

На правах рукописи

Синякова Ольга Валерьевна

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

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Усть-Кинельский - 2017

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук
Колотов Анатолий Петрович

Официальные оппоненты: **Сорокина Ольга Юрьевна**
доктор сельскохозяйственных наук, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт льна», руководитель отдела земледелия

Бушнев Александр Сергеевич
кандидат сельскохозяйственных наук, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур», заведующий лабораторией агротехники

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия».

Защита диссертации состоится «06» июня 2017 года в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 999.091.03 на базе ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная 2; тел./факс: 8-(846-63) 46-1-31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарская государственная сельскохозяйственная академия» и на сайте <http://www.ssaa.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2017 года.

**Ученый секретарь
диссертационного совета**

Троц Наталья Михайловна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Лён масличный – ценная сельскохозяйственная культура, которая широко используется в технических, продовольственных и медицинских целях. В семенах содержится 45-48 % и более масла, которое является сырьем в ряде отраслей промышленности: лакокрасочной, мыловаренной, кожевенно-обувной и др., а также в кулинарии и медицине. Жмых (шрот) – ценный концентрированный корм, содержащий 31-33 % переваримого протеина и до 9 % масла, не содержит вредных веществ, хорошо поедается и легко усваивается сельскохозяйственными животными. Соломка масличного льна пригодна для переработки на паклю и короткое волокно. Из него изготавливают грубые ткани и мешковину, брезент, шпагат, а из пакли – упаковочные и теплоизоляционные материалы.

Лён масличный на Среднем Урале до 2010 года не возделывался, поскольку считался теплолюбивой, засухоустойчивой культурой и традиционно выращивался в южных регионах РФ. Однако, в связи с глобальным и локальным изменением климатических условий, в том числе и в Свердловской области, наблюдаемым повышением температуры, участвующими засушливыми явлениями в летний период, а также успехами селекционеров по созданию скороспелых сортов льна масличного, сложились реальные предпосылки для успешной интродукции на Среднем Урале этой ценной сельскохозяйственной культуры.

Степень разработанности проблемы. 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. Горевой [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 2010-2011 гг., а с 2013 года тематика по изучению элементов технологии возделывания льна масличного на Среднем Урале вошла в план научно-исследовательской работы ФГБНУ «Уральский НИИСХ» (№ Госрегистрации 114123040088, ГРН-ТИ 68.35.37, УДК 633.81/.85).

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 темно-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 темно-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.

Объект и предмет исследований. Для достижения цели и решения поставленных задач исследований в 2013-2015 годах в ФГБНУ «Уральском научно-исследовательском институте сельского хозяйства», 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.

Методология и методы исследований. 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].

Методы исследований: полевой и вегетационно-полевой.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методами дисперсионного, корреляционного и вариационного анализа.

Основные положения, выносимые на защиту:

- урожайность семян льна масличного на темно-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, созданный совместно с ФГБНУ ВНИИ льна, успешно прошел Государственное испытание и с 2017 года включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Волго-Вятскому (4), Средневолжскому (7) и Восточно-Сибирскому (11) регионам.

Апробация работы и публикации в печати. Результаты исследований и основные положения диссертации доложены на Всероссийских научных конференциях молодых ученых «Эколого-биологические проблемы использования природных ресурсов в сельском хозяйстве (Екатеринбург, 2014, 2015 гг.); Всероссийской научно-практической конференции «Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса» (Ижевск, 2015 г.); Международных научно-технических конференциях «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.).

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

Объём и структура диссертации. 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.

Личный вклад соискателя. Полевые опыты, учеты и наблюдения, часть лабораторных анализов, обобщение и статистический анализ полученных данных, а также подготовка диссертации, включая выводы и предложения производству, проведены лично соискателем.

УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Свердловская область (Средний Урал) расположена в умеренных широтах Российской Федерации, между 56° и 62° с.ш. Для климата Среднего Урала свойственна резко выраженная континентальность. Продолжительность вегетационного периода в Свердловской области составляет 155-162 суток, за это время выпадает 230-270 мм осадков. Период активной вегетации (>10 °С) составляет 105-120 суток с суммой положительных температур 1600-1810 °С.

Климатические условия в годы исследований отличались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. 2013 год характеризовался как сбалансированный по ресурсам тепла и влаги. Температурный фон и сумма осадков были близки к средним многолетним показателям. Особенностью вегетационного периода 2014 года была сухая, временами жаркая погода в мае – начале июня, неустойчивая, с частыми перепадами температур погода в июне и июле, недостаток тепла в июле и августе при избыточном количестве осадков. 2015 год 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.

Полевые опыты по изучению сортов и элементов технологии возделывания масличного льна проведены на Кольцовском опытном участке ФГБНУ «Уральский НИИСХ» на типичной для региона темно-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.}	N _г , ммоль/100 г	Гумус, %	Nл.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

Опытные посеы 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.

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

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

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

Программа исследований включает в себя 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)

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.

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.

Опыт проводился в пластиковых сосудах без дна размером 25x25x25 см. В сосуды набивали 18-19 кг почвы, которая бралась с участка, где размещались полевые опыты. Число высеваемых семян рассчитывали, исходя из нормы высева 9 млн всх. семян на 1 га и площади сосуда. В каждый сосуд высевалось по 57-63 шт. семян 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 (сорт Уральский). После скашивания растения подсыхали в естественных условиях в течение 4-7 дней и затем обмолачивались.

В 1 и 2 опытах площадь учетных делянок 15 м², повторность четырехкратная, расположение делянок систематическое в 2 яруса; в 4 опыте – 1 м², шестикратная повторность, размещение вариантов рендомизированное в 3 яруса. Посев во второй декаде мая селекционной сеялкой СКС-6-10. В 3-м опыте повторность четырехкратная, размещение сосудов – рендомизированное.

Учеты и наблюдения, лабораторные и полевые анализы проводились по общепринятым методикам и ГОСТам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДБОР СОРТОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Фаза полных всходов льна в опыте отмечалась на седьмые-девятые сутки после посева. Никаких различий по времени появления всходов между изучаемыми сортообразцами не обнаружено. 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.

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.

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.

Характер роста растений льна в высоту (рисунок 1) полностью соответствовал его биологическим особенностям, т.е. наблюдался медленный рост надземной части в период после появления всходов и в фазу «елочка».

Интенсивный прирост отмечался в начале фазы бутонизации и продолжался до конца цветения. 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. В годы с 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.

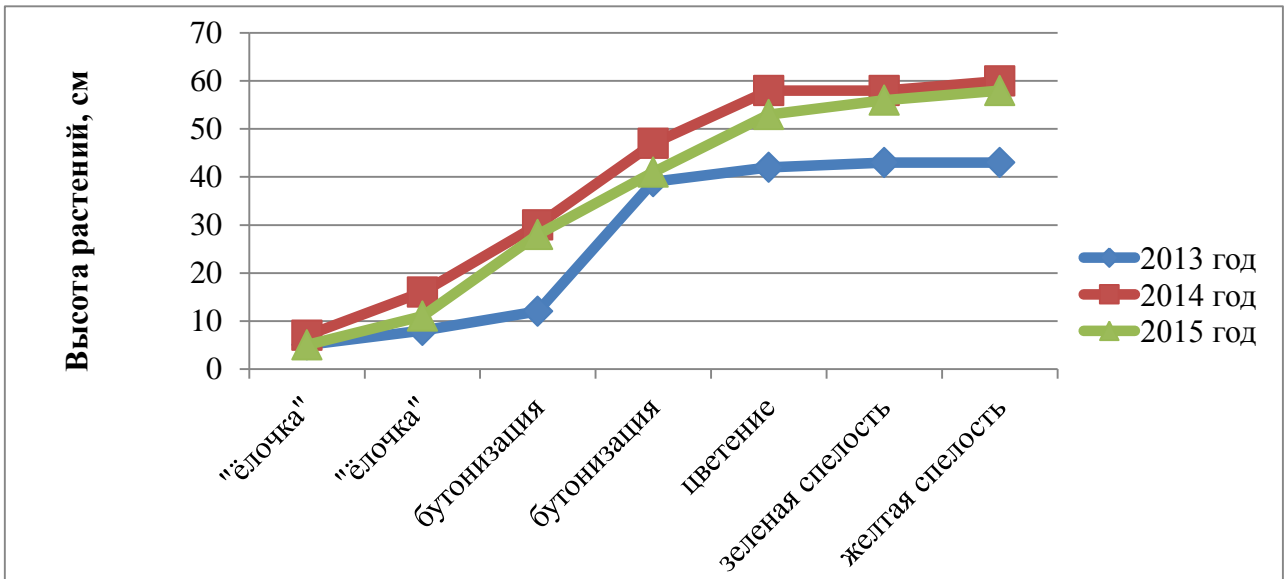


Рисунок 1 – Высота растений, см., 2013-2015 гг., (с.л. 3850).

Изменение структуры надземной массы по фазам вегетации представлены на примере селекционной линии 3850 (сорт Уральский) (рисунок 2).

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.

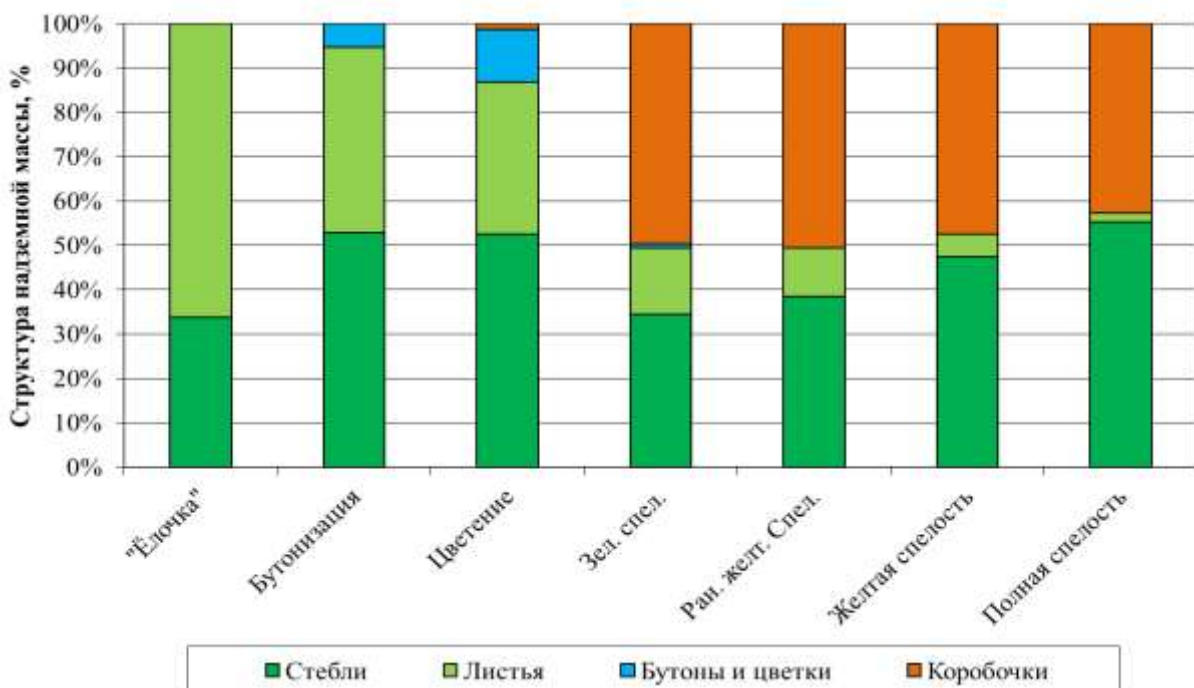


Рисунок 2 – Изменение структуры надземной массы льна масличного по фазам вегетации, селекционная линия 3850, 2013-2015 гг., %.

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. Высокую урожайность семян сформировали новые номера селекции ФГБНУ ВНИИ льна – 3850, 3893, и желтосемянный сорт ЛМ 98, а также сорт Северный (таблица 2).

Таблица 2 – 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	

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.

При нормальной густоте посева формировались преимущественно одностебельные растения льна (таблица 3). 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). 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.

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.

Таблица 3 – Структура урожая различных сортов и номеров льна масличного, 2013-2015 гг.

Сорт, номер	Число продукт. стеблей, 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 комплексу хозяйственно-полезных признаков среди изучаемых сортообразцов выделена селекционная линия 3850 (сорт Уральский), которая с 2017 года включена в Государственный реестр селекционных достижений. Характеристика сорта Уральский прилагается (приложение Ж). На сорт Уральский получен патент.

НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Влияние различной нормы высева семян изучалось на двух сортах с различной массой 1000 семян.

Полевая всхожесть семян льна не зависела от нормы их высева, 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.

В годы проведения исследований формировалась высокая урожайность 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 4).

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.

Таблица 4 – 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	

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.

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.

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.

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.

ГЛУБИНА ПОСЕВА СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Самая высокая полевая всхожесть у обоих сортообразцов отмечена при глубине посева на 2 см (83,0-84,0 %). Она 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. 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.

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 5). 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 5 – 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	

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.

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.

ОПТИМАЛЬНЫЕ СРОКИ УБОРКИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Первый срок уборки был приурочен к фазе развития льна «ранняя желтая спелость», в дальнейшем уборку проводили с интервалом 5 дней.

Установлено, что в теплый и сухой 2013 год уборка в фазу ранней желтой спелости обеспечивала наибольшую урожайность семян льна масличного, в дальнейшем величина этого показателя уменьшилась.

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.

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.

Исследованиями подтверждено, что при скашивании льна уже в фазу ранней желтой спелости, можно получить семена с высокими показателями энергии прорастания и всхожести (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние срока уборки льна масличного 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	

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 фазу ранней желтой спелости можно получить семена с высокими посевными качествами.

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛЬНОСЕМЯН, СБОР МАСЛА И СЫРОГО ПРОТЕИНА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Химический состав и вынос элементов питания льном не является постоянной величиной и зависит от почвенно-климатических условий, агротехники и биологических особенностей сортов.

По содержанию элементов минерального питания в семенах различия между сортами и селекционными линиями в среднем за три года были не значительными. 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 разными сортами льна масличного с единицы площади будут определяться главным образом величиной урожайности выращиваемых сортов.

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 7).

Таблица 7 – 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.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Исследованиями, проведенными в течение трех лет, на типичных для Среднего Урала темно-серых лесных почвах установлено, что здесь можно

получать достаточно высокие урожаи семян льна масличного, что является предпосылкой достижения высокой рентабельности его производства.

За годы проведения исследований уровень рентабельности составлял от 76,1 % до 96,6 %. Условный чистый доход, в среднем за 3 года колебался от 23,9 до 30,4 тыс. руб./га.

Получение семян льна масличного в Свердловской области с биоэнергетической точки зрения также эффективно. Затраты энергии при возделывании этой культуры окупаются в 1,36-1,56 раза энергией, накопленной в семенах и в 3,8-4,12 раза – энергией общего урожая основной и побочной продукции.

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 заделки 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 льна масличного 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 (сорт Уральский) 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 сортов образцов 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. В условиях Свердловской области при возделывании новой масличной культуры можно получать с 1 га более 900 кг масла и до 500 кг сырого протеина.

9. Выращивание льна масличного на Среднем Урале оправдано в экономическом 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.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. **Синякова О.В.** Лен масличный - перспективная культура для Свердловской области / А.П. Колотов, О.В. Синякова // Агропродовольственная политика России, № 3, 2014. – С. 36-38.

2. **Синякова О.В.** Реализация генетического потенциала семенной продуктивности льна масличного в условиях Среднего Урала / А.П. Колотов, О.В. Синякова // АПК России, № 72/1, 2015. – С. 92-96.

3. **Синякова О.В.** Влияние агрометеорологических условий вегетацион-

ного периода на формирование урожайности семян льна масличного / А.П. Колотов, О.В. Сняжкова // *Аграрный вестник Урала*, № 6 (136), 2015. – С. 6-9.

4. **Сняжкова О.В.** Урожай льна масличного в условиях Среднего Урала / А.П. Колотов, О.В. Сняжкова // «Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК», 2015, Вып. 3 (163), С.59-62.

5. **Сняжкова О.В.** Экономическая эффективность возделывания льна масличного на Среднем Урале / А.П. Колотов, Л.В. Гусева, О.В. Сняжкова // *АПК России*, Т. 72. № 2, 2015. – С. 135-140.

6. **Сняжкова О.В.** Результаты интродукции культуры льна масличного на Среднем Урале / А.П. Колотов, О.В. Сняжкова, Н.А. Кипрушкина // *АПК России*, Т. 23. № 2, 2016. – С. 282-287.

7. **Сняжкова О.В.** Производственное испытание технологии возделывания льна масличного в условиях Свердловской области // *Коняевские чтения: сборник материалов V Юбилейной международной научно-практической конференции (26-28 ноября 2015 г.)*. – Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2016. – С. 358-361 (официальное приложение к Всероссийскому аграрному журналу «Аграрный вестник Урала», №02 (144), февраль 2016 года, рекомендованного ВАК РФ в качестве рецензируемого издания).

Статьи в других научных изданиях:

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

9. **Сняжкова О.В.** Продуктивность новых селекционных линий льна масличного на Среднем Урале/ А.П. Колотов, О.В. Сняжкова // *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. – Т. 1. – С. 117-121.

10. **Сняжкова О.В.** Подбор сортов льна масличного для выращивания в условиях Свердловской области [Электронный ресурс] / О.В. Сняжкова // *ЧГАА*. – 2014. – Ч. V. – Режим доступа:

http://юургау.рф/upload/iblock/baf/Конференция%202014%20_%20часть%205.pdf.

11. **Сняжкова О.В.** Влияние нормы высева семян на продуктивность льна масличного / А.П. Колотов, О.В. Сняжкова // *Новые горизонты аграрной науки Урала* // *Тр. Уральского НИИСХ*. - Екатеринбург, 2014. – Т. 62. – С. 86-91.

12. **Сняжкова О.В.** Хозяйственно-полезные качества масличного льна / О.В. Сняжкова, А.П. Колотов // *Новые горизонты аграрной науки Урала* // *Тр. Уральского НИИСХ*. - Екатеринбург, 2014. – Т. 62. – С. 74-85.

13. **Сняжкова О.В.** 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. – С. 196-200.

14. **Синякова О.В.** Основные элементы технологии возделывания льна масличного в условиях Свердловской области / О.В. Синякова, А.П. Колотов // Методы и технологии в селекции растениеводства растений и растениеводстве. Школа молодых ученых по эколого-генетическим основам Северного растениеводства в рамках Международной научно-практической конференции 2-3 апреля 2015 г. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2015.– С. 456-460.

15. **Синякова О.В.** Биохимический состав семян масличного льна на Среднем Урале / А.П. Колотов, О.В. Синякова // Продовольственный рынок: проблемы импортозамещения: сборник материалов Международной научно-практической конференции (26-27 февраля 2015 г.). – Екатеринбург: УрГАУ, 2015. – С. 220-224.

16. **Синякова О.В.** Изучение новых селекционных линий льна масличного на Среднем Урале / О.В. Синякова, А.П. Колотов // Современные технологии выращивания сельскохозяйственных культур: материалы Всерос. заочной науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. памяти Р.Г. Гареева. – Казань: Центр инновационных технологий, 2015. – С. 143-149.

17. **Синякова О.В.** Сроки уборки льна масличного на Среднем Урале / А.П. Колотов, О.В. Синякова // Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 17-20 февраля 2015 г. В 2 т. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2015. – Т.1. – С. 35-40.

18. **Синякова О.В.** Влияние новых комплексных удобрений с бором на формирование льна масличного на черноземе выщелоченном / А.П. Колотов, О.В. Синякова // Почва – национальное богатство. Пути повышения ее плодородия и улучшения экологического состояния: материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2-3 июля 2015 года, г. Ижевск / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА; ФГБНУ Удмуртский НИИСХ.– Ижевск: ООО «Союз оригинал», 2015. – С. 88-93.

19. **Синякова О.В.** Сорт льна масличного Уральский / 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. – 2015. – С. 281-284.

20. **Синякова О.В.** Изучение культуры льна масличного – новое направление научных исследований ФГБНУ «Уральский НИИСХ» / А.П. Колотов, О.В. Синякова, Н.А. Кипрушкина // Научные достижения и инновационные подходы к решению проблем растениеводства и животноводства на Урале: Сборник научных трудов ФГБНУ «Уральский НИИСХ», посвященный 60-летию института. Том 63. - Екатеринбург: Уральское изд-во, 2016. – С. 203-215.

21. **Синякова О.В.** Накопление надземной массы и вынос питательных веществ льном масличным на Среднем Урале / А.П. Колотов, О.В. Синякова, Н.А. Кипрушкина // Научные достижения и инновационные подходы к решению проблем растениеводства и животноводства на Урале: Сборник научных трудов ФГБНУ «Уральский НИИСХ», посвященный 60-летию института. Том 63. - Екатеринбург: Уральское изд-во, 2016. – С. 215-228.

22. **Синякова О.В.** Биоэнергетическая эффективность возделывания льна масличного в Свердловской области / А.П. Колотов, О.В. Синякова // Научные достижения и инновационные подходы к решению проблем растениеводства и животноводства на Урале: Сборник научных трудов ФГБНУ «Уральский НИИСХ», посвященный 60-летию института. Том 63. - Екатеринбург: Уральское изд-во, 2016. – С. 228-233.

23. **Синякова О.В.** Продуктивность сорта льна масличного Raciol в условиях Среднего Урала / А.П. Колотов, О.В. Синякова, Н.А. Кипрушкина // Эколого-биологические проблемы использования природных ресурсов в сельском хозяйстве. Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Екатеринбург, Уральское издательство. – 2016 г. – С. 32-37.

24. **Синякова О.В.** Продуктивность сортов льна масличного различного географического происхождения в условиях Среднего Урала / А.П. Колотов, О.В. Синякова // Селекция сельскохозяйственных растений на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессорам: Материалы международной научно-практической конференции (г. Омск, 19-21 июля 2016 г.) / Объединенный научный и проблемный советы по растениеводству, селекции, биотехнологии и семеноводству СО РАН, ФГБНУ СибНИИСХ. – Омск: ЛИТЕРА, 2016. – С. 99-104.

ЛР №020444 от 10.03.98 г.

Подписано в печать 04.04.2017 г.

Формат 60x84 1/16. Печ.л.1

Заказ № ____. Тираж 100 экз.

Редакционно-издательский центр Самарской ГСХА.

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский,

ул. Учебная 2.

Тел.: 8-(846-63) 46-2-44, 46-2-47. Факс: 46-2-44. E-mail: ssaariz@mail.ru