальнейшем происходит некоторое снижение этого показателя.

В 2013 году отмечено сильное влияние абиотических факторов (дважды наблюдались осадки ливневого характера, причем один раз – с градом) в период созревания семян. Четко выраженной закономерности изменения показателей посевных качеств семян в условиях неустойчивой погоды 2014-2015 годов не установлено. При математической обработке экспериментальных данных различия между крайними вариантами оказались несущественны, тем не менее очевидно, что при отдельном способе уборки в фазе ранней желтой спелости можно получить семена с высокими посевными качествами.

ГЛАВА 7 БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО И ВЫНОС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ УРОЖАЕМ

Химический состав и вынос элементов питания льном не является постоянной величиной и зависит от почвенно-климатических условий, агротехники и биологических особенностей сортов. Поглощение питательных веществ льном масличным происходит неравномерно. Относительно небольшое количество их усваивается в период от всходов до бутонизации, а максимума достигает в фазе цветения. По данным исследований ученых ВНИИ масличных культур, до цветения лён поглощает около 30 % азота и 15 % фосфора, а за короткий период от начала до массового цветения потребление азота достигает 90 % и фосфора к концу цветения – до 50 % и более. На образование 1 тонны семян он расходует до 60-75 кг азота, 15-20 кг фосфора и 40-55 кг калия. Установлено, что при выращивании льна масличного с уровнем урожайности семян 1,5-2,0 т/га оптимальной нормой удобрений является $N_{60-90} P_{20-30} K_{60-90}$. [Галкин Ф.М., 2008].

Результаты наших исследований подтверждают только данные по потреблению льном масличным калия. Несколько меньше растения выносили из почвы азота, и значительно меньше – фосфора (таблица 24).

Самая высокая концентрация питательных веществ в надземной массе льна масличного отмечена в начале фазы бутонизации, затем происходит ее снижение уже начиная с фазы окончания бутонизации. Этот период характеризуется активным нарастанием вегетативной массы льна и происходит своего рода разбавление концентрации поглощенных питательных элементов. В то же время до фазы зеленой спелости продолжается абсолютное накопление азота, фосфора и калия в надземной массе льна масличного. Больше всего лен масличный потреблял из почвы азота и калия и сравнительно небольшое количество фосфора. Наши данные следует считать предварительными, поскольку опытные посеы располагались по не типичному предшественнику для льна масличного – чистому пару и вопросы выноса элементов минерального питания не являлись целью проводимых исследований. Тем не менее, установлено, что лен масличный на типичных серых

лесных почвах Среднего Урала, даже без внесения минеральных удобрений способен формировать урожайность семян на уровне 2 т/га и более.

Таблица 24 – Содержание и вынос элементов минерального питания надземной массой льна масличного в течение вегетации, с.л. 3893, 2014 г.

Элемент питания	Показатель	Даты учета, фаза вегетации					
		20.06 Бутонизация, начало	29.06 Бутонизация	07.07 Цветение	15.07 Цветение, окончание	28.07 Зеленая спелость	14.08 Ранняя желтая спелость
Азот	% на СВ	4,29	3,16	2,45	1,76	1,52	1,48
	вынос, кг/га	40,3	52,8	74,0	69,2	88,9	96,8
	использовано из почвы, %	12,6	16,6	23,3	21,8	28,0	30,4
Фосфор	% на СВ	0,263	0,181	0,134	0,127	0,114	0,109
	вынос, кг/га	2,47	3,02	4,05	4,99	6,70	7,17
	использовано из почвы, %	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,1
Калий	% на СВ	3,57	3,64	3,14	2,38	1,53	1,52
	вынос, кг/га	33,6	60,8	94,8	93,5	89,5	99,4
	использовано из почвы, %	12,2	22,0	34,3	33,9	32,4	36,0

По содержанию элементов минерального питания в семенах различия между сортами и селекционными линиями в среднем за три года были не значительными (таблица 25, приложение Н). Больше всего в семенах льна содержалось азота (от 4,20 до 4,44 %), затем калия, и сравнительно мало – фосфора и кальция. На одном уровне (10,2-11,4 %) находилось и содержание сырой клетчатки. Можно предположить, что различия по величине выноса питательных веществ разны-

ми сортами льна масличного с единицы площади будут определяться главным образом величиной урожайности выращиваемых сортов.

Таблица 25 – Химический состав семян различных сортов льна, % на сухое вещество, среднее за 2013-2015 гг.

Сорт, номер	Азот общий	Сырая клетчатка	Зола	Кальций	Фосфор	Калий
Северный (к)	4,44	10,3	3,03	0,46	0,41	1,16
ЛМ 98	4,38	10,2	3,00	0,40	0,60	1,04
С.л. 3846	4,44	10,9	3,30	0,43	0,51	1,15
С.л. 3893	4,37	10,9	3,09	0,42	0,38	1,20
С.л. 3813	4,20	11,0	2,88	0,45	0,44	1,17
С.л. 3850 (Уральский)	4,30	11,4	3,20	0,42	0,36	1,11
НСР ₀₅	0,07	0,11	0,06	0,06	0,05	0,07

В семенах льна масличного урожая 2014 года, когда были отмечены наибольшие различия по содержанию азота между изучаемыми сортами, определена доля белкового азота (таблица 26).

Таблица 26 - Содержание общего и белкового азота в семенах льна масличного, 2014 г.

Сорт, номер	Азот общий, %	Азот белковый, %	Доля белкового азота, %
Северный (к)	5,67	4,53	79,9
ЛМ 98	5,24	4,45	84,9
С.л. 3846	5,45	4,67	85,7
С.л. 3893	5,09	4,06	79,8
С.л. 3813	5,53	4,43	80,1
С.л. 3850 (Уральский)	5,45	4,54	83,3

Меньше всего белкового азота отмечено у селекционной линии 3893 и сорта Северный, а высоким этот показатель был у селекционной линии 3846 и сорта ЛМ 98.

Ценность льняного семени определяется в первую очередь содержанием масла и его жирнокислотным составом, а также содержанием протеина. Семена различных сортов льна отличались по содержанию этих основных питательных веществ. Наибольшее содержание сырого жира отмечено у сортов Уральский, Северный и селекционной линии 3813. При урожайности льносемян более 2,0 т/га в условиях Свердловской области можно получать более 900 кг масла с 1 га. По этому показателю выделяется сорт Уральский, который обеспечил в среднем за три года 929,5 кг/га сырого жира (таблица 27, приложение О).

Таблица 27 – Содержание и сбор масла и протеина различными сортами льна масличного (среднее за 2013-2015 гг.)

Сорт	Сырой жир		Сырой протеин	
	содержание, %	сбор, кг/га	содержание, %	сбор, кг/га
Северный (к)	44,4	903,0	24,5	498,8
ЛМ 98	42,5	859,6	24,1	487,2
С.л. 3846	41,5	766,2	24,4	446,8
С.л. 3893	41,0	830,0	24,0	486,6
С.л. 3813	45,3	841,2	23,1	322,4
С.л. 3850 (Уральский)	45,1	929,5	23,7	492,0
НСР ₀₅	0,49	0,91	0,71	0,87

По содержанию сырого протеина изучаемые сорта различались в меньшей степени, и разница в сборе протеина с единицы площади была связана с разной урожайностью семян по вариантам опыта. Наибольший сбор сырого протеина обеспечили сорта льна масличного Северный и Уральский.

Для сравнения результатов химического анализа семян изучаемых в опытах сортов, которые были получены в аналитической лаборатории ФГБНУ «Уральский НИИСХ», в лабораториях биохимии Всероссийского института масличных культур и компании Agritec (Чехия) на современном оборудовании также был определен жирнокислотный состав семян нескольких сортообразцов. По йодному и кислотному числу масло представленных сортов соответствовало показателям, характерным для высыхающих масел (таблица 28).

Сорт льна ЛМ 98 с желтыми семенами отличался низким содержанием линоленовой кислоты, и очень высокой долей линолевой кислоты, которая, по литературным данным, повышает устойчивость льняного масла к окислению при хранении. Доля пальмитиновой кислоты по всем исследуемым сортам находилась на одном уровне. Небольшие различия выявлены по содержанию олеиновой и других жирных кислот. Представляет интерес для дальнейшего изучения селекционная линия 3893, которая характеризуется повышенным содержанием олеиновой кислоты и, по сравнению с сортом Северный, более низким содержанием линоленовой кислоты.

Таблица 28 – Содержание масла в семенах различных сортов льна масличного и его жирнокислотный состав

Показатель	2013 г.*		2014 г.**	
	Северный	ЛМ 98	С.л.3850	С.л.3893
Содержание масла, %	45,1	44,4	46,46	41,35
Состав жирных кислот:				
миристиновая	0,03	0,03	-	-
пальмитиновая	4,54	5,21	5,6	5,7
пальмитолеиновая	0,04	0,05	-	-
стеариновая	4,18	3,66	2,0	1,9
олеиновая	18,12	16,17	21,8	24,2
линолевая	15,83	71,78	16,8	15,1
линоленовая	56,91	2,71	53,8	53,1
арахиновая	0,13	0,10	-	-
эйкозеновая	0,12	0,15	-	-
бегеновая	0,11	0,14	-	-
Йодное число, г I ₂ /100 г	182,3	138,1	-	-
Кислотное число, мг КОН	0,35	0,28	-	-
Примечание: *) анализ лаборатории биохимии ВНИИМК (г. Краснодар) **) анализ лаборатории компании Agritec (Чехия)				

При анализе биохимического состава семян льна урожая 2014 и 2015 года содержание масла и доля основных жирных кислот соответствовало полученным ранее данным. Сорт Уральский, наряду с сортом Северный и селекционной линией 3813 отличается повышенной масличностью. Сорт ЛМ 98 при меньшей масличности семян содержал 6,8 % линоленовой кислоты и 69,4 % линолевой (таблица 29).

Таблица 29 – Содержание масла и доля основных жирных кислот в семенах льна масличного, анализ лаборатории биохимии ВНИИМК, среднее за 2014-2015 гг.

Сорт	Содержание масла в семенах, %	Массовая доля основных жирных кислот в масле	
		линолевая	линоленовая
Северный (к)	45,1	16,2	54,2
ЛМ 98	42,8	69,4	6,8
С.л. 3846	42,9	14,4	54,1
С.л. 3893	42,0	20,4	47,2
С.л. 3813	47,8	14,5	54,0
С.л. 3850 (Уральский)	46,1	14,2	56,6

Доля основных полиненасыщенных жирных кислот у остальных сортов с коричневыми семенами находилась на уровне 14,2-20,4 % линолевой кислоты и 47,2-56,6 % линоленовой кислоты.

При изучении влияния сроков уборки на продуктивность и качество семян льна масличного (начиная с фазы ранней желтой спелости), установлено, что сроки уборки не оказали существенного влияния на содержания жира в семенах льна (таблица 30).

Таблица 30 – Биохимический состав семян льна селекционной линии 3850 (сорт Уральский) при разных сроках уборки, 2013 г.

Сроки уборки	% от сухого вещества					
	сырой жир	сырой протеин	сырая клетчатка	зола	кальций	фосфор
04.08.13	44,6	25,6	11,3	2,9	0,19	0,44
09.08.13	44,4	24,8	12,6	2,8	0,18	0,43
14.08.13	44,7	27,0	11,6	2,9	0,19	0,45
19.08.13	43,5	26,7	12,2	3,0	0,18	0,42
24.08.13	42,5	25,6	12,0	3,1	0,17	0,45
29.08.13	43,1	27,5	14,0	3,0	0,18	0,45
03.09.13	43,7	28,0	14,6	2,9	0,22	0,42
08.09.13	44,2	26,6	10,8	2,9	0,18	0,45

Содержание сырого протеина в семенах льна по срокам уборки было не одинаковое, но различия были незначительные, что можно отнести к ошибке анализа. Содержание сырой клетчатки было на уровне 11,3-14,6 %, с тенденцией повышения этого показателя при более поздних сроках уборки. Содержание золы при всех сроках уборки составило от 2,9 до 3,1 %. Не отмечено существенных различий по содержанию кальция и фосфора.

Таким образом, лен масличный в условиях Среднего Урала способен формировать полноценные семена с высоким содержанием масла и сырого протеина. Биохимический состав семян льна масличного в значительной степени определяется генотипом сорта и меньше зависит от условий года. При урожайности семян на уровне 2,02-2,06 т/га в условиях Среднего Урала можно получать более 903,0-929,5 кг/га льняного масла и 492,0-498,8 кг/га сырого протеина.

ГЛАВА 8 ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ИСПЫТАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫ- РАЩИВАНИЯ ЛЬНА

8.1 Производственное испытание технологии выращивания льна мас- личного

В 2014 году производственное испытание проведено в ОАО «Колос» Бело-
ярского района (таблица 31). Высевался сорт ЛМ 98 на участке площадью 8 га с
серой лесной тяжелосуглинистой почвой со следующей агрохимической характе-
ристикой пахотного слоя: рН_{сол.} – 5,4; гумус – 2,4 %; Нл.г. – 4,6 мг, Р₂О₅ – 9,9
мг, К₂О – 22,0 мг/100 г почвы, Нг – 2,4 ммоль, S – 16,5 ммоль/100 г почвы. Засо-
ренность участка высокая, преобладающие виды сорняков – полынь, осот розо-
вый, овсюг, пикульник.

Таблица 31 - Производственное испытание технологии возделывания льна
масличного в ОАО «Колос» Белоярского района, 2014 г.

Показатель	Значение показателя
Густота растений, шт./м ²	765
Число коробочек, шт./раст.	17
Число семян, шт./раст.	150
Масса 1000 семян, г	5,65
Урожайность, ц/га (бункерный вес)	22,3
Урожайность, ц/га (амбарный вес)	20,1

Предшественник – многолетние травы, где осенью было проведено диско-
вание БДТ-7 на тракторе ХТЗ и зяблевая вспашка плугом ПЛН-5-35 на ХТЗ. Ве-
сенняя обработка - боронование БЗТС-1 на Т-150, далее внесение минеральных
удобрений (1 ц/га азофоски), культивация и предпосевное прикатывание. Посев
был проведен 24 мая сеялкой СЗЛ-3,6 на МТЗ-82 с нормой высева 9 млн шт. га.
Всходы начали появляться на 8 день. В фазу «ёлочки» была проведена гербицид-

ная обработка препаратом Корсар опрыскивателем AMAZONE. Уборку проводили комбайном Енисей-1200.

Для производственного испытания в ООО «Леневское» в 2015 году был выбран новый селекционный образец льна масличного 3893, полученный из ФГБНУ «ВНИИ льна» в 2010 году и в течение 4-х лет высеваемый в полевых опытах Уральского НИИСХ. За годы исследований данный номер превосходил по комплексу хозяйственно-полезных признаков принятый в опытах за стандарт сорт Северный, включенный в Госреестр по Волго-Вятскому региону.

В ООО «Леневское» подобран типичный для хозяйства участок площадью 1,2 га с серой лесной тяжелосуглинистой почвой со следующей агрохимической характеристикой пахотного слоя: рН_{сол.} – 5,8; гумус – 4,50 %; Нл.г. – 7,5 мг, Р₂О₅ – 11,3 мг, К₂О – 12,6 мг/100 г почвы, Нг – 4,20 ммоль, S – 23,0 ммоль/100 г почвы. Засоренность участка высокая, преобладающие виды сорняков – марь белая, пикульник обыкновенный, осот розовый, овсюг.

Предшественник – чистый пар, где летом было проведено дискование БДМ 4x4 на тракторе ХТЗ-150 К-09, а осенью – зяблевая вспашка оборотным плугом «Агат-5С» на ХТЗ-150 К-09. Весенняя обработка заключалась в проведении боронования БЗС-11 на ХТЗ-150 К-09 для закрытия влаги и заделки минеральных удобрений (2 ц/га аммиачной селитры). Посев проведен 2 мая пневматической сеялкой Master Drill D 600 на МТЗ-1221 с нормой высева 6 млн шт на 1 га. На всю площадь высеяно 43 кг семян.

В фазу «елочка» посевы были обработаны гербицидом Ларен в дозе 10 г/га опрыскивателем «Туман». Уборка льна проведена 21 сентября в фазу желтой спелости семян прямым комбайнированием (Енисей 1200). С площади 1,2 га собрано 1,6 т маслосемян в бункерном весе. Влажность вороха при уборке составила 17 %. Семена после предварительной очистки на машине СМ-4, высушены на напольной сушилке СКУ-5 до влажности 7 %.

Результаты производственного испытания представлены в таблице 32.

Таблица 32 - Производственное испытание технологии возделывания льна масличного в ООО «Леневское» Режевского района, 2015 г.

Показатель	Значение показателя
Густота растений, шт./м ²	310
Число коробочек, шт./раст.	19
Число семян, шт./раст.	110
Масса 1000 семян, г	5,6
Биологическая урожайность, ц/га	15,8

Полученные семена обладали хорошими посевными качествами: энергия прорастания через месяц после уборки составила 76,3 %, а всхожесть 78,8 %.

Если сравнить полученные результаты с оптимальными параметрами агрофитоценоза льна масличного, установленными на основании опытных данных, полученных в ФГБНУ «Уральский НИИСХ» за предыдущие 4 года, то очевидно, что урожайность семян могла быть выше при рекомендуемой густоте стояния растений на единице площади. Для того, чтобы к уборке на 1 м² насчитывалось 580-600 шт. растений, норма высева семян должна составлять 8-9 млн. шт. всхожих семян на 1 га. Именно такую норму высева следует использовать при выращивании льна масличного в Свердловской области.

Результаты производственных испытаний, проведенные в ОАО «Колос» Белоярского района и ООО «Леневское» Режевского района позволяют считать культуру льна масличного перспективной для возделывания в условиях Свердловской области.

8.2 Экономическая эффективность

Исследованиями, проведенными в течение трех лет, на типичных для Среднего Урала серых лесных почвах установлено, что здесь можно получать достаточно высокие урожаи семян льна масличного, что является предпосылкой достижения высокой рентабельности.

Производственная проверка технологии выращивания льна масличного в ОАО «Колос» позволила уточнить количество необходимых приемов и состав применяемых сельскохозяйственных машин и оборудования (приложение П).

Основой эффективности производства льна масличного является цена реализации и себестоимость. Калькуляция себестоимости – это расчет в денежном выражении затрат на производство и реализацию продукции. В условиях рыночной экономики роль и значение себестоимости продукции резко возрастают и лежат в основе показатель эффективности производства. С учетом применяемого набора техники, удобрений и средств защиты растений, а также принятых норм выработки были составлены технологические карты (приложение С) для получения урожайности семян.

Экономическая эффективность возделывания льна масличного обусловлена влиянием множества факторов – от конъюнктуры внутреннего рынка, формирующего спрос и соответственно цену реализации маслосемян до природно-климатических условий, определяющих в том числе показатель урожайности культуры. Кроме того, различные погодные и хозяйственно-экономические условия могут обусловить необходимость применения либо отказа от тех или иных агротехнологических приемов возделывания льна масличного. Так, в ОАО «Колос» чистый доход на 1 гектар составил 28,8 тыс. руб. (таблица 33).

Таблица 33 – Экономическая эффективность производства семян льна масличного в ОАО «Колос», 2014 г.

№ п.п.	Наименование показателя	Ед. изм.	2014 г.
1	Урожайность маслосемян	ц/га	20,1
2	Прирост произведенного объема семян	ц/га	11,1
3	Цена 1 ц маслосемян	руб.	3000,0
4	Стоимость продукции с 1га	руб.	60300,0
5	Стоимость дополнительной продукции с 1га	руб.	33300,0
6	Производственные затраты в расчете на 1га	руб.	31485,4

7	Себестоимость 1ц семян	руб.	1566,4
8	Дополнительные затраты на 1га	руб.	8052,3
9	Условный чистый доход на 1га	руб.	28814,6
10	Уровень рентабельности	%	91,5
11	Окупаемость дополнительных затрат	руб.	3,58

Расчеты показывают, что затраты на 1 гектар производства продукции по экстенсивной технологии составили 31,5 тыс. руб.

Структура затрат по производству льна масличного на маслосемена отражена на рисунке 11 (приложение Р).

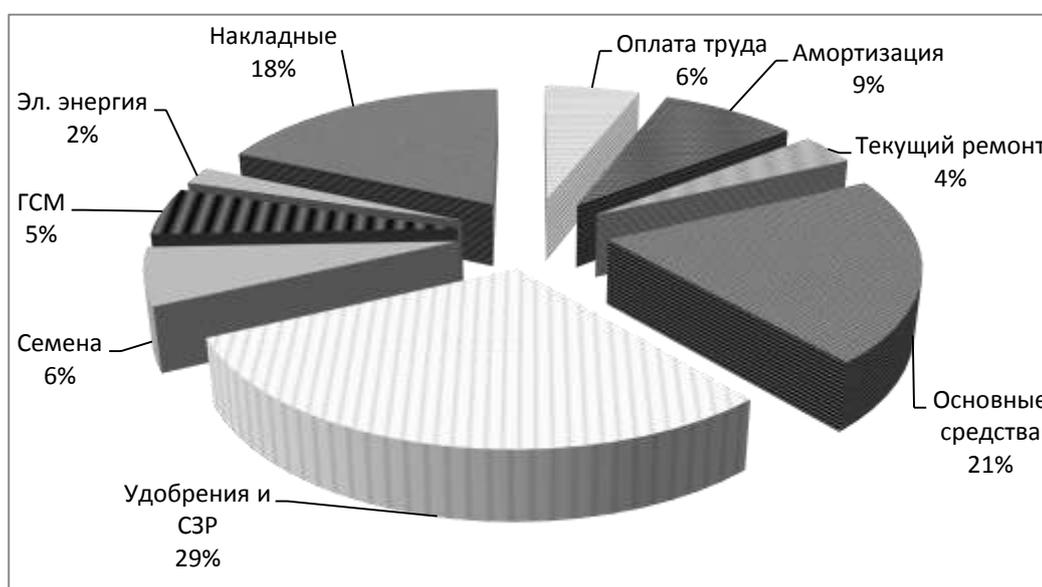


Рисунок 11 - Структура затрат по производству льна масличного на маслосемена, %.

Себестоимость 1 тонны семян составила 15664 руб/т, а рентабельность - 91,5 % (таблица 34).

Таблица 34 – Экономическая эффективность производства льна масличного сорта ЛМ 98 в ОАО «Колос», 2014 г.

Урожайность, т/га	Себестоимость, руб./т	Условный чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
2,01	15664,0	28814,6	91,5

При строгом соблюдении технологии возделывания производства, лён масличный можно возделывать с высокой экономической эффективностью.

Экономическая эффективность в 2013 году была ниже и составляла 53,0 – 71,0 %, а в 2014 году выше – 78,6 – 122,1 % (таблица 35, приложение Т). В среднем по годам рентабельность была 76,1 – 96,6 %. Условный чистый доход, в среднем за 3 года исследований колебался от 23,9 до 30,4 тыс. руб./га.

Таблица 35 - Экономическая эффективность производства льна масличного, 2013 – 2015 гг.

Сорт	Себестоимость, руб./т	Условный чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %			
	2013-2015 гг	2013-2015 гг	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013-2015 гг
ЛМ 98	15783,75	29271,65	60,6	110,8	108,0	93,1
Северный	15572,63	29670,59	71,0	102,3	109,9	94,4
С.л. 3846	17190,78	23894,31	53,9	78,6	95,7	76,1
С.л. 3893	15662,01	29272,15	70,1	108,0	101,3	93,1
С.л. 3813	16980,56	24293,18	62,5	89,0	80,5	77,3
С.л. 3850 (Уральский)	15689,02	30365,74	53,0	122,1	114,6	96,6

8.3 Биоэнергетическая эффективность выращивания льна масличного

Затраты совокупной энергии вложенные в основные средства производства при возделывании льна масличного в ОАО «Колос» составили 26,08 ГДж/га, трудовые ресурсы – 0,48 ГДж/га, оборотные средства производства – 9,62 ГДж/га (таблица 36).

Таблица 36 - Затраты совокупной энергии, вложенные на производство льна масличного в ОАО «Колос», ГДж/га

Год	Основные средства производства	Оборотные средства производства	Трудовые ресурсы	Итого
2014	26,08	9,62	0,48	36,18

Анализ коэффициента энергетической эффективности показал, что затраты при возделывании льна масличного окупаются в 1,52 раза энергией накопленных в семенах и в 4,25 раза общим урожаем (таблица 37).

Получение семян льна масличного в ОАО «Колос» Свердловской области при возделывании сорта ЛМ-98 с биоэнергетической точки зрения эффективно. Коэффициент энергетической эффективности составил 4,25.

Таблица 37 – Оценка биоэнергетической эффективности сорта ЛМ-98 в ОАО «Колос», 2014 г.

Урожайность, т/га		Энергосодержание в продукции, ГДж/га			Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности		
основной продукции	побочной продукции	в основной продукции	в побочной продукции	общее		основной продукции	побочной продукции	общее
2,01	5,5	55,05	98,61	153,66	36,18	1,52	2,73	4,25

Коэффициент энергетической эффективности за годы исследований составил от 3,8 – 4,12. При производстве основной продукции он составлял 1,36 – 1,56 (таблица 38).

Таблица 38 – Оценка биоэнергетической эффективности производства льна масличного, 2013 – 2015 гг.

Сорт	Урожайность, т/га		Энергосодержание, ГДж/га			Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности		
	основной продукции	побочной продукции	в основной продукции	в побочной продукции	общее		основной продукции	побочной продукции	общее
ЛМ 98	2,02	5,29	54,21	94,79	149,0	36,18	1,5	2,62	4,12
Северный	2,04	5,21	55,51	93,47	148,98	36,18	1,53	2,58	4,11
С.л. 3846	1,84	4,92	49,12	88,28	137,4	36,18	1,36	2,44	3,8
С.л. 3893	2,02	4,92	53,6	88,22	141,82	36,18	1,48	2,44	3,92
С.л. 3813	1,86	4,95	50,93	88,69	139,62	36,18	1,41	2,45	3,86
С.л. 3850 (Уральский)	2,06	4,98	56,39	89,35	145,74	36,18	1,56	2,47	4,03

Наибольший коэффициент энергетической эффективности был в 2014 году и варьировался от 3,95 – 4,36 (приложение У).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате трехлетних исследований, проведенных на серых лесных почвах Среднего Урала, выявлены особенности формирования урожая льна масличного, установлена зависимость его продуктивности от используемого сорта, нормы высева, глубины посева семян и срока уборки (скашивания) посевов для получения качественных семян. По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Почвенно-климатические условия Свердловской области соответствуют биологическим потребностям льна масличного. Большинство испытанных сортов способны формировать полноценные семена на Среднем Урале даже в условиях прохладного лета с избыточным количеством осадков.

2. Вегетационный период в 2013-2015 годах составил 97-109 суток. Более скороспелыми в среднем за три года исследований оказались селекционная линия 3813 - 97 суток и сорт Северный – 99 суток.

3. Среди изучаемых сортов льна масличного наибольшая урожайность семян получена у селекционной линии 3850 и сорта Северный, 2,06 и 2,04 т/га соответственно. Высокий уровень продуктивности достигается за счет большего числа растений на единице площади, числа коробочек на растении, числа семян с 1 растения и массы 1000 семян.

4. Среди изученных сортообразцов льна масличного по массе 1000 семян выделяются селекционная линия ФГБНУ «ВНИИ льна» 3850 и сорт Сибирский опытной станции ВНИИ масличных культур – Северный (соответственно 9,1 г и 9,0 г).

5. Для условий Среднего Урала оптимальной нормой высева льна масличного следует считать 9 млн шт. всхожих семян на 1 га. Это позволит формировать густоту продуктивных стеблей на уровне 670-700 шт./м², что является основой получения высокой урожайности семян льна. Дальнейшее увеличение нормы высева до 10 млн шт. семян на 1 га, не сопровождается достоверным увеличением урожайности семян льна масличного.

6. Оптимальной глубиной посева льна масличного на тяжелых по гранулометрическому составу почвах является 2-3 см. Более глубокая заделка семян приводит к снижению полевой всхожести, не обеспечивает формирование нужной густоты стеблестоя и приводит к достоверному снижению урожайности семян.

7. Семена с высокими показателями энергии прорастания и всхожести в условиях Среднего Урала можно получить при уборке льна масличного в фазу ранней желтой спелости. Лучшим сроком скашивания льна масличного при раздельном способе уборки является фаза начала желтой спелости. При этом высокая урожайность сочетается с хорошими посевными качествами. Неустойчивая погода в период созревания может привести к снижению посевных качеств семян.

8. Выращенные на Среднем Урале семена льна масличного по биохимическому составу равноценны семенам льна, полученным в традиционных регионах его возделывания. Некоторые различия в содержании белка, масла и его жирнокислотный состав обусловлены генотипом сорта и абиотическими условиями возделывания культуры.

9. Выращивание льна масличного на Среднем Урале оправдано в экономическом и биоэнергетическом отношении. При прямых затратах на гектар посева (до 31 тыс. руб./га), условно чистый доход составил от 23894,3 – 30365,7 руб., уровень рентабельности – от 76,1 до 96,6%.

10. Получение семян льна масличного в Свердловской области при возделывании всех изучаемых сортов и селекционных линий с биоэнергетической точки зрения эффективно. Коэффициент энергетической эффективности составил от 3,8 до 4,12.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В условиях Среднего Урала для расширения ассортимента сельскохозяйственных культур предлагается выращивать лен масличный, который способен формировать урожайность семян на уровне 1,5-2,0 т/га, или такую же, как и в традиционных регионах его возделывания.

2. В ФГБУ «Госсорткомиссия» дано предложение начать испытание новых сортов льна масличного на госсортоучастках Свердловской области.

3. Для гарантированного получения высококачественных семян льна масличного следует использовать испытанные в Свердловской области реестровый сорт Северный, а также перспективный сорт Уральский; высевать их с нормой 8-9 млн всх. семян /га, на глубину 2-3 см и убирать раздельным способом в фазу желтой спелости семян.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамов, Н.В. Производительность агроэкосистем / Н.В. Абрамов, Г.П. Селюкова // Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов. – Тюмень, 2000. – 26 с.
2. Абрамов Н.Г. Сроки сева и нормы высева семян льна / Н.Г. Абрамов // Повышение качества льнопродукции. – М.: Россельхозиздат, 1972. – С. 40-45.
3. Агроклиматические ресурсы Свердловской области. – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 158 с.
4. Адаптивное земледелие на Среднем Урале: состояние, проблемы и пути их решения; под общей редакцией д.с.-х. н. Н.Н.Зезина, д.э.н., чл.-корр. РАСХН А.Н.Семина. – Екатеринбург, 2010. – 338 с.
5. Алабушев, В.А. Растениеводство / В.А. Алабушев, А.В. Алабушев, Г.М. Зеленская и др. – Ростов, 2001. – 384 с.
6. Баздырев, Г.И. Эффективность интегрированной системы борьбы с сорняками / Г.И. Баздырев // Оптимизация перспективной системы земледелия Нечерноземной зоны. – М., 1987. – С 42-48.
7. Барбашов, А.В. Групповой состав белкового комплекса семян льна современных сортов / А.В. Барбашов, С.Ю. Ксандопуло // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2005. – № 4. – С. 71-72.
8. Беляк, В.Б. Лен масличный – ценная сельскохозяйственная культура многостороннего использования / В.Б. Беляк, В.Н. Бражников, О.Ф. Бражникова // Пути решения проблемы повышения адаптивности, продуктивности и качества зерновых и кормовых культур. – Самара, 2003. – С. 81-83.
9. Беляк, В.Б. Сравнительная характеристика масличных культур и некоторые аспекты возделывания льна в Пензенской области / В.Б. Беляк, Е.Ф. Семенова, В.Н. Бражников // Вопросы интенсификации с.-х. производства в исследованиях Пенз. НИИСХ: Научн. тр. Пенз НИИСХ. – Пенза, 1999. – 311 с.

10. Беляк, В.Б. К вопросу рационального использования эколого-продукционного потенциала льна сорта Санлин / В.Б. Беляк, Т.М. Фадеева, Е.Ф. Семенова // Проблемы рационального использования растительных ресурсов: Горский гос. аграрный университет. – Владикавказ, 2004. – С.243-245.

11. Богдан, Т.М. Лен масличный – источник растительного масла в Республике Беларусь / Т.М. Богдан, Л.М. Полонецкая // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси : тезисы юбилейной международной науч.-практ. конф., посвященной 80-летию образования Института земледелия, Жодино, 29 июня 2007 г. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»; редкол.: Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск, 2007. – С. 114-116.

12. Бородин, И.В. Некоторые вопросы агротехники льна масличного в Западной Сибири / И.В. Бородин // Масличные культуры в восточных районах СССР. – Краснодар: Изд-во «Советская Кубань», 1956. – С. 134-147.

13. Бунтуш, Т.А. Результаты научно-исследовательской работы по льну в Украинской ССР / Т.А. Бунтуш // Наука – льноводству. Труды ВНИИЛ. Вып. 8. – Торжок, 1970. С. 89-97.

14. Буряков, Ю.П. Масличный лен / Ю.П. Буряков, В.К. Ивановский, П.Ф. Осипов. – М.: Россельхозиздат, 1971. – С. 6-38.

15. Буряков, Н. Жмых льняной в кормлении перепелов / Н. Буряков, М. Бурякова // Комбикорма. – 2005. – № 2. – С.56.

16. Васьковский, Г.П. Смеси гербицидов / Г.П. Васьковский // Защита растений. – 1978. – № 8. – С. 46.

17. Виноградов, Д.В. Особенности формирования продуктивности льна масличного при разном уровне питания / Д.В. Виноградов, В.И. Перегудов, Н.А. Артемова, А.В. Поляков // Агрехимический вестник. – 2010. – № 3. – С.44-49.

18. Виноградов, В.Ф. Применение льняного масла холодного прессования в качестве лечебно-профилактического средства при атерогенном нарушении липидного обмена / В.Ф. Виноградов, Л.Е. Смирнова, С.В. Школовой, И.В. Ущাপовский // Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствовани-

ния технологии возделывания и первич. перераб. льна-долгунца. –Торжок, 2000. – С. 83-85.

19. Воробьев, Н.Е. Вредоносность сорных растений и конкурентоспособность сельскохозяйственных культур / Н.Е. Воробьев, Б.М. Салыбаева, Е.М. Шабанова. – М., 1988. – С. 189-206.

20. Гайнуллин, Р. М. Научное обоснование приемов возделывания люпина и льна масличного и воспроизводство плодородия почв в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. д-ра с.-х. наук / Р.М. Гайнуллин – Немчиновка, 2008. – 39 с.

21. Гайнуллин, Р.М. Перспективные направления селекции льна / Р.М. Гайнуллин // «Научное обеспечение устойчивого ведения сельскохозяйственного производства в условиях глобального изменения климата»: материалы международной научно-практической конференции. – Казань: Фолианть, 2010. – С. 454-456.

22. Гайнуллин, Р.М. Лен масличный / Р.М. Гайнуллин, Д.А. Краснова, М.Ш. Тагиров. – Казань, 2005. – 86 с.

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

24. Галкин, Ф.М. Лен масличный – перспективная рыночная культура для Северного Кавказа / Ф.М. Галкин, Л.Г. Рябенко // Главный агроном. – 2005. – № 5. – С. 77.

25. Галкин, Ф.М. Перспективы селекции льна масличного на качество масла / Ф.М. Галкин, И.В. Шведов, Л.Г. Рябенко // Научно-технические аспекты производства экологически чистых масел, белковых продуктов с высокими потребительскими качествами: сб. докладов междунар. науч.-практич. конф. – Краснодар, 2003. – С. 116-119.

26. Гафуров, Ф.Г. Почвы Свердловской области / Ф.Г. Гафуров. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. – 396 с.

27. Геворкянц, С.А. Место масличных культур в севооборотах с травосеянием / С.А. Геворкянц // Тр. Всесоюзн. научн.-методич. совещания по масл. культурам (16-21 июня 1946 г.). – Краснодар, 1946. – С. 340-352.

28. Голубкина, Н.А. Селен в питании: растения, животные, человек / Н.А. Голубкина, Т.Т. Папазян. – М., 2006. – 56 с.
29. Гончарова, Т.А. Энциклопедия лекарственных растений (лечение травами) / Т.А. Гончарова. – М.: Дом МСП, 1998. – Т. 1. – С. 359-360.
30. Гореева, В.Н. Влияние предпосевной обработки семян и приемов посева на вынос азота, фосфора и калия с урожаем льна масличного ВНИИМК 620 в условиях Среднего Предуралья / В.Н. Гореева, Е.В. Корепанова, И.Ш. Фатыхов, К.В. Крепанова // Пермский аграрный вестник. – 2015. - № 4 (12). – С. 13-17.
31. Гореева, В.Н. Влияние сроков посева на продуктивность льна масличного ВНИИМК 620 в условиях Среднего Предуралья / В.Н. Гореева, Е.В. Корепанова, К.В. Кошкина // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях : материалы Международной научн.-практ. конф. В 3-х т. Т. 1 / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. – С. 14-18.
32. Гореева, В.Н. Масличный лен – перспективная культура для Среднего Предуралья / В.Н. Гореева, К.В. Кошкина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 4 (29). – С. 8-9.
33. Гореева, В.Н. Предпосевная обработка семян и продуктивность льна масличного сорта ВНИИМК 620 в условиях Среднего Предуралья / В.Н. Гореева, К.В. Кошкина, Е.В. Корепанова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. - № 8 – С. 21-24.
34. Гореева, В.Н. Продуктивность и фотосинтетическая деятельность льна масличного ВНИИМК 620 при разных способах посева и нормах высева / В.Н. Гореева, И.Ш. Фатыхов, Е.В. Корепанова, К.В. Корепанова // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 1. – Т. 30. – С. 40-43.
35. Гореева, В.Н. Продуктивность льна масличного ВНИИМК 620 в зависимости от способов посева и нормы высева / В.Н. Гореева, К.В. Кошкина, Е.В. Корепанова // Вестник ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3 (6). – С. 10–13.

36. Гореева, В.Н. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на глубину посева семян / В.Н. Гореева, К.В. Кошкина, Е.В. Корепанова // Пермский аграрный вестник. – 2013. - № 4 (4). – С. 11–14.

37. Гореева, В.Н. Содержание жира и микроэлементов в семенах сортов льна масличного в Среднем Предуралье / В.Н. Гореева, К.В. Корепанова, Е.В. Корепанова // Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы: материалы VII Всеросс. науч.-практ. конф. Молодых ученых (22 декабря 2014 г.). – Ч.1. – Уфа : Башкирский ГАУ, 2014. – С. 45–50.

38. Гореева, В.Н. Содержание жира и сбор масла коллекционными образцами льна масличного / В.Н. Гореева, Е.В. Корепанова, К.В. Кошкина // Вестник Ижевской ГСХА. – № 3 (32). –2012. – С. 6-7.

39. Гореева, В.Н. Структура урожайности льна масличного ВНИИМК 620 в СПК им. Калинина Дебёсского района / В.Н. Гореева, К.В. Корепанова, А.В. Сунцов, Е.В. Кожевникова // Агротомическому факультету Ижевской ГСХА – 60 лет: материалы Всеросс. науч.-практ. конф.: сборник статей / отв. за выпуск А.М. Ленточкин. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 88–92.

40. Гореева, В.Н. Фитосанитарное состояние посевов и гидротермические условия почвы при разных сроках посева льна масличного ВНИИМК 620 в Среднем Предуралье / В.Н. Гореева, К.В. Корепанова, Е.В. Корепанова // Роль филиала кафедры на производстве в инновационном развитии сельскохозяйственного предприятия: материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 30-летию филиала кафедры растениеводства ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА в СХПК имени Мичурина Вавожского района Удмуртской Республики (25–27 июня 2014 г.). – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 108–114.

41. ГОСТ 10582–76. Семена льна масличного. Промышленное сырье. Технические условия. – М., Изд-во стандартов. – 1977. – 2 с.

42. ГОСТ Р 52325–2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. – М.: Стандартинформ. – 19 с.

43. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Официальное издание. – М., Минсельхоз России, 2014. – С. 539-551.
44. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1.» Сорты растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ Росинформагротех», 2016. – 504 с.
45. Гудинова, Е.Н. Влияние минеральных удобрений на урожай льна в лесостепи Омской области / Е.Н. Гудинова // Биология, селекция и агротехника полевых культур в Западной Сибири: Науч. тр. Омского с.-х. ин-та. – Омск, 1973. – С. 106-108.
46. Дмитриченко, М.И. Товароведение и экспертиза пищевых жиров, молока и молочных продуктов / М.И. Дмитриченко, Т.В Пилипенко. – СПб.: Питер, 2004. – 352 с.
47. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стереотип. – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с., ил.
48. Дьяков, А.Б. Физиология и экология льна / А.Б. Дьяков. – Краснодар, 2006. – 224 с.
49. Живетин, В.В. Масличный лен и его комплексное развитие / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. – Москва, 2000. – 92 с.
50. Живетин, В.В. Лен на рубеже 20–21 веков / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. – М.:ИПО «Полигран», 1995. – 120 с.
51. Живетин, В.В. Лен и его комплексное использование / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург, О.М. Ольшанская. – М., 2002. – 394 с.
52. Жуковский, П.М. Культурные растения и их сородичи. Систематика, география, цитогенетика, иммунитет, экология, происхождение, использование / П.М. Жуковский. – Л.: Колос, 1971. – С. 414–421.
53. Жученко, А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений / А.А. Жученко // Сельскохозяйственная биология. – 2000. – № 3. – С. 3-29.

54. Захаренко, А.В. Действие разных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на сорный компонент агрофитоценоза и урожайность полевых культур / А.В. Захаренко // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов сельскохозяйственных культур от сорной растительности. – Пушкино, 1955. – С 51-52.

55. Зеленцов, С.В. Количественная и качественная оценка слизей семян масличных сортов льна *L. Usitatissimum* L. / С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2012. – № 2 (151-152). – С. 95-102.

56. Зеленцов, С.В. К вопросу о типе соцветия льна обыкновенного *Linum usitatissimum* L. / С.В. Зеленцов, Е.В. Мошненко, Л.Г. Рябенко [и др.] // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2012. – № 2 (151-152). – С. 78-91.

57. Зеленцов, С.В. Получение двух поколений льна масличного в течение одного полевого сезона как резерв для ускорения селекционного процесса (сообщение I) / С.В. Зеленцов, Л.Г. Рябенко, Е.В. Мошненко [и др.] // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2014. – Вып. 1 (157-158). – С. 73-80.

58. Зеленцов, С.В. Искусственное дозаривание семян льна масличного как способ смещения повторных летних посевов на более ранние сроки (сообщение II) / С.В. Зеленцов, Л.Г. Рябенко, Е.В. Мошненко [и др.] // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2014. – Вып. 1 (157-158). – С. 80-87.

59. Зубцов, В.А. Льняное семя – функциональная пища / В.А. Зубцов, Н.В. Антипова, Л.Л. Осипова, В.П. Козлов // ВНИПТИМЛ. Тверь: ООО Комис – м. Матер. I междун. науч.-практ. конф. «Растительные ресурсы для здоровья человека (возделывание, переработка, маркетинг)». – М.: Сергиев-Посад, 2002. – С. 360-362.

60. Игнатьев, Б.К. Лен масличный как покровная культура / Б.К. Игнатьев // Масличные культуры. – Краснодар, 1940. – С.21-23.

61. Игнатова, О.М., Прозоровская Н.Н., Баранова В.С. и др. Биологическая активность льняного масла как источника ω -3 α -линоленовой кислоты / О.М. Игнатова, Н.Н. Прозоровская, В.С. Баранова [и др.] // Биомед. химия. – 2004. Т. 50, Вып. 1. – С. 25-28.

62. Искаков, К.А. Лен масличный в Кустанайской области / К.А. Искаков // Масличные культуры. – 1986. - № 5. – С. 28.

63. Карпушин, А.Н. Возможности возделывания льна масличного на серых лесостепных почвах Краснодарского края / А.Н. Карпушин, А.С. Бушнев // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – Краснодар, 2004. – Вып. 2 (131). – С.77-79.

64. Картамышев, В.Г. Селекция льна масличного / В.Г. Картамышев, Е.В. Картамышева, Т.Н. Лучкина // Тр. Донской опытной станции масличных культур им. Л.А. Жданова, 2004. – С. 118-124.

65. Ключкин, В.В. Эффективная переработка семян рапса и льна на пищевые растительные масла / В.В. Ключкин //Масложировая промышленность. 1995, № 5-6. – С. 1-5.

66. Коломейченко, В.В. Растениеводство / Учебник / В.В. Коломейченко. – М.: Агробизнесцентр, 2007. – 600 с.

67. Коломникова, Г.Д. Рост, развитие и продуктивность льна масличного при двухстороннем использовании в зависимости от метеорологических условий, предшественников и минеральных удобрений в Южной лесостепи Омской области: автореф. дис...канд. с.-х. наук / Г.Д. Коломникова. – Омск, 1978. – 25 с.

68. Коломникова, Г.Д. Лён масличный – культура эффективная / Г.Д. Коломникова, И.И. Бакуменко, Л.Д. Дашьянц // Масличные культуры. – 1982. – № 1. – С. 19-20.

69. Колотов, А.П. Перспективы возделывания льна-долгунца в Свердловской области / А.П. Колотов // Нива Урала. – 2010. – № 4. – С. 7-8.

70. Колотов, А.П. Перспективы возделывания льна масличного в условиях Свердловской области / А.П. Колотов // Нива Урала. – 2011^а. – № 3. – С. 22-23.

71. Колотов, А.П. Интродукция культуры льна масличного на Среднем Урале, А.П. Колотов // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы IX Международного симпозиума.– Том I. – М.: РУДН, 2011^б. – С. 70-73.

72. Колотов, А.П. Экологическое испытание сортов льна масличного в условиях Свердловской области / А.П. Колотов // Научное обеспечение развития АПК в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практ.конф (15-18 февраля 2011 г.) в 3 т. Т.1/ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011^в. – С. 70-75.

73. Колотов, А.П. Лен масличный – новая культура на Среднем Урале / А.П. Колотов // Совершенствование системы земледелия Южного Урала: материалы координационного совета (ГНУ Челябинский НИИСХ; ГНУ Оренбургский НИИСХ; ГНУ Курганский НИИСХ; ГНУ Уральский НИИСХ; ГНУ Башкирский НИИСХ) по разработке и внедрению адаптивно-ландшафтных систем земледелия. – Челябинск, 2012^а. – С. 141-144.

74. Колотов, А.П. Перспективы выращивания льна масличного в условиях Среднего Урала / А.П. Колотов // Нива Урала, 2012^б. – № 3. – С. 12-13.

75. Колотов, А.П. Лён масличный как перспективная культура для АПК Свердловской области / А.П. Колотов // Повышение эффективности сельскохозяйственного производства в степной зоне Урала (Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию ГНУ Оренбургского НИИСХ). ГНУ Оренбургский НИИ сельского хозяйства Россельхозакадемии. – 2012^в. – С.243-247.

76. Колотов, А.П. Расширение ареала возделывания льна масличного в Уральском федеральном округе / А.П. Колотов // «Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК», 2012^г. – Вып. 1 (150). – С. 96-99.

77. Колотов, А.П. Сроки посева и нормы высева льна масличного в условиях Свердловской области / А.П. Колотов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса России: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Р.Г. Гареева. – Казань: Центр инновационных технологий, 2012^д. – С. 227-231.

78. Колотов, А.П. Особенности возделывания льна масличного в Свердловской области / А.П. Колотов // Нива Урала. – 2013^а. – № 1/2. – С. 6-8.

79. Колотов, А.П. Продуктивность льна масличного при различной глубине заделки семян в условиях Среднего Урала / А.П. Колотов // Совершенствование

адаптивно-ландшафтных систем земледелия на Южном Урале: материалы координационного совета (ГНУ Челябинский НИИСХ, ГНУ Курганский НИИСХ, ГНУ Оренбургский НИИСХ, ГНУ Уральский НИИСХ, ГНУ Башкирский НИИСХ (Россельхозакадемия) по разработке и внедрению адаптивно-ландшафтных систем земледелия. – Куртамыш: ГУП «Куртамышская типография», 2013^б. – С. 195-199.

80. Колотов, А.П. Лен масличный на Среднем Урале / А.П. Колотов, С.Л. Елисеев // Пермский аграрный вестник. – 2014^а. – № 1 (5). – С. 15-19.

81. Колотов, А.П. Влияние глубины посева семян на полевую всхожесть и урожайность льна на тяжелосуглинистых почвах Свердловской области / А.П. Колотов, О.В. Синякова // Эколого-биологические проблемы использования природных ресурсов в сельском хозяйстве. Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Екатеринбург, Уральское издательство. – 2014^б. – С. 196-200.

82. Колотов, А.П. Продуктивность новых селекционных линий льна масличного на Среднем Урале / А.П. Колотов, О.В. Синякова // Наука, инновации и образование в современном АПК: материалы Международной научно-практической конференции. В 3 т. 11-14 февраля 2014 г. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014^в. – Т. 1. – С. 117-121.

83. Корепанова, Е.В. Изучение коллекционных образцов льна масличного в условиях Среднего Предуралья / Е.В. Корепанова, В.Н. Гореева, К.В. Кошкина // Инновационному развитию АПК и аграрному образованию – научное обеспечение: материалы Всеросс. науч.-практ. конф. (Ижевск, 14–17 февр. 2012 г.) / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2012. – Т. 1. – С. 84–88.

84. Корепанова К.В. Реакция льна масличного на абиотические условия и приемы посева в Среднем Предуралье: автореф. дис... канд. с.-х. наук / К.В. Корепанова. – Уфа, 2016. – 20 с.

85. Косов, Н.П. Масличные культуры / Н.П. Косов, Х.Х. Рамеев, З.А. Лапаева. – Казань: Татгосиздат, 1952. – 108 с.

86. Кошкина, К.В. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на предпосевную обработку семян в Среднем Предуралье / К.В. Кошкина, В.Н. Гореева, Е.В.

Корепанова // Агрохимия в Предуралье: история и современность: материалы Всеросс. науч.-практ. конф., посвященной 55-летию кафедры агрохимии и почвоведения (9 ноября 2012 г.) / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХАВ. – Ижевск, 2012. – С. 111–116.

87. Краснова, Д.А. Генетические особенности и перспективы использования сортообразцов льна масличного / Д.А. Краснова // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 12. – С. 26-27.

88. Кроль, Т.А. Рост и продуктивность льна масличного в условиях центрального региона РФ, используемого как лекарственное средство / Т.А. Кроль, В.Д. Стрелец // Сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. «Агротехнологии XXI века» / Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К.А.Тимирязева. – М., 2007. – 224-226.

89. Кудрявцев, В.А. Защита льна от болезней, вредителей, сорняков / В.А. Кудрявцев // Достижения науки и техники АПК. – 2002. – № 6. – С. 23.

90. Кузин, А.М. Общая химия / А.М. Кузин. – М.: Госиздат «Высшая школа», 1961. – 254 с.

91. Кузнецова, Г.Н. Оптимизация минерального питания льна масличного в южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / Г.Н. Кузнецова. – Омск, 2004. – 18 с.

92. Кузнецова, Г.Н. Отзывчивость сортов льна масличного на фоны минерального питания / Г.Н. Кузнецова // Науч. техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2003. – Вып. 128. – С. 39-41.

93. Куклина, Р.Е., Беляева А.С. Технология возделывания льна масличного в условиях республики Марий Эл / Р.Е. Куклина, А.С. Беляева // Проблемы адаптивной интенсификации с.-х. производства Северо-Восточного региона России. – Киров, 1999. – С. 42-44.

94. Лазаускас, П.М. Количественная зависимость между массой сорных растений и продуктивностью / П.М. Лазаускас. – М., 1980. – С. 54-57.

95. Ламбин, А.З. Влияние допосевной обработки семян растворами микроэлементов на урожай сельскохозяйственных культур / А.З. Ламбин // Микроэлементы в жизни растений и животных. – М.: АН СССР, 1952. – С. 381-399.

96. Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия / Под. ред. Г.П. Яковлева и К.Ф. Блиновой. – СПб., 2004. – 665 с.

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

98. Лён. Технология возделывания и защиты от вредных организмов / А.П. Шиндин, Л.М. Захарова, В.Я. Тихомирова, Л.Н. Павлова, Т.А. Рожмина. – М: ООО НПО «РосАгроХим», 2012. – 144 с. Ил.

99. Лисицин, А.Н. Расширение переработки семян крестоцветных культур и льна для северных регионов России / А.Н. Лисицин, В.Н. Григорьева // Масложировая промышленность. – № 4. – 2000. – С. 8-10.

100. Лошкомойников, И.А. Рекомендации по возделыванию льна масличного в Омской области / И.А. Лошкомойников, В.В. Крюкова, А.Н. Пузиков и др. – Искилькуль, 2000.–10 с.

101. Лукомец, В.М. Лен масличный – культура перспективная. / В.М. Лукомец [и др.] // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2013. – № 2. – С. 63 (3).

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

103. Лукомец, В.М. Научное обеспечение развитие производства масличных культур – перспективного сырья для корма животных / В.М. Лукомец // Зернофураж России / Под редакцией д-ра с.-х. наук В.М.Косолапова.– Москва-Киров: ОАО «Дом печати – Вятка», 2009. – С. 282-306.

104. Лукомец В.М. Семена масличных культур – сырье для производства пищевого и кормового белка / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев // Научное обеспечение производства зерна России. – зерноград, 2004. – С. 219-232.

105. Лукомец, В.М. Практическое руководство по возделыванию льна масличного в Краснодарском крае / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев, Ф.М. Галкин и др. – Краснодар, 2003. – 18 с.

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

107. Лукомец, В.М. Состояние и перспективы производства льна масличного в России / В.М. Лукомец, А.В. Кочегура, Л.Г. Рябенко // Внедрение инновационных разработок в целях повышения экономической эффективности в льняном комплексе России: материалы деятелей науки вузов отечественных и зарубежных стран, научных работников организаций по производству и переработке льна, а также текстильных и машиностроительных предприятий. – Вологда, 2012. – С. 41-46.

108. Льноводство / А.Р. Рогаш, Н.Г. Абрамов, В.А. Толковский и др. – М.: Колос, 1967. – 584 с.

109. Маковский, Н. Что необходимо для выращивания масличного льна / Н. Маковский, В. Самсонов //Агрэкономика. – 2004. – № 9. С. – 44-45.

110. Малакотина, С.М. Размещение основных полевых культур в льняных севопольных севооборотах Нечерноземной полосы: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / С.М. Малакотина. – М., 1956. – 19 с.

111. Мелешкевич, И.С. Лучшие предшественники льна / И.С. Мелешкевич // Передовые приемы в льноводстве / Под ред. В.Н. Озерова. – М.: Гос. изд-во с.-х. литературы, 1958. – С. 13-17.

112. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общей редакцией В.М. Лукомца, чл-корр. РАСХН, д-ра с.-х. наук. Издание второе, переработанное и дополненное. – Краснодар, 2010. – 327 с.

113. Методология и методика энергетической оценки агротехнологий в агроландшафтах / Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева. – М., 2007. – 45 с.

114. Методические рекомендации по обоснованию энергетических эквивалентов на машины и оборудование для агропромышленного комплекса / ВАСХНИЛ. – М.: ВАСХНИЛ, 1987. – 35 с.

115. Методические указания по изучению коллекции льна вида *Linum usitatissimum* L. – Л, 1988. – 29 с.
116. Минкевич, И.А. Лен масличный в СССР / И.А. Минкевич. – Краснодар, 1940. – С. 188.
117. Минкевич, И.А. Культура льна-кудряша, периллы и ляллеманции / И.А. Минкевич. – Краснодар: Краевое кн. изд-во, 1949. – С. 108.
118. Минкевич, И.А. Лен масличный / И.А. Минкевич. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 179 с.
119. Минкевич, И.А., Борковский В.Е. Масличные культуры / И.А. Минкевич, В.Е. Борковский. – М.: Сельхозгиз, 1955. – 415 с.
120. Миронов, В.Г. Допосевное и послепосевное прикатывание почвы / В.Г. Миронов. – Ставрополь, 1958. – 24 с.
121. Мищенко, Л.Ю. Биохимические особенности семян линий льна масличного, различающихся по окраске семени / Л.Ю. Мищенко // Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ масличных культур. – 2001. – Вып. 124. – С. 112-113.
122. Мовчан, В.В. Агробиологические особенности выращивания сортов льна масличного в условиях юга степи Украины / В.В. Мовчан // Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ масличных культур. – 2001. – Вып. 124. – С. 156-158.
123. Морозов, И.В. Формирование урожаев льна масличного в условиях Верхневолжья Центрального района: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / И.В. Морозов. – Балашиха, 2001. – 19 с.
124. Мошненко, Е. В. Роль фотопериода в формировании морфологических и палинологических признаков льна масличного *Linum usitatissimum* L. / Е.В. Мошненко, И.С. Бондаренко // Проблемы общей ботаники – традиции и перспективы: Сб. материалов II международной интернет-конференции. – Казань: ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) Федеральный университет, 10–12 ноября 2011 г. – С. 87–91.

125. Мхитарьянц, Л.А., Тарасов В.Е., Токарева Е.Н., Власова Н.М. Исследование некоторых свойств новых сортов семян льна / Л.А Мхитарьянц, В.Е. Тарасов, Е.Н. Токарева, Н.М. Власова // Тез. докл. 2 Всерос. науч.-теорет. конф.. «Прогрессив. экол. – безопасные технологии хранения и комплекс. перераб. сельхозпродукции для создания продуктов питания повыш. пищ. и биол. ценности». – Углич, 1996. Ч. 2. – С. 436-437.

126. Мюррей, М. Жирные кислоты и наше здоровье / М. Мюррей. – М.: Коралл Клаб, 1999. – С. 32.

127. Наумчик, Д.А. Основные элементы технологии возделывания льна масличного в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / Д.А. Наумчик. – Ставрополь, 2004. – 17 с.

128. Наумчик, Д.А. Технологические приемы возделывания масличного льна / Д.А. Наумчик // Сб. науч. тр.: Селекция, семеноводство и технология возделывания кормовых культур. – Ставрополь, 2001. – С. 163-165.

129. Новожилов, Н.П. Прогрессивная технология возделывания льна-долгунца в ОПХ имени В.И. Ленина / Н.П. Новожилов, Т.В. Валяева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 6 с.

130. Обьедков, М.Г. Лён-долгунец / М.Г. Обьедков. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 223 с.

131. Окунцов, М.М. Физиологическое значение меди для растений и влияние ее на урожай / М.М. Окунцов // Микроэлементы в жизни растений и животных. – М.: АН СССР, 1952. – С. 371-380.

132. Оленников, Д.Н., Танхаева Л.М. Исследование процесса экстракции полисахаридов семян льна (*Linum usitatissimum* L.) / Д.Н. Оленников, Л.М. Танхаева. – Химия растительного сырья. – 2007. – № 4. – С. 79–83.

133. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 473-479.

134. Пащенко, Л.П. Использование семян льна для повышения биологической ценности хлебобулочных изделий / Л.П. Пащенко, Г.Г. Странацко, Н.Н. Бул-

гакова, Ю.А. Кулакова, Е.П. Золоторева //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 4. – С. 82-85.

135. Пащенко, Л.П. Характеристика семян льна и их применение в производстве продуктов питания / Л.П. Пащенко, А.С. Прохорова, Я.Ю. Кобцева и др. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 7. – С.56-57.

136. Пейве, Я.В. Значение бора, марганца и меди в повышении урожая льна / Я.В. Пейве // Микроэлементы в жизни растений и животных. – М.: АН СССР, 1952. – С. 219-228.

137. Перегудов, Н.И. Лен масличный на Ставрополье / Н.И. Перегудов. – Ставрополь: Кн. изд-во, 1954. – 21 с.

138. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна-долгунца: метод. рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 68 с.

139. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна масличного: метод. рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 52 с.

140. Петров, А.С. Хозяйственная ценность льна масличного как лекарственной культуры / А.С. Петров, С.А. Кузнецов, Л.С. Мемищева // Лесные биологические ресурсы. Матер. III междун. конф. – Хабаровск, 2007. – С. 326-330.

141. Пивень, В.Т., Семеренко С.А. Практическое руководство по возделыванию льна масличного в Краснодарском крае / В.Т. Пивень, С.А. Семеренко. – Краснодар, 2003. – С. 11-12.

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

143. Поляков, А.В. Состав жирных кислот семян льна (*Linum usitatissimum* L.) / А.В. Поляков, О.Ф. Чикризова, Л.В. Никитина, И. Рутковска-Краусе, М. Бискупский // Материалы III Междунар. науч.-производств. конф. «Интродукция нетрадиционных и редких с.-х. растений». – Пенза, 2000. – Т. 3. – С.10-11.

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

145. Постников, А.Н. Лён (*Linum*) / А.Н. Постников // В сб.: «Большая Российская Энциклопедия». – М., Большая Российская Энциклопедия, 2010. – Т. 17. – С. 219.

146. Посыпанов, Г.С. Теоретические основы норм, сроков, способов посева и глубины заделки семян полевых культур / Г.С. Посыпанов, Т.П. Кобозева. – М.: МСХА, 1994. – 23 с.

147. Прозоровская, Н.Н. Льняное масло как биологически активная добавка (ГУНИИ биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича РАМН) / Н.Н. Прозоровская, Д.А. Гусева // Масла и жиры. – 2008. – № 5. – С. 26-27.

148. Прудников, В.А. Влияние уровня азотного питания на содержание и потребление элементов питания растениями льна масличного по фазам развития / В.А. Прудников, П.А. Евсеев, Д.А. Белов // Земледелие и защита растений. – 2014. – № 1. – С. 41-43.

149. Прудников, С.М. Способ идентификации масличных семян льна и продуктов их переработки / С.М. Прудников, А.И. Блягоз, И.И. Украинцева, А.А. Шаззо // Из. вузов. Пищевая технология. – 2006. – № 2-3. – С. 95-96.

150. Раскин, М.С. Комплексные гербициды. Вопросы теории и практики / М.С. Раскин // Состояние и пути совершенствования интегрированной защиты посевов сельскохозяйственных культур от сорной растительности. – Пущино, 1995. – С. 128.

151. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Г.В. Коронев и др.: под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: Колос, 1997. – 456 с.

152. Результаты сортоиспытания сельскохозяйственных культур на гос-сортоучастках Пермского края за 2014 год. Филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Пермскому краю. – Пермь, 2014. – 63 с.

153. Рекомендации по возделыванию льна масличного в Омской области. – Исилькуль, 2011. – 16 с.

154. Руденко, В.И. Рекомендации по возделыванию льна масличного в колхозах и совхозах РСФСР / В.И. Руденко. – М., 1988. – 24 с.
155. Рухляева, Н.М. Влияние микроэлементов на развитие масличного льна / Н.М. Рухляева // Масличные культуры. – Краснодар, 1940. – С. 401-403.
156. Ручка, В.А. Основные элементы технологии возделывания льна масличного в условиях южной степи Украины / В.А. Ручка // Науч. техн. бюл. ВНИИМК. – Краснодар, 2001. – Вып. 124. – С. 154-155.
157. Рыжеева, О.И. Лен масличный / О.И. Рыжеева // Руководство по селекции и семеноводству масличных культур. – М.: Колос, 1967. – С. 121-172.
158. Рыжеева, О. И. Лён (*Linum*) / О.И. Рыжеева // В сб.: «Большая Советская Энциклопедия» – М.: Советская Энциклопедия, 1973. – Т. 14. – С. 289.
159. Сажинов, Ю.Г. Элементный состав масла льняного / Ю.Г. Сажинов, А.Е. Грищенко, Т.А. Гарш // «Совершенствование технологии улучшение качества пищ. продуктов»: материалы науч.-техн. конф. /Вологда-Молочное, 1994. – Вып. 1. – С. 57-58.
160. Санин, А.А. Технология возделывания льна масличного в зоне Среднего Поволжья (рекомендации) / А.А. Санин, Л.А. Косых. – Кинель, 2006. –16 с.
161. Санин, А.А. Перспективы возделывания льна масличного в Самарской области / А.А. Санин, В.Ф. Казарин, В.Ф. Борисов, А.В. Казарина // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы VI междунар. симпозиума. – М., 2005. – Т. 3. – С. 209-211.
162. Сафина, Н. Технология возделывания льна масличного в зоне Среднего Поволжья / Н. Сафина // Главный агроном. – 2011. – № 10. – С. 20-21.
163. Сафонов, М.Д. Лен масличный / М.Д. Сафонов. – М.: Сельхозиздат, 1954. – 24 с.
164. Северов, В.И. Некоторые проблемы производства высокобелковых кормов растительного происхождения / В.И. Северов // Экспресс-информация / Гос.НИИ авиационных систем. – 2002. – № 13. – С. 8-10.

165. Семенова, Е.Ф. Биохимическая характеристика липидов семян некоторых сортов льна / Е.Ф. Семенова, А.Т. Прохорова, Т.Б. Алымова, Э.И. Горшкова // Вестник Всероссийского НИИ жиров. – 2002. – № 2. – С. 11-12.

166. Семенова, Е.Ф., Фадеева Т.М. Об определении корреляций у растений линолы / Е.Ф. Семенова, Т.М. Фадеева // Современные методы адаптивной селекции зерновых и кормовых культур. – Самара, 2003. – С. 294-296.

167. Семихненко, П.Г. Некоторые приемы возделывания льна масличного в Кустанайской области Целинного края / П.Г. Семихненко, Ю.П. Буряков // Масличные и эфиромасличные культуры. – М.: Изд.-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1963. – С.435-439.

168. Сизов, И.А. Воздействие метеорологических факторов и географических условий на рост и развитие льна / И.А. Сизов // Тр. по прикл. бот., ген. и селекции. – 1958. – Т. 31. – Вып. 3 – С. 3–25.

169. Синская, Е.Н. Классификация льна как исходного материала для селекции и его эволюция / Е.Н. Синская // Сб. работ по биол. развития и физиологии льна. – М.: Сельхозгиз, 1954. – С. 45–102.

170. Синягин, И.И. Площади питания растений / И.И. Синягин. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 165 с.

171. Соловьев, А.Я. Льноводство / 2-е издание /А.Я. Соловьев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.

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

173. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М.: Изд-во Агрорус, 2007. – 594 с.

174. Стеблинин, А.Н. Продовольственное значение семян льна / А.Н. Стеблинин, В.П. Козлов //Аграрная наука. – 2001. – Вып. 12. – С. 10-12.

175. Стрелец, В.Д. Продуктивность сортов и жирно-кислотный состав масла семян льна масличного, выращенного в условиях Московской области / В.Д. Стрелец, Т.А. Кроль // Известия ТСХА, выпуск 1, 2010. – С 121-127.

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

177. Тихвинский, С.Ф., Плаксина Г.Ф., Бахтина Н.К. Изучение смесей гербицидов на льне / С.Ф. Тихвинский, Г.Ф. Плаксина // Лен и конопля. – 1978. - № 5. – С. 34-35.

178. Тоблер, Ф. Происхождение и ботаническое описание льна / Ф.Тоблер // Лен как прядильное и масличное растение. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1931. – С. 9-43.

179. Товстановская, Т.Г. Продуктивность сортообразцов коллекции льна масличного в зависимости от различного соотношения элементов урожая / Т.Г. Товстановская // Наук.-техн. бюл. інституту олійних культур УААН. – Запоріжжя, 2000. – Вып. 5. – С 89-97.

180. Ущাপовский, И.В. Расширение спектра использования семени льна в производстве продуктов функционального назначения / И.В. Ущাপовский, Л.П. Пашенко, А.С. Прохорова, Л.А. Коваль, В.П. Козлов и др. // Научное обеспечение национального проекта «Развитие АПК». – Тверь, 2006. – С. 160-162.

181. Фатыхов, И.Ш. Реакция льна масличного сорта ВНИИМК 620 на сроки посева в Среднем Предуралье / И.Ш. Фатыхов, В.Н. Гореева, К.В. Кошкина, Е.В. Корепанова // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2014. – Вып. 1 (157-158). – С. 87-91.

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

183. Федосова, Н.М. Анатомическое строение масличного льна / Н.М. Федосова, А.С. Пешкова // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 10. – С. 17-18.

184. Федосова, Н.М. Влияние селекционного сорта на качество волокна масличного льна / Н.М. Федосова, А.С. Пешкова // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 8. – С. 30-31.

185. Флора СССР, том XIV. Льновые – Linaceae Dumort // Под ред. Б. К. Шишкина и Е. Г. Боброва. М.–Л., Изд-во АН СССР. – 1949. – С. 86–146.

186. Хомицкая, М.Н. Урожайность льна масличного ВНИИМК 620 и элементы ее структуры при разной глубине посева семян / М.Н. Хомицкая, К.В. Корепанова // Студенческая наука: современные технологии и инновации в АПК: мат. Всеросс. студенческой науч. конф. (18-21 марта 2014 г.). – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 58–62.

187. Шаров, И. Я. Влияние факторов внешней среды на прохождение стадий яровизаций и световой различными сортами и формами льна / И.Я. Шаров // Тр. по прикл. бот., ген. и селекции. – 1958. – Т. 31. – Вып. 3. – С. 82–97.

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

189. Шиманович, С.Ю. К методике селекции льна-долгунца / С.Ю. Шиманович // Приложение 35 к «Трудам по прикладной ботанике, генетике и селекции». – Л., 1929. – С. 129-195.

190. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений / М.Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – 324 с.

191. Шпаар, Д. Яровые масличные культуры / Д. Шпаар, Л. Адам, Х. Гинапп, Г. Крацш, М. Лесовой и др. – Минск, 1999. – 288 с.

192. Шушкин, А.А. Использование соломы льна масличного для его применения в текстильной промышленности / А.А. Шушкин // За реконструкцию текстильной промышленности. – 1934. – № 4. – С. 18-24.

193. Щербаков, В.Г., Лобанов В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов. – М.: КолосС, 2003. – 360 с.
194. Щукин, С.А. Льняное масло – природный эликсир здоровья. Саранск: ООО «Центр профилактической медицины» / С.А. Щукин // Масла и жиры. – 2003. – № 10. – С. 6-7.
195. Эзау К. Анатомия семенных растений / К. Эзау. – М.: Мир, 1980. – С. 558.
196. Adugna, W. *Linum usitatissimum* L. // Ed. by van der H.A.M. Vossen & G.S. Mkamilo // PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l’Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. – 2007. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://database.prota.org/search.htm>. – Дата обращения 19.12.2011.
197. Aldercreutz, H. Does fiber – rich food containing animal lignan precursors protect against both colon and breast cancer? An extension of the “fiber hypothesis” / H. Aldercreutz, // *Gastroenterology*. – 1984. – N 86. – P. 761-766.
198. Cui, S.W. Polysaccharide gums from agricultural products: Processing, structures & functionality. – Technomic Publishing, Lancaster, United States. – 2001. – 269 p.
199. Duguid, S. D. Flax / In: *Oil Crops, Handbook of Plant Breeding 4* // Ed. by J. Vollmann and I. Rajcan. – London-New York, Springer. – 2009. – P. 233–255.
200. Gallardo, M.A. Effect of cultivars and planting date on yield, oil content, and fatty acid profile of flax varieties (*Linum usitatissimum* L.) / M.A. Gallardo, H.J. Milisich, S.R. Drago, R.J. Gonzales // *International Journal of Agronomy*. – Volume 2014, Article ID 150570, 7 pages. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/150570>. – Дата обращения 19.03.2015.
201. Hasiewicz-Dercacz, K. Natural phenolics greatly increase flax (*Linum usitatissimum*) oil stability / K. Hasiewicz-Dercacz, A. Kulma, T. Czuj, A. Prescha et al. *BMC Biotechnology* (2015) 15:62.
202. Holman, R. T. Omega 3 deficiencies in humans // *Proc. of the 55th Flax Inst. of the U.S.* – 1994. – P. 4-11.

203. Laza, A. The influence of fertilization and seeding density on flax oil production quality / A. Laza, G. Pop // *Research Journal of Agricultural Science*, 44 (4) – 2012. – P. 96-102.
204. Linnaei, C. *Species Plantarum – Holmiae*, 1753. – [Репринтное издание]. – Tomus I. – P. 277–282.
205. Ludvicova, M. Transgenic flax/linseed (*Linum usitatissimum* L.) – expectation and reality / M. Ludvicova, M. Griga // *Czech J. Genet. Plant Breed.*, 51. – 2015. – P. 123-141.
206. Muir, A. D., *Flax: The Genus Linum* / A. D. Muir, W. D. Westcott. – Cleveland, USA, CRC Press, 2003. – 342 p.
207. Rajan, A. Enrichment of ω -3 fatty acids in flax seed oil by alkaline lipase of *Aspergillus fumigates* MTCC 9657 / A. Rajan, D.R. Sobankumar, A.J. Nair // *International Journal of Food Science and Technology* 2014, 49, 1337-1343.
208. Stitt, P. Nutritional importance of flax / P. Stitt // 51st Ann. Flax Inst. of the U.S. – 1986. – P. 23-24.
209. Stitt, P. Effect of alpha – linolenic acid on learning ability / P. Stitt // *Proc. of the 55th Flax Inst. of the U.S.* – 1994. – P. 150-151.
210. Thompson, L.U. Mammalian lignan production from various foods / L.U. Thompson, P. Robb, M. Serraino, F. Cheun // *Nutr. Cancer.* – 1991. – Vol. 16. – P. 43-51.
211. Warrand, J. Large-scale purification of water-soluble polysaccharides from flaxseed mucilage, and isolation of a new anionic polymer / J. Warrand, P. Michaud, G. Muller, D. Courtois, R. Ralainirina, J. Coirtois // *Chromatographia.* – 2003. – Vol. 58. – № 5–6. – P. 331–335.
212. Warrand, J. Structural investigation of the neutral polysaccharide of *Linum usitatissimum* L. seed mucilage / J. Warrand, P. Michaud, L. Picton, G. Muller, B. Courtois, R. Ralainirina., J. Courtois // *International Journal of Biological Macromolecules.* – 2005. – Vol. 35. – № 3–4. – P. 121–125.
213. Zhang, Z-S. Characteristics of flaxseed oil from two different flax plant / Z-S. Zhang, L-J. Wang, S-J. Li, N. Ozkan // *International Journal of Food Properties*, 14: 1286-1296, 2011.

214. Zimmerman, D. Flax, Linseed oil and Human Nutrition / D. Zimmerman // 52nd Ann. Flax Inst. of the U.S. – 1988. – P. 30-36.

Приложения

Количество осадков за вегетационный период в годы проведения исследований

Месяц	Декада	Среднемно- голетнее	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Апрель	1	5	23,4	3,5	14,0
	2	9	8,0	0,0	14,0
	3	9	17,5	49,2	9,0
	за месяц	23	48,9	52,7	37,0
Май	1	11	19,1	17,1	37,0
	2	15	8,9	2,6	56,0
	3	20	13,3	5,8	19,0
	за месяц	46	41,3	25,5	112
Июнь	1	25	43,8	15,5	37,0
	2	17	3,2	112,7	4,0
	3	26	14,5	7,0	23,0
	за месяц	68	61,5	135,4	64,0
Июль	1	28	14,3	3,0	30,0
	2	28	17,2	82,0	55,0
	3	28	21,7	50,0	20,0
	за месяц	84	53,2	135	105
Август	1	30	41,1	14,1	18,0
	2	22	21,3	50,6	42,0
	3	22	3,1	11,0	68,0
	за месяц	74	65,5	75,7	128,0
Сентябрь	1	17	9,1	5,0	8,0
	2	18	0,0	10,9	13,0
	3	13	42,9	0,8	20,0
	за месяц	48	52,0	16,7	41,0

Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период

Месяц	Декада	Средненого- летнее	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Апрель	1	0,0	3,8	-1,4	2,1
	2	4,1	2,6	4,8	4,4
	3	5,6	7,1	2,8	5,5
	за месяц	3,2	4,5	2,1	4,0
Май	1	8,8	8,0	9,7	9,8
	2	10,4	9,9	16,3	11,5
	3	12,1	14,1	14,4	15,3
	за месяц	10,4	10,3	13,5	12,3
Июнь	1	12,7	12,6	15,0	16,4
	2	15,8	18,2	14,3	18,0
	3	16,9	20,8	17,0	22,0
	за месяц	15,1	17,2	15,4	18,8
Июль	1	18,4	18,4	17,2	12,5
	2	17,5	17,0	11,5	15,4
	3	16,9	18,2	12,2	16,8
	за месяц	17,6	17,9	13,6	14,9
Август	1	15,8	17,6	18,3	14,7
	2	14,5	18,1	16,2	14,0
	3	13,2	15,0	14,7	9,1
	за месяц	14,5	16,4	16,3	12,5
Сентябрь	1	11,3	14,2	8,6	10,9
	2	9,2	8,9	7,8	9,7
	3	6,5	7,6	7,7	10,6
	за месяц	9,0	10,2	8,0	10,4

**Агроклиматическая характеристика вегетационного периода,
(по данным АГМС «Исток»)**

Показатель	Средне- много- летнее	Год				
		2011	2012	2013	2014	2015
Период с температурой выше 5 ⁰ С						
Начало периода	22.04	27.04	09.04	19.04	30.04	14.04
Конец периода	2.10	17.10	22.10	29.09	02.10	01.10
	163	173	196	164	155	172
Сумма положи- тельных темпера- тур, °С	2090	2368	2804	2288	2075	2026
Среднесуточная температура, °С	12,6	13,6	14,3	14,0	13,4	11,8
Осадки, мм	330	281	385	289	393	487
Период с температурой выше 10 ⁰ С						
Начало периода	13.05	17.05	08.05	23.05	10.05	17.04
Конец периода	14.09	18.09	12.09	14.09	07.09	23.08
Продолжительность периода	124	125	127	115	120	129
Сумма положи- тельных темпера- тур, °С	1763	1983	2214	1906	1695	1720
Среднесуточная температура, °С	14,2	15,9	17,4	16,6	14,1	13,3
Осадки, мм	263	254	212	241	361	387
ГТК	1,64	1,28	0,96	1,26	2,1	2,2

Посевные качества семян, высеваемых в опыте

Сорт	Энергия, %	Всхожесть, %	М 1000 семян, г
2013 год			
ЛМ-98	76,2	92,9	5,22
Северный	86,5	88,1	7,37
С.л. 3846	93,1	95,4	5,88
С.л. 3893	90,4	94,7	6,21
С.л. 3813	85,8	92,9	6,90
С.л. 3850	75,5	86,2	6,99
2014 год			
ЛМ-98	75,1	91,3	5,18
Северный	86,4	89,0	7,21
С.л. 3846	92,0	93,9	6,10
С.л. 3893	89,7	92,6	6,39
С.л. 3813	86,5	92,1	6,88
С.л. 3850	74,9	84,6	7,0
2015 год			
ЛМ-98	77,3	92,8	5,27
Северный	86,8	87,8	7,43
С.л. 3846	91,8	95,0	6,07
С.л. 3893	90,0	93,3	6,28
С.л. 3813	86,8	92,3	7,02
С.л. 3850	75,3	85,3	7,17

Результаты фенологических наблюдений 2011-2013 гг.

**Приложение Д.1 - Даты наступления фаз развития растений льна
различных сортов, 2013 г. (посев 19 мая)**

Сорт	Всходы	Елочка	Бутонизация	Цветение	Зеленая спелость	Ранняя желтая спелость	Желтая спелость	Полная спелость
ЛМ 98	26.05	08.06	29.06	06.07	12.07	12.08	19.08	27.08
Северный	26.05	08.06	27.06	03.07	08.07	02.08	10.08	17.08
С.л. 3846	26.05	08.06	26.06	02.07	07.07	04.08	12.08	20.08
С.л. 3893	26.05	08.06	27.06	02.07	08.07	04.08	12.08	20.08
С.л. 3813	26.05	08.06	25.06	30.06	06.07	30.07	06.08	14.08
С.л. 3850	26.05	08.06	27.06	02.07	07.07	04.08	12.08	20.08

**Приложение Д.2 - Даты наступления фаз развития растений льна
различных сортов, 2014 г. (посев 14 мая)**

Сорт	Всходы	Елочка	Бутонизация	Цветение	Зеленая спелость	Ранняя желтая спелость	Желтая спелость	Полная спелость
ЛМ 98	21.05	31.05	03.07	15.07	14.08	28.08	12.09	-
Северный	21.05	31.05	25.06	04.07	28.07	14.08	29.08	06.09
С.л. 3846	21.05	31.05	25.06	05.07	30.07	16.08	30.08	08.09
С.л. 3893	21.05	31.05	25.06	04.07	30.07	16.08	30.08	08.09
С.л. 3813	21.05	31.05	23.06	01.07	25.07	12.08	26.08	04.09
С.л. 3850	21.05	31.05	23.06	02.07	26.07	13.08	27.08	05.09

**Приложение Д.3 - Даты наступления фаз развития растений льна
различных сортов, 2015 г. (посев 12 мая)**

Сорт	Всходы	Елочка	Бутонизация	Цветение	Зеленая спелость	Ранняя желтая спелость	Желтая спелость	Полная спелость
ЛМ 98	21.05	02.06	02.07	12.07	31.07	15.08	29.08	12.09
Северный	21.05	02.06	30.06	10.07	28.07	12.08	26.08	05.09
С.л. 3846	21.05	02.06	30.06	10.07	28.07	12.08	27.08	06.09
С.л. 3893	21.05	02.06	30.06	10.07	28.07	12.08	26.08	05.09
С.л. 3813	21.05	02.06	29.06	09.07	27.07	09.08	23.08	03.09
С.л. 3850	21.05	02.06	30.06	10.07	28.07	12.08	26.08	05.09

Приложение Е.1 - Высота растений льна различных сортов, 2013 г., см

Сорт	Даты учета					
	7.06	12.06	19.06	26.06	2.07	26.07
ЛМ 98	5	9	12	41	48	50
Северный	5	8	12	46	48	51
С.л. 3846	5	8	12	44	45	45
С.л. 3893	5	8	12	41	45	45
С.л. 3813	5	8	12	40	42	42
С.л. 3850	5	8	12	39	42	43

Приложение Е.2 - Высота растений льна различных сортов, 2014 г., см

Сорт	Даты измерений						
	31.05	10.06	19.06	29.06	7.07	15.07	28.07
ЛМ 98	6	12	27	50	58	68	70
Северный	6	14	29	49	62	62	62
С.л. 3846	7	16	30	45	55	55	57
С.л. 3893	7	16	30	47	58	58	60
С.л. 3813	7	15	28	46	58	58	58
С.л. 3850	7	16	30	47	58	58	60

Приложение Е.3 - Высота растений льна различных сортов, 2015 г., см

Сорт	Даты измерений						
	26.05	02.06	13.06	23.06	04.07	14.07	26.07
ЛМ 98	5	11	29	45	54	58	60
Северный	6	13	31	42	53	56	61
С.л. 3846	5	12	27	42	53	56	57
С.л. 3893	6	12	27	41	54	57	59
С.л. 3813	6	12	26	40	52	55	57
С.л. 3850	5	11	28	41	53	56	58

Сорт льна масличного Уральский

Сорт масличного льна Уральский (с.л. 3850) выведен в ФГБНУ ВНИИ льна методом индивидуального отбора элитного растения из коллекционного образца ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова к-5619 с последующим самоопылением. В 2012-2014 гг. проходил экологическое испытание в ФГБНУ «Уральский НИИСХ», где показал хорошие результаты по продуктивности и технологичности при уборке.

Сорт передан в Государственное испытание по Нижневолжскому, Центральному, Уральскому, Западно-Сибирскому регионам с 2015 года.

Сорт раннеспелый, вегетационный период составляет 80-85 дней. Высота растений – 55-65 см, что на 4-5 см ниже стандарта. 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, внутрикоробочные перегородки с ресничками. Семена коричневые, яйцевидной формы с заостренным носиком, крупные. Масса 1000 семян – 7,8-8,0 г.

Сорт Уральский обладает высокой урожайностью семян -17-25 ц/га и высоким содержанием масла в семени до 46 %, высоко устойчив к комплексу болезней (фузариозное увядание, ржавчина). Данный сорт в испытаниях 2014 года превзошел стандарт (сорт Северный) по урожайности семян на 2,1 ц/га, содержанию масла на 1,3 %. Лен масличный Уральский устойчив к полеганию и осыпанию семян из коробочек, созревает дружно. Пригоден к механизированной уборке.

Агротехника сорта Уральский общепринятая для льна межеумка, посев следует проводить с нормой высева семян 9 млн./га, на глубину 2-3 см, срок посева – первая декада мая. Рекомендуются прикатывание почвы перед посевом. Прикатывание после посева является обязательным приемом.

**Наращение надземной массы льна масличного, селекционная линия
3893, 2014 г.**

Показатель	Даты учета							
	20.06	29.06	07.07	15.07	28.07	14.08	24.08	11.09
Зеленая масса, г/м ²	514	855	1234	1450	2128	2378	1020	740
Сухое вещество, %	18,4	19,5	24,5	27,1	27,5	27,5	62,1	78,9
Сухое вещество, г/м ²	94	167	302	393	585	654	633	584
Доля семян в сухом веществе, %	-	-	-	-	-	22,9	29,2	37,3

**Изменение структуры надземной массы льна масличного по фазам
вегетации, селекционная линия 3850, %**

Фаза вегетации	Год	Стебли	Листья	Бутоны и цветки	Коробочки
«Ёлочка»	2013	36,4	63,6	-	-
	2014	31,9	68,1	-	-
	2015	32,7	67,3	-	-
	Среднее	33,7	66,3	-	-
Бутонизация	2013	56,3	38,9	4,8	-
	2014	50,1	44,3	5,6	-
	2015	52,6	42,1	5,3	-
	Среднее	53,0	41,8	5,2	-
Цветение	2013	52,9	32,4	14,7	-
	2014	54,9	35,7	9,4	-
	2015	51,0	35,7	12,1	1,2
	Среднее	52,9	34,6	12,1	1,2
Зеленая спелость	2013	39,7	12,7	-	47,6
	2014	31,9	13,9	-	54,2
	2015	32,6	18,3	0,9	48,2
	Среднее	34,7	15,0	0,9	50,0
Ранняя желтая спелость	2013	40,4	10,2	-	49,4
	2014	36,8	11,5	-	51,7
	2015	38,2	11,4	-	50,4
	Среднее	38,5	11,0	-	50,5
Желтая спелость	2013	49,1	4,7	-	46,2
	2014	46,0	5,1	-	48,9
	2015	47,5	5,4	-	47,1
	Среднее	47,5	5,1	-	47,4
Полная спелость	2013	56,4	1,8	-	41,8
	2014	55,1	2,4	-	42,5
	2015	54,3	2,0	-	43,7
	Среднее	55,3	2,1	-	42,7

Приложение К.1 - Соотношение семян к соломе, 2013-2015 гг.

Сорт, номер	Соотношение			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013-2015 гг.
ЛМ 98	0,35	0,40	0,39	0,38
Северный	0,36	0,40	0,41	0,39
С.л. 3846	0,36	0,36	0,41	0,38
С.л. 3893	0,40	0,42	0,41	0,41
С.л. 3813	0,38	0,38	0,37	0,38
С.л. 3850	0,35	0,44	0,43	0,41

Приложение К.2 - Соотношение семян к соломе льна масличного при разной норме высева, 2013-2015 гг.

Сорт, номер	Норма высева, млн. шт.га	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013-2015 гг.
Северный	6	0,40	0,39	0,40	0,40
	7	0,38	0,39	0,40	0,39
	8	0,39	0,38	0,39	0,39
	9	0,39	0,38	0,39	0,39
	10	0,34	0,39	0,37	0,36
С.л. 3893	6	0,39	0,40	0,44	0,41
	7	0,38	0,40	0,44	0,40
	8	0,38	0,39	0,40	0,39
	9	0,39	0,40	0,38	0,39
	10	0,37	0,40	0,35	0,37

**Приложение К.3 - Соотношение семян к соломе льна масличного при
разной глубине посева, 2013-2015 гг.**

Сорт, номер	Глубина посева, см	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2014-2015 гг.
Северный	1	0,34	0,33	0,33	0,33
	2	0,33	0,33	0,33	0,33
	3	0,33	0,32	0,34	0,33
	4	0,34	0,33	0,33	0,33
	5	0,32	0,33	0,33	0,33
С.л. 3893	1	0,33	0,34	0,34	0,34
	2	0,33	0,34	0,33	0,33
	3	0,33	0,33	0,33	0,33
	4	0,33	0,34	0,33	0,33
	5	0,34	0,34	0,33	0,34

**Структура урожая льна масличного 3850 при различных сроках
уборки, 2013-2015 гг.**

Срок уборки	Число растений перед уборкой, шт./м ²	В расчете на 1 растение				Масса 1000 семян, г
		число продукт. стеблей, шт.	число коробочек/семян в коробочке, шт.	число семян, шт.	масса семян, г	
2013 год						
19 августа	713	1,06	5,2/ 5,8	30,3	0,253	8,34
24 августа	634	1,13	5,0/ 5,2	29,2	0,244	8,39
29 августа	576	1,21	5,6/ 5,3	30,0	0,251	8,37
3 сентября	570	1,24	6,5/ 5,2	32,1	0,269	8,37
8 сентября	602	1,19	6,6/ 4,6	30,2	0,250	8,27
2014 год						
21 августа	576	1,14	8,6 / 6,8	58,3	0,433	7,40
26 августа	565	1,12	8,6 / 7,1	61,3	0,431	7,51
31 августа	562	1,12	8,7 / 7,2	62,4	0,438	7,51
6 сентября	542	1,09	11,0 / 7,6	83,8	0,652	7,78
11 сентября	557	1,12	10,2 / 6,5	66,2	0,530	7,62
2015 год						
13 августа	385	1,19	11,8 / 6,3	73,4	0,62	8,30
18 августа	392	1,11	12,4 / 6,5	80,4	0,71	8,80
24 августа	387	1,12	12,0 / 6,9	83,1	0,73	8,80
29 августа	388	1,14	13,4 / 6,8	91,0	0,83	9,10
04 сентября	394	1,33	12,6 / 6,5	82,2	0,74	8,97

Влияние срока уборки (скашивания) льна масличного 3850 на посевные качества семян, 2013-2015 гг.

Срок уборки	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Сила роста, масса 100 проростков, г
2013 год				
19 августа	8,34	96	96	2,75
24 августа	8,39	96	96	2,80
29 августа	8,37	92	92	2,83
3 сентября	8,37	96	96	2,93
8 сентября	8,27	95	96	3,05
2014 год				
21 августа	7,40	97	98	3,57
26 августа	7,51	94	96	3,41
31 августа	7,51	89	90	3,33
6 сентября	7,78	95	96	3,39
11 сентября	7,62	93	95	3,47
2015 год				
13 августа	8,30	94	96	4,13
18 августа	8,80	97	98	5,15
24 августа	8,80	88	91	4,50
29 августа	9,10	93	95	4,50
04 сентября	8,97	91	94	3,66

**Приложение Н.1 - Химический состав семян различных сортов льна, %
от сухого вещества, 2011 г.**

Сорт	Сырой жир	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Зола	Кальций	Фосфор	K ₂ O
Псковский 359	40,1	30,1	8,10	3,85	0,22	0,778	0,906
Norlin	42,5	27,6	9,39	3,71	0,24	0,642	0,787
Воронежский 1308/138	39,0	29,0	10,80	3,50	0,24	0,646	0,739
ЛМ 98	43,9	26,6	9,45	3,10	0,19	0,523	0,559
Сокол	46,2	25,8	15,5	3,18	0,19	0,538	0,476
Северный	45,0	26,3	9,80	3,16	0,20	0,540	0,624
Коралл	48,4	25,0	9,84	3,15	0,28	0,551	0,594
Легур	46,4	25,8	12,40	3,15	0,27	0,530	0,593

Приложение Н.2 - Химический состав семян льна масличного, % от сухого вещества, 2012 г.

Сорт или образец, срок уборки	Сырой жир	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Зола	Кальций	Фосфор
ТОСТ	38,2	29,2	9,8	3,82	0,23	0,58
Северный	44,9	25,8	12,0	2,73	0,21	0,38
ЛМ 98	42,2	27,5	12,0	2,76	0,23	0,44
С. л. 3846	40,8	27,9	10,5	3,08	0,22	0,57
С. л. 3893	40,6	28,0	9,61	2,84	0,22	0,38
С. л. 3813	44,6	24,4	11,4	2,87	0,18	0,45
С. л. 3850	44,5	25,8	10,8	2,86	0,19	0,43

**Приложение Н.3 - Химический состав семян различных сортов льна, %
от сухого вещества, 2013 г.**

Сорт, номер	Сырой жир	Азот общий	Сырая клетчатка	Зола	Кальций	Фосфор	Калий
Северный	44,9	4,13	12,0	2,73	0,21	0,38	1,15
ЛМ 98	42,2	4,40	12,0	2,76	0,23	0,44	1,21
С.л. 3846	40,8	4,47	10,5	3,08	0,22	0,57	1,12
С.л. 3893	40,6	4,48	9,6	2,84	0,22	0,38	1,15
С.л. 3813	44,6	3,91	11,4	2,87	0,18	0,45	1,09
С.л. 3850	44,5	4,12	10,8	2,86	0,19	0,43	1,17

**Приложение Н.4 - Химический состав семян различных сортов льна, %
от сухого вещества, 2014 г.**

Сорт, номер	Сырой жир	Азот общий	Сырая клетчатка	Зола	Кальций	Фосфор	Калий
Северный	43,9	5,67	10,2	3,46	0,25	0,37	1,20
ЛМ 98	42,0	5,24	10,2	3,34	0,27	0,91	0,87
С.л. 3846	42,4	5,45	13,1	3,60	0,22	0,45	1,16
С.л. 3893	41,0	5,09	13,2	3,38	0,26	0,31	1,23
С.л. 3813	46,5	5,53	12,6	2,76	0,24	0,41	1,23
С.л. 3850	45,1	5,45	11,4	3,20	0,42	0,36	1,11

**Приложение Н.5 - Химический состав семян различных сортов льна, %
от сухого вещества, 2015 г.**

Сорт, номер	Сырой жир	Азот общий	Сырая клетчатка	Зола	Кальций	Фосфор	Калий
Северный	44,3	3,53	8,68	2,98	0,91	0,47	1,14
ЛМ 98	43,2	3,49	8,42	2,90	0,71	0,44	1,05
С.л. 3846	40,8	4,47	10,05	3,08	0,22	0,57	1,12
С.л. 3893	41,3	3,54	9,85	3,06	0,78	0,45	1,21
С.л. 3813	44,7	3,16	8,93	3,02	0,92	0,47	1,18
С.л. 3850	45,9	3,34	9,08	3,62	0,86	0,47	1,12

Приложение О.1 - Содержание и сбор жира и протеина, 2013 г.

Сорт, номер	Урожайность, т/га	Сырой жир, %	Сбор жира, кг/га	Сырой протеин, %	Сбор про- теина, кг/га
Северный	1,79	44,9	803,7	22,8	408,1
ЛМ 98	1,68	42,2	709,8	24,2	406,6
С.л. 3846	1,61	40,8	656,9	24,6	396,1
С.л. 3893	1,78	40,6	722,7	24,6	437,9
С.л. 3813	1,70	44,6	758,2	21,5	365,5
С.л. 3850	1,60	44,5	712,0	22,7	363,2

Приложение О.2 - Содержание и сбор жира и протеина, 2014 г.

Сорт, номер	Урожайность, т/га	Сырой жир, %	Сбор жира, кг/га	Сырой протеин, %	Сбор про- теина, кг/га
Северный	2,12	43,9	930,7	31,2	661,4
ЛМ 98	2,21	42,0	928,2	28,8	636,5
С.л. 3846	1,87	42,4	792,9	30,0	561,0
С.л. 3893	2,18	41,0	896,0	28,0	610,4
С.л. 3813	1,98	46,5	920,7	30,4	601,9
С.л. 3850	2,33	45,1	1043,8	30,0	699,0

Приложение О.3 - Содержание и сбор жира и протеина, 2015 г.

Сорт, номер	Урожайность, т/га	Сырой жир, %	Сбор жира, кг/га	Сырой протеин, %	Сбор про- теина, кг/га
Северный	2,20	44,3	974,6	19,4	426,8
ЛМ 98	2,18	43,2	941,8	19,2	418,6
С.л. 3846	2,05	40,8	848,7	18,7	383,4
С.л. 3893	2,11	41,3	871,4	19,5	410,4
С.л. 3813	1,89	44,7	844,8	17,4	328,8
С.л. 3850	2,25	45,9	1032,8	18,4	414,0

**Перечень основных технологических операций при возделывании
масличного льна**

Операция	Рекомендуемая техника, технологические параметры
Дискование пласта многолетних трав или заделка сидеральной культуры	К-701; ХТЗ-17221; Беларусь 1523 (1221) БДТ-7; БДМ 4х4 ПН; Рубин 9/400; ПА 3х4П «Уралец» Дискование в двух направлениях на глубину 10-12 см
Зяблевая вспашка	ХТЗ-17221; К-744 ПЛН-5-35; ЕврОпал 5; Агат На глубину пахотного слоя (22-27 см)
Весеннее боронование	Т-150 – гусеничный БЗТС-1,0 При физической спелости почвы
Транспортировка удобрений в поле	МТЗ-82 2ПТС-4
Внесение удобрений	Беларус 1221, МТЗ-82 AMAZONE ZA-M НРК по 60 кг д.в. на 1 га, или в зависимости от содержания питательных веществ в почве
Протравливание семян	ПС-10А, Мобитокс и др. Разрешенные препараты: фундазол, витавакс, ТМТД, раксил и др.
Предпосевная культивация и выравнивание	Беларус 1523(1221); МТЗ-82 Смарагд 9/400; Лидер-4; КПС-4
Прикатывание до посева	МТЗ-82; КЗК-6-01 (9,2)
Погрузка, транспортировка и загрузка в сеялку семян и минеральных удобрений	МТЗ-82 2ПТС-4
Посев с внесением удобрений	МТЗ-82; Беларусь 1221/1523 СЗЛ-3,6; СЗС-3,6А-02; Д9-60 Super и др.
Прикатывание после посева	МТЗ-82; КЗК-6-01 (9,2)
Транспортировка воды и гербицида	МТЗ-80 МЖТ-6
Опрыскивание	МТЗ-82; «Заря-600 ОН-1»; ОНМ-600

гербицидами и стимуляторами роста	Гербициды базагран, в.р., корсар, в.р.к., магнум, в.д.г., гербитокс-л, в.р.к., фюзилад форте, к.э. и др.
Скашивание в валки	Енисей-1200-1М ЖВН-6А или ЖВР-10А
Подбор и обмолот валков	Енисей-1200-1М без копнителя ППТ-3М
Транспортировка вороха	МТЗ-82; ГАЗ-САЗ-53Б 2ПТС-4
Сепарация, сушка и переработка вороха семян	ОВС-25, ОС-4,5, Петкус , ; МПО-50; МЗС-25 , САД, ПСМ и др.
Подбор соломы и формирование рулонов	МТЗ-82 ПРП-1,6; ПРУ-200; РПЛ-1500
Погрузка, транспортировка и складирование рулонов	МТЗ-82 ПФ-0,5Б 2ПТС-4

**Структура затрат по производству льна масличного на маслосемена в
ОАО «Колос», %, 2014г.**

Оплата труда	5,9	186,6	5,9
Амортизация	8,5	267,4	8,5
Текущий ремонт	3,5	111	3,5
Основные средства	20,7	650	20,7
Удобрения и СЗР	29,3	922	29,3
Семена	6,4	200	6,4
ГСМ	5,3	166,2	5,3
Эл. энергия	2,0	62,3	2,0
Накладные	18,4	577	18,4
		3142,5	100,0

