

ЛЁН МАСЛИЧНЫЙ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

Монография



Ижевск
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2019

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»

ЛЁН МАСЛИЧНЫЙ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

Монография

Под научной редакцией И. Ш. Фатыхова

Ижевск
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2019

УДК 633.854.54
ББК 42.14
Л 44

Рецензенты:

С. Л. Белопухов – доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заведующий кафедрой физической и органической
химии Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К. А. Тимирязева;

А. П. Колотов – кандидат сельскохозяйственных наук,
заместитель директора по науке ФГБНУ «Уральский НИИСХ»

Коллектив авторов:

*В. Н. Гореева, К. В. Корепанова, Е. В. Корепанова,
И. Ш. Фатыхов*

Л 44 **Лён масличный в Среднем Предуралье** : монография /
В. Н. Гореева [и др.]; под науч. ред. И. Ш. Фатыхова. – Ижевск:
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 192 с.
ISBN 978-5-9620-0334-4

В монографии изложены результаты многолетних научных исследований по изучению реакции сортов льна масличного на абиотические условия и приемы посева в Среднем Предуралье.

Издание предназначено для руководителей и специалистов сельского хозяйства, научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов сельскохозяйственных вузов.

Flax oil in the Middle Urals: monograph / V. N. Goreeva [at al.]; under the scientific ed. I. Sh. Fatykhov. – Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2019. – 196 p.

The monograph presents the results of long-term scientific research on the study of the reaction of flax oil varieties on abiotic conditions and sowing techniques in the Middle Urals.

The publication is intended for managers and specialists of agriculture, researchers, teachers, graduate students and students of agricultural universities.

УДК 633.854.54
ББК 42.14

ISBN 978-5-9620-0334-4

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019
© Гореева В. Н., Корепанова К. В.,
Корепанова Е. В., Фатыхов И. Ш., 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА (обзор литературы)	8
1.1. Абиотические условия и урожайность льна масличного	8
1.2. Роль сорта в формировании урожайности.....	12
1.3. Подготовка семян к посеву	15
1.4. Сроки посева.....	19
1.5. Норма высева и способ посева	23
1.6. Глубина посева семян	31
2. ОБЪЕКТ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	34
2.1. Объект исследований.....	34
2.2. Схема и методика проведения исследований	34
2.3. Условия проведения опытов	38
2.3.1. Почвенно-климатические условия	38
2.3.2. Метеорологические условия	40
2.3.3. Почвенные условия.....	43
2.4. Особенности технологии возделывания льна масличного в опытах.....	44
3. РЕАКЦИЯ СОРТОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО НА АБИОТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.....	46
3.1. Урожайность сортов льна масличного и обоснование её структурой....	46
3.2. Сопутствующие наблюдения и исследования	56
3.2.1. Содержание жира в семенах и сбор масла	56
3.2.2. Содержание луба в соломе сортов льна масличного.....	57
3.2.3. Продолжительность межфазных периодов развития	58
3.2.4. Химический состав семян и соломы сортов льна масличного.....	61
3.2.5. Вынос азота, фосфора и калия с льнопродукцией.....	66
3.2.6. Посевные качества семян в урожае.....	67
4. РЕАКЦИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ВНИИМК 620 НА ПРЕДПОСЕВНУЮ ОБРАБОТКУ СЕМЯН	70
4.1. Урожайность и обоснование её структурой.....	70
4.2. Сопутствующие наблюдения и исследования	78
4.2.1. Содержание жира в семенах и сбор масла	78
4.2.2. Содержание луба в соломе льна масличного	79
4.2.3. Химический состав семян и соломы	79
4.2.4. Вынос азота, фосфора и калия с льнопродукцией.....	81
4.2.5. Посевные качества семян после их предпосевной обработки	82
4.2.6. Посевные качества семян в урожае.....	83
5. РЕАКЦИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ВНИИМК 620 НА СРОКИ ПОСЕВА ..	85
5.1. Урожайность и обоснование её структурой.....	85
5.2. Сопутствующие наблюдения и исследования	91
5.2.1. Прирост сухого вещества надземной биомассы	91
5.2.2. Фотосинтетическая деятельность растений	92
5.2.3. Содержание жира в семенах и сбор масла	94

5.2.4. Содержание луба в соломе льна масличного	95
5.2.5. Водный и температурный режимы почвы	96
5.2.6. Повреждённость льна масличного льняными блошками.....	97
5.2.7. Распространённость фузариозного увядания льна масличного	99
5.2.8. Продолжительность межфазных периодов	100
5.2.9. Засорённость посевов.....	101
5.2.10. Химический состав семян и соломы	102
5.2.11. Вынос азота, фосфора и калия с льнопродукцией	104
5.2.12. Посевные качества семян в урожае	105
6. РЕАКЦИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ВНИИМК 620 НА СПОСОБЫ	
ПОСЕВА И НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН	107
6.1. Урожайность и обоснование её структурой	107
6.2. Сопутствующие наблюдения и исследования.....	120
6.2.1. Содержание луба в соломе льна масличного	120
6.2.2. Приrost сухого вещества надземной биомассы	121
6.2.3. Фотосинтетическая деятельность растений	124
6.2.4. Засорённость посевов.....	128
6.2.5. Химический состав семян и соломы льна масличного.....	130
6.2.6. Вынос азота, фосфора и калия с льнопродукцией	133
6.2.7. Содержание жира в семенах и сбор масла.....	136
6.2.8. Посевные качества семян в урожае	138
7. РЕАКЦИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ВНИИМК 620 НА ГЛУБИНУ	
ПОСЕВА СЕМЯН	140
7.1. Урожайность и обоснование её структурой	140
7.2. Сопутствующие наблюдения и исследования.....	145
7.2.1. Содержание жира в семенах и сбор масла.....	145
7.2.2. Содержание луба в соломе льна масличного	146
7.2.3. Химический состав семян и соломы	147
7.2.4. Вынос азота, фосфора и калия с льнопродукцией	148
7.2.5. Посевные качества семян в урожае	149
8. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ,	
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ	151
8.1. Производственные испытания	151
8.2. Энергетическая оценка	154
8.3. Экономическая оценка.....	157
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	163
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	166
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	167
CONTENTS.....	189

ВВЕДЕНИЕ

Лён масличный – ценная сельскохозяйственная культура, которая используется в питании и как сырьё в промышленности. В семенах льна содержится до 48 % масла [Вайнруб А. И., 1984; Шведов И. В., 2003; Куанышкалиев А. Т., 2006; Санин А. А., 2006; Энергосберегающая..., 2011], которое используют в различных отраслях промышленности (электротехнической, бумажной и мыловаренной), а также в медицине, питании и парфюмерии. Шрот и жмых – ценный высокобелковый корм для сельскохозяйственных животных. Благодаря целому комплексу замечательных хозяйственно - полезных признаков, лён масличный получает всё большее распространение как в мировом, так и в Российском земледелии [Кузин А. М., 1961; Рыжеева О. И., 1967; Питько Г. А., 1989; Давыденко О. Г., 1958, 2004; Генетические основы..., 2008; Краснова Д. А., 2010; Колотов А. П., 2013; Белопухов С. Л., 2015 б; Cremaschi, 1997]. В 2012 г. лён масличный начали выращивать и в Удмуртской Республике, поэтому необходимо разработать адаптивную технологию возделывания этой культуры. Многолетние данные науки и практики убедительно свидетельствуют о том, что высокую и устойчивую урожайность полевых культур можно обеспечить лишь в том случае, если в каждом районе и хозяйстве почвенно-климатические и погодные ресурсы будут использоваться более дифференцированно [Жученко А. А., 2009]. По мнению И. Ш. Фатыхова [2002, 2010], урожайность и качество получаемой продукции во многом зависят от уровня адаптации сортов полевых культур к абиотическим условиям. В связи с этим выявление среди сортов льна масличного наиболее перспективных по сочетанию биологических свойств и хозяйственно ценных признаков, а также изучение реакции льна масличного на приёмы посева является актуальной задачей.

Научные исследования по выявлению реакции полевых культур на абиотические условия Среднего Предуралья были проведены: Е. В. Корепановой [2004; 2011], В. Н. Гореевой [2008],

А. В. Мильчаковой [2008], П. А. Кузьминым [2009], И. И. Фатыховым [2012] и Я. Н. Захаровой [2013] – лён-долгунец, Л. А. Толкановой [2000], М. А. Степановой [2003], И. Ш. Фатыховым [1983; 1998; 2001а, 2001б, 2001в, 2001г; 2002; 2004] – зерновые культуры. Для предпосевной обработки семян полевых культур в условиях Среднего Предуралья рекомендуется использовать различные препараты [Курылева А. Г., 2012, Колесникова В. Г., 2014], в том числе вытяжки (экстракты), полученные из прорастающих семян-доноров различных зерновых культур [Фатыхов И. Ш., 2006а; 2002; 2010; Коконов С. И., 2003; Корепанова Е. В., 2004; Толканова Л. А., 2007; Хаертдинова З. М., 2008; Рябова Т. Н., 2013]; электромагнитные поля [Кузьмин П. А., 2009; Фатыхов И. Ш., 2010; Корепанова Е. В., 2010]; микроудобрения [Вафина Э. Ф. 2007; Мазунина Н. И., 2007; Гореева В. Н., 2008; Корепанова Е. В., 2009, 2011а; Колесникова В. Г., 2013].

В условиях Среднего Предуралья изучением приёмов посева полевых культур занимались: льна-долгунца – Е. В. Корепанова [2004, 2007, 2012]; И. И. Фатыхов [2012]; озимых и яровых зерновых культур – Е. В. Собенников [1976]; И. Ш. Фатыхов [1990; 1991; 1992; 2002; 2006б]; Л. А. Толканова [2007]; А. М. Ленточкин [2011]; рапса – Ч. М. Салимова [2011], проса – С. И. Коконов [2008] и многолетних трав – Н. И. Касаткина [2008] и Ж. С. Нелюбина [2010].

В научной литературе приведены публикации по изучению эффективности предпосевной обработки семян и приёмов посева различных полевых культур в условиях Среднего Предуралья, но отсутствуют сведения об аналогичных исследованиях по льну масличному.

Цели и задачи исследований: Цель исследований – исследовать реакцию сортов льна масличного на абиотические условия и разработать приёмы посева сорта ВНИИМК 620 в Среднем Предуралье.

Для реализации этой цели были поставлены следующие задачи:

– изучить реакцию сортов льна масличного на абиотические условия;

- выявить реакцию льна масличного ВНИИМК 620 на предпосевную обработку семян, сроки, способы, глубину посева и нормы высева;
- научно обосновать урожайность льна масличного по вариантам опытов элементами её структуры, показателями фотосинтетической деятельности, засорённостью посевов;
- выявить посевные качества семян в урожае в зависимости от изучаемых приёмов;
- определить химический состав семян, соломы и вынос основных элементов питания с урожаем льнопродукции;
- установить энергетическую, экономическую эффективность изучаемых приёмов посева.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА (обзор литературы)

1.1. Абиотические условия и урожайность льна масличного

Абиотические факторы – это компоненты и явления неживой природы, а именно климатические (среднегодовая температура, влажность, давление воздуха, годовая сумма температур), эдафические (гранулометрический состав, воздухопроницаемость, кислотность и химический состав почвы), орографические (рельеф, высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склона), химические (газовый состав воздуха, солевой состав воды, концентрация, кислотность), физические (шум, магнитные поля, теплопроводность и теплоёмкость, радиоактивность, интенсивность солнечного излучения). Главными и первично воздействующими факторами внешней среды являются температура, влажность и свет [Жученко А. А., 1990; Экологические факторы, 2012].

Лучше всего для льна подходят дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые почвы. Почвы тяжёлого и лёгкого гранулометрического состава, имеющие низкое содержание питательных элементов, непригодны для льна. Кислотность почвы должна быть слабокислой и близкой к нейтральной [Афанасьев А. А., 1949; Доронин С. В., 2003]. Ряд научных сотрудников ВНИИЛ В. Я. Тихомирова, В. М. Белова и О. Ю. Сорокина [1994; 2002; 2003] выявили, что на переизвесткованной почве с pH_{KCl} до 6,7 ... 7,7 в большей части льносеющих районах широкое распространение получили неинфекционные заболевания растений, проявляющиеся на посевах отдельными очагами (пятнами, полосами). Начало заболеваний проявляется в фазе «ёлочка» в виде визуальных признаков кальциевого хлороза, и наряду с этим начинается цинковая недостаточность.

Лён масличный, вследствие относительно короткого вегетационного периода, а также интенсивного роста и относительно вы-

сокого транспирационного коэффициента (400–430), требователен к влаге, но, благодаря развитой корневой системе, способен использовать влагу из глубоких горизонтов почвы [Виноградов В. Ф., 2000; Галкин Ф. М., Рябенко Л. Г., 2005; Дьяков А. Б., 2006]. Для прорастания семенам льна необходимо около 140 % воды от их собственной массы. Это поясняется присутствием в них ослизняющего слоя, который впитывает из почвы воду и крепко её удерживает [Перспективная..., 2010].

В начале вегетации льна масличного потребность его в воде обеспечивается почвенными запасами влаги осенне-зимнего периода. В период полные всходы – конец фазы «ёлочка» отсутствие дождей не оказывает решающего значения на урожайность семян [Рожмина Т. А., 2000]. В начале периода бутонизации, когда только закладываются цветочные бугорки и в течение последующих двух-трех недель, т.е. до образования коробочек, лён масличный требует наибольшего количества воды. В это время необходимо достаточное количество осадков и их равномерное распределение для формирования высокого урожая семян. В среднем за вегетацию для образования 1 т семян лён расходует до 440 т воды [Аюханов М. Б., 1982; Северов В. И., 1992; Доронин С. В., 2003]. При недостатке влаги в этот период снижается ветвление, уменьшается продолжительность фазы цветения, формируются коробочки с меньшей массой семян, что приводит к пониженной масличности. Но обильные осадки в фазе созревания стимулируют у растений новый рост, ветвление, цветение и образование семян, поражение растений болезнями [Минкевич И. А., 1955; Гудинова Е. Н., 1973; Школьник М. Я., 1974; Лён масличный..., 2008]. В исследованиях А. П. Колотова [2015 а] было выявлено, что устойчивость к недостатку влаги зависит от сортовых особенностей. Так, лён масличный позднеспелого сорта ЛМ-98 в засушливый год снизил урожайность семян более чем в 2,5 раза по сравнению с периодом с относительно хорошей обеспеченностью влагой. Тогда как раннеспелый сорт Северный в любые по погодным условиям годы формировал полноценные, физиологически вызревшие семена.

Лён масличный, в сравнении со льном-долгунцом, является растением низкорослым, менее требовательным к теплу. Продолжительность вегетационных периодов в разные погодные условия составляет 62–120 суток. Сумма положительных температур за период вегетации составляет 1600...1800 °С, что на 300...400 °С меньше, чем данный показатель у зерновых культур. Высокая температура воздуха (более 22 °С) в период цветения – зелёная спелость снижает высоту растений льна масличного. В то время как относительно низкие температуры воздуха увеличивают вегетационный период и вызывают распространение болезней [Шаров И. Я., 1963; Колотов А. П., 2011]. По данным исследований Е. В. Корепановой [2007], в Среднем Предуралье для формирования урожайности соломы льна-долгунца Псковский-359 не ниже 60 ц/га необходима среднесуточная температура воздуха в период «ёлочка» – цветение и посев – ранняя жёлтая спелость не выше +15 °С с суммой выпавших осадков за вегетационный период не менее 200 мм, в т.ч. в период «ёлочка» – цветение не менее 110 мм.

Лён масличный относится к культурам, предъявляющим к складывающемуся в период вегетации температурному режиму умеренные требования [Перспективная..., 2010]. Температура почвы для прорастания семян льна составляет 3 °С, относительно низкая температура и повышенная влажность почвы нередко обуславливают их загнивание. При нормальной влажности и среднесуточной температуре почвы 7...8 °С появление всходов наблюдается на 6–7-й день, при более низкой температуре этот период увеличивается до 15 дней. Семена льна переносят кратковременные заморозки до минус 5 °С [Растениеводство, 1963; Растениеводство, 1986; Растениеводство, 1997; Полонецкая Л. М., 2004 б; Доронин С. В., 2005; Богдан Т. Н., 2007].

Корневая система у льна слабая и плохо усваивает элементы питания из почвы. Вследствие этого лён предъявляет значительные требования к агрохимической характеристике почвы, интенсивно реагирует на нехватку легкодоступного питательного вещества, независимо от этого, выносит их сравнительно немного относи-

тельно других культур. Отечественные и зарубежные ученые уделяли большое внимание изучению питания растений и применению минеральных удобрений под лён-долгунец [Пейве Я. В., 1936; Малакотина С. М., 1976; Тихвинский С. Ф., 1984; Петрова Л. И., 2000; Тихомирова В. Я., 2002; Колотов А. П., 2013, 2014; Diederichsen A., 2008]. Белопухов С. Л. [2015 а] с соавторами в своих исследованиях на лёгких дерново-подзолистых почвах Калужской области выявили, что применение органо-минерального удобрения (ОМУ) на основе отходов кофейного производства на льне масличном сорта Исток способствовало увеличению на 35–45 % высоты растений и на 3,5 тыс. м²/га площади листьев. Повышение урожайности семян на 4,7 ц/га происходило от последствий ОМУ.

Важнейшую роль среди элементов минерального питания в обмене веществ растений имеют азот, фосфор и калий [Кошелева Л. Л., 1980; Тихвинский С. Ф., 2010]. Так, до цветения лён поглощает около 30 % азота и 15 % фосфора, а за короткий период потребление азота достигает 90 % и фосфора к концу цветения – до 50 % и более. Определение содержания и накопления этих элементов позволяет дать количественную характеристику необходимости их для растений [Практикум по агрохимии, 1987]. Лён нуждается в азоте с фазы «ёлочка», и при цветении отмечается максимальная потребность. Лён во весь вегетационный период нуждается в фосфоре и калии, особая потребность в них наступает в период бутонизация – жёлтая спелость, поэтому применение фосфорного удобрения имеет существенное значение для роста, развития и продуктивности растений [Изучение коллекции..., 1988; Ягодин Б. А., 1995; Полонецкая Л. М., 2004а; Рекомендации по возделыванию..., 2008]. Также для развития льна необходимы такие элементы, как бор, медь, кобальт, молибден, цинк, которые увеличивают устойчивость к заболеваниям и неблагоприятным условиям среды [Рогаш А. Р., 1968; Обьедков М. Г., 1979; Кошелева Л. Л., 1980].

Вынос элементов питания льном не является постоянной величиной и зависит от почвенно-климатических и агротехнических условий, биологических особенностей сортов [Шанский Ю. А,

1966; Технические культуры..., 2006]. Неблагоприятное действие на лён оказывают ионы хлора, что необходимо учитывать при выборе форм удобрений [Лён масличный..., 2008]. На образование 1 т семян лён масличный расходует до 60–75 кг азота, 15–25 кг фосфора, 40–55 кг калия [Рекомендации по семеноводству, 1983; Технические культуры, 1986; Адаптивная технология, 2011].

Таким образом, урожайность льна масличного зависит от абиотических условий (температуры, влажности, содержания элементов питания в почве и других факторов). Научные изыскания по изучению реакции сортов льна масличного на абиотические условия в Среднем Предуралье не проводились.

1.2. Роль сорта в формировании урожайности

В последние годы в связи с интенсификацией сельского хозяйства требования к сортам по урожайности, пригодности к механизированной уборке и качеству продукции значительно возросли. Производство все больше нуждается в сортах, способных полностью реализовать возросший уровень интенсификации и культуры земледелия. Основы технологии возделывания сорта должны быть направлены на реализацию его потенциальных положительных качеств. Сорт – это биологическое средство производства [Макарова В. М., 1995]. В современных условиях новый сорт льна должен иметь более полный комплекс хозяйственно - ценных признаков, соответствовать требованиям сельскохозяйственных товаропроизводителей, владеть большой отзывчивостью на удобрения и адаптироваться в конкретных почвенно-климатических условиях [Марков Н. Н., 1975; Тихвинский С. Ф., 1984; Рысев М. Н., 2000; Рожмина Т. А., 2001; Шерemet Ю. В., 2014; Drevon C. A., 1990].

Важнейшие требования к современному сорту – высокая и стабильная урожайность волокна и семян, хорошие показатели качества волокна, устойчивость к полеганию, болезням и стрессам, скороспелость [Рысев М. Н., 2000; Никандрова М. Л., 2000; Limonzin F., 1989; Froment M. A., 1998]. Гуляев Г. В. [1987] выявил,

что повышение урожайности на 12–15 % обеспечивает внедрение в технологию выращивания нового сорта. Так, Е. В. Корепановой (2009) установлено, что лён-долгунец сорта Восход существенно превзошел на 2,2 ц/га по урожайности волокна сорт Синичка в условиях Среднего Предуралья. В исследованиях В. К. Дридигера [Лён ..., 2013] с коллегами выявлена наибольшая урожайность семян 20,1 ц/га льна масличного в Ставропольском крае у сорта ВНИИМКа620, тогда как сорт Циан сформировал урожайность семян 18,3 ц/га.

В льноводстве лучше всего применять сорта, устойчивые к заболеваниям, внедрение которых обеспечит получение максимальных урожаев и позволит уменьшить пестицидную нагрузку на окружающую среду. Многие исследователи утверждают, что наиболее эффективным и экологически безвредным мероприятием по защите растений льна является введение в практическую агрономию сортов, имеющих большую степень иммунности к наиболее опасным заболеваниям [Александрова Т. А., 1994; Дудина А. Н., 1994; Живетин В. В., 1995; Кукреш С. П., 2008; Лошакова Н. И., 2002; Kaul H. P., 1994; Mikelionis S., 2000; Gruzdeviene E., 2006].

Сорта должны различаться по экологической приспособленности к погодным и почвенным условиям в разные периоды развития, отзывчивости на их улучшение, по генетической природе устойчивости против основных заболеваний, т. е. при разных условиях погоды агрофона они должны обеспечить получение высоких и стабильных урожаев [Макарова В. М., 1995]. А. П. Колотов [2014] на Среднем Урале провел ряд исследований по экологическому испытанию сортов льна масличного. В результате анализа показателей адаптивности сортов установлено, что урожайность сортов более тесно связана с генетической гибкостью: так, у сорта Северный наблюдается наивысшая генетическая гибкость – 2,2 т/га, а у сорта Воронежский 1308/138 – наименьшая – 1,63 т/га.

Главное условие для успешного развития льноводства – стабильное снабжение сельскохозяйственных товаропроизводителей семенами сортов, обладающих высокой потенциальной урожайно-

стью [Лапковская Т. Н., 2004]. Сорт, согласно Закону РФ «О селекционных достижениях» от 6 августа 1993 г., «Это группа растений, которая не зависимо от охраноспособности определяется по признакам, характеризующим данный генотип или их комплекс, и отличается от прочих групп растений того же ботанического таксона одним или несколькими признаками. Сорт может быть представлен одним или несколькими растениями, частью или несколькими частями растения, при этом возможно их использование для воспроизводства целых растений сорта».

По мнению академика РАСХП А. А. Жученко [2000], каждая культура и сорт, а также адаптивно значимые и хозяйственно ценные признаки обладают специфичной отзывчивостью (реакцией) на действие факторов внешней среды. Требования к сортам современного сельскохозяйственного производства довольно высоки.

Новые сорта льна масличного формируют достаточно высокую урожайность семян (2,3–2,6 т/га). При высокой масличности (49,5–53,0 %) и относительно коротком вегетационном периоде (83–86 дней) они обеспечивают получение высококачественного технического масла [Пономарева М. Л., 2010].

Колотов А. П. [2015 б] с соавторами утверждают, что высокопродуктивные агрофитоценозы льна масличного должны иметь растений к уборке 560–600 шт./м², формировать коробочек на растении 10–12 шт., в каждой из которой в среднем находится по 7–8 шт. развитых семян.

Таким образом, проведённые ранее исследования показали, что сорт по-разному влияет на продуктивность льна. Поэтому внедрение новых сортов имеет большое значение для сельскохозяйственных товаропроизводителей в увеличении урожайности льнопродукции. Исследований, связанных с изучением продуктивности сортов льна масличного в условиях Среднего Предуралья, недостаточно.

1.3. Подготовка семян к посеву

Для повышения посевных качеств семян необходима предпосевная или заблаговременная их подготовка. В первую очередь основа высокого урожая зависит от использования при посеве кондиционных семян с высокими посевными качествами и урожайными свойствами. Можно назвать очень много факторов, которые снижают энергию прорастания и всхожесть семян – это и недозревание семян, и поздняя обработка, и недоброкачественный обмолот, и плохое хранение. Посевные качества семян должны соответствовать требованиям ГОСТа [Искаков К. А, 1986; Лукомец В. М., 2010; Kaul Н. Р., 1994]. Семена районированных сортов льна должны иметь чистоту не ниже 99 %, всхожесть – не менее 95 %, влажность – не более 12 %, заражённость фузариозом – не более 1 %. Семена, заражённые болезнями, снижают полевую всхожесть, вследствие чего уменьшается густота стояния растений перед уборкой [Сорочинская М. А., 1986; Рожмина Т. А., 1989; Pavelek М., 1983; Goray S. С., 1987]. Однородность семян по крупности имеет большое значение. Разделяя при сортировании семена на более крупные, средние и мелкие, при посеве получают разную урожайность волокна и семян [Абрамов Е. И., 1955; Кутузова С. Н., 1998]. У семян, не закончивших послеуборочное дозревание, понижается всхожесть. У физиологически недозревших семян при подготовке их к посеву всхожесть можно повысить путём воздушно-теплового обогрева активным вентилированием подогретым воздухом до 33...35 °С. При этом используют установки активного вентилирования, льно- и зерносушилки, вентилируемые бункеры [Шпаар Д., 1999; Рекомендации по возделыванию..., 2008; Лён масличный..., 2008].

По мнению Г. Г. Филипповой [1995], свободные от патогенной микрофлоры здоровые семена – главное условие получения высоких урожаев. В комплексе защитных приёмов большое значение имеет гарантированная защита семян от болезней путём протравливания. Для достоверного выбора препаратов, разрешённых к применению в качестве протравителей семян льна, следует провести

анализ посевного материала на заражённость болезнями. В ряде случаев протравливание семян используют как профилактическое мероприятие, которое позволит отсрочить следующие обработки культур фунгицидами или совсем отказаться от их применения [Минкевич И. А., 1940; Абрамов Е. И., 1955; Семенова А. Я., 1984].

С. Ф. Тихвинский [2007] с соавторами отмечают, что семена льна масличного необходимо протравливать заблаговременно или перед посевом препаратами ТМТД или фентиурамом, а также биологическими препаратами. Однако широкое распространение применения протравливания семян в производственных условиях затруднено рядом обстоятельств: нехватка денежных средств у сельских товаропроизводителей для закупки пестицидов, специализированной техники; опасные условия труда; ухудшение экологической обстановки [Хлопцева Р. И., 1995, 1996; Воробьев С. А., 1979]. Поэтому необходимо создание нового, экологически чистого приёма обработки семян перед посевом, который обеспечит увеличение урожайности [Наумов Г. Ф., 1987; Соловьев А. Я., 1989; Самсонов В. П., 1996; Лён и его комплексное..., 2002]. В научной литературе в качестве таких приёмов указывается использование биологических и бактериальных препаратов [Кузнецов В. И., 1994; Ларионов Г. И., 2003; Трапезников В. П., 2003], вытяжек (экстрактов), которые получены из проростков семян-доноров разных зерновых культур [Фатыхов И. Ш., 1998; 1999; Корепанова Е. В., 2004; Толканова Л. А., 2007; Хаертдинова З. М., 2008; Кузьмин П. Н., 2009; Курылева А. Г., 2012; Рябова Т. Н., 2013], обработка семян электромагнитным полем [Кузьмин П. А., 2009]. Выявлено, что биологически активные вещества способствуют сохранению фунгицидных и бактерицидных свойств семян-доноров и используются как средства увеличения их устойчивости к разнообразным болезням, снижения патогенной микрофлоры, сохранности и оздоровления экологической среды [Мечников И. И., 1950; Наумов Г. Ф., 1994].

В исследованиях П. А. Кузьмина [2009], Е. В. Корепановой [2011] воздушно-тепловой обогрев семян льна-долгунца Восход позволил увеличить урожайность волокна на 13 г/м² и семян –

на 2 г/м². Е. В. Корепанова [2004] с соавторами установили, что обработка семян льна-долгунца перед посевом вытяжкой из семян-доноров озимой ржи обусловила прибавку урожайности семян 1,1 ц/га, в данном варианте выявлено возрастание на 179 шт./м² растений к уборке, на 0,3 г – массы 1000 семян по сравнению с контрольным вариантом.

И. Ш. Фатыховым [2002] и С. И. Коконовым [2003] было установлено, что в Среднем Предуралье прибавка 4–8 % урожайности ячменя при обработке семян перед посевом вытяжкой из пророщенных семян-доноров зерновых культур (озимой ржи, ячменя, овса) обеспечивается увеличением растений к уборке, продуктивной кустистости и выживаемости растений. Толканова Л. А. [2000] установила аналогичные результаты при изучении влияния предпосевной обработки семян овса экстрактами из пророщенных семян хлебных злаков.

В научных изысканиях С. Л. Белопухова [2011; 2012] установлено, что обработка посевов в фазе «ёлочка» биостимуляторами Карвитолом и Вэвром способствовала большему на 2–2,5 мкг/л содержанию магния в льняном масле, полученном из семян льна-долгунца, в сравнении с обработкой растений водой.

Хорошо сбалансированное питание растений в интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур лежит в основе обеспечения высоких и устойчивых урожаев. Использование минеральных удобрений не может обеспечивать потребность многих культур в физиологически важных элементах – в боре, марганце, цинке, кобальте, меди, йоде, которые способствуют формированию высоких урожаев полевых культур с хорошими качественными показателями. Такая предпосевная обработка семян обеспечивает растения микроэлементами в самом начале роста, так как на первом месте у многих микроэлементов находится их способность к активизации ферментативной деятельности [Пейве Я. В., 1956]. Поэтому наблюдается оптимизация условий прорастания и увеличение полевой всхожести семян [Маркин В. А., 1983; Абзалов А. А., 1990;

Вафина Э. Ф., 2007; Мазунина Н. И., 2007; Корепанова Е. В., 2011a].

Многие учёные указывают, что применение микроэлементов наиболее целесообразно совмещать с инкрустацией семян [Ежов Р. И., 1983; Чумаченко И. Н., 1986; Лён масличный..., 2008]. В. Н. Гореева [2008; 2010] в условиях Среднего Предуралья выявила, что большая на 0,7–2,7 ц/га (9–34 %) урожайность волокна, на 4,2–10,2 ц/га (14–34 %) тресты, на 0,8–1,5 ц/га (23–44 %) семян получена при обработке семян льна-долгунца перед посевом сульфатами меди, цинка, кобальта, их комплексными соединениями, борной кислотой, перманганатом калия, смесью сульфатов, смесью солей и комплексными соединениями в смеси.

Таким образом, результаты анализа источников научной литературы позволяют сделать следующее заключение:

- во-первых, для совершенствования предпосевной обработки семян следует исключить препараты, загрязняющие окружающую среду и наносящие вред здоровью;

- во-вторых, перед посевом в качестве биологических и бактериальных препаратов используют вытяжки (экстракты), полученные из прорастающих семян-доноров для обработки зерновых культур, льна-долгунца. Но при этом нет сведений по выявлению эффективности предпосевной обработки семян льна масличного экстрактами в условиях Среднего Предуралья;

- в-третьих, протравливание семян в производственных условиях требует дополнительных средств у сельских товаропроизводителей для приобретения пестицидов, микроудобрений. Поэтому использование для предпосевной обработки семян экстрактов из проростков зерновых культур даёт возможность использовать собственные ресурсы;

- в-четвертых, в научных публикациях имеются сведения по применению различных приёмов предпосевной обработки семян полевых культур в условиях Среднего Предуралья, но не изучена её сравнительная эффективность на льне масличном.

1.4. Сроки посева

Комплекс агротехнических приёмов возделывания любой сельскохозяйственной культуры в конкретных абиотических условиях является залогом успеха. Один комплекс приёмов возделывания эффективен в одном регионе, в другом регионе в связи с разными природно-климатическими условиями тот же комплекс оказывается неприменимым. Следовательно, оптимизация производственного процесса культуры должна строиться за счёт улучшения агротехнических приёмов, их приспособления к требованиям биологии растений с учётом агроклиматических условий [Бородин И. В., 1958; Шанский Ю. А., 1966; Вавилов П. П., 1986; Жученко А. А. мл., 1994; Живетин В. В., 2002; Гайнуллин Р. М., 2005].

Начало научно-исследовательских работ по срокам посева масличного льна относится к 1927–1933 гг. в основном в старых районах возделывания этой культуры. Результаты этих работ показали, что посев в первые дни полевых работ способствовал получению наиболее высокой урожайности семян; посев через 10 дней после первого срока снизил урожайность семян на 1,1 ц, а спустя 20 дней – на 2 ц/га [Карпунин Ф. М., 1990]. Уровень обеспеченности влагой, теплом и светом в большей степени зависит от срока посева льна. Так, посев льна-долгунца рекомендуют проводить так, чтобы большая часть периода вегетации растений проходила в наиболее благоприятных погодных условиях [Льноводство, 1967; Малакотина С. М., 1976; Цупак В. Ф., 1980; Корепанова Е. В., 2004; Технология..., 2006]. При ранних посевах, когда сохраняется возможность сильных и продолжительных заморозков, некоторые семена долго не всходят, а сами всходы ослабевают и могут повредиться плесенью и земляной блохой. Если ко времени появления блошки растения окрепнут, и листочки их станут более жёсткими, этот вредитель не может причинить большого ущерба. С другой стороны, практика показала, что ранние посевы льна сильнее страдают от сорняков. Поэтому семена льна следует высевать в оптимальные ранние сроки в достаточно прогретую почву [Ерофе-

ев А. А., 1954; Ларцев Н. И., 1955; Карпунин Ф. М., 1989; Склянчук В. М., 1989; Зубцов, В. А., 2002; Корепанова Е. В., 2004]. Так, К. А. Искаков [1986] рекомендует посев льна масличного начинать, когда минует возврат к продолжительным холодам и сильным заморозкам, почва на глубине пахотного слоя прогреется до 8 °С тепла и влажность её будет не более 70 % от полной влагоёмкости. Ряд исследователей придерживаются этого мнения и считают, что наступление данных условий обычно происходит во второй пятидневке от физической спелости почвы, когда массово сеют ранние яровые зерновые культуры [Ерофеев А. А., 1959; Малакотина С. М., 1976; Соловьев А. Я., 1989]. Так, в Среднем Предуралье Е. В. Корепанова [2004] установила, что посев льна-долгунца Синичка в возможно ранний срок сформировал наибольшую урожайность соломы 58,3 ц/га, волокна – 15,2 ц/га и семян – 11,3 ц/га, тогда как при затягивании посева на 5 суток от возможно раннего выявлено уменьшение урожайности соломы на 4,7 ц/га, волокна – на 1,8 ц/га.

Исследования, проведённые на Красноярской, Барнаульской, Чишминской (Башкортостан) опытных станциях и Минусинском опытном поле, привели к иной оценке ранних сроков посева. На Красноярской опытной станции урожайность при ранних и средних сроках посева была примерно одинаковой. На Минусинском опытном поле (Красноярский край) посев льна на 10–15 дней позже раннего срока дал урожайность несколько выше, чем урожайность при раннем посеве. Дальнейшее запаздывание с посевом привело к резкому снижению урожая. В исследованиях на Чишминской опытной станции в среднем за три года урожайность льна масличного составила: при посеве одновременно с ранними яровыми культурами – 5,6 ц/га, а через 10 дней после начала их посева – 5,1 ц/га [Буряков Ю. П., 1971]. На Ворошиловской опытной станции (Ставропольский край) при посеве льна 12 апреля (возможно ранний срок) получили урожайность семян 9 ц/га, при посеве 25 апреля – 8 ц/га и при посеве 2 мая – 6,8 ц/га. Похожие результаты были получены на Барнаульской опытной станции: наилучшим сроком посева льна

здесь оказался период с 7 по 12 мая – первая декада весенних посевных работ [Минкевич И. А., 1957].

Дридигер В. К. [Лён ..., 2013] отмечает, что в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края оптимальным сроком посева для льна масличного является третья декада марта, при котором формируется наибольшая урожайность семян, их масличности и сбора масла. Посев в более поздние сроки приводит к снижению урожайности и ухудшению качества получаемой продукции.

По мнению многих специалистов хозяйств, формирование высокой урожайности льна-долгунца обеспечивают ранние посевы. При этом данный срок посева способствует снятию пика напряжённости во время уборки, проведению своевременной химической прополки [Метелица З. Д., 1987; Цвик С. М., 1987]. Однако в результате трёхлетних исследований Н. Ф. Максимова [1986] в лесостепной зоне Омской области установлено, что посев льна в средние сроки обеспечивает более высокую урожайность, нежели ранние. Засорённость полей в первом случае значительно снизилась, количество сорняков уменьшилось в два раза, а воздушно-сухая масса их на 1 м² посева соответственно сократилась с 53 до 17 г, то есть более чем в три раза. Самые ранние, а также более поздние посевы снижали урожайность семян. Всё это позволило рекомендовать для лесостепной зоны Омской области не ранние, а средние сроки посева льна-долгунца.

Сизов И. А. [1995] в своих исследованиях установил, что при температуре почвы 7...8 °С семена всходят на 11-й день после посева, а при температуре 4...5 °С – на 19-й день, при 12...13 °С семена льна-долгунца взошли на 4-й день. Всходы льна выдерживают кратковременные заморозки на поверхности почвы до –3... –4 °С. Поэтому, если после посева льна наступает временное похолодание, оно не отразится на всходах льна. Наоборот, закалённые в период похолодания растения с наступлением тепла растут и развиваются энергичнее и становятся более крепкими. А. Я. Скрипачева [1954] установила, что при посеве в ранние сжатые сроки в Калининской области в спелую, хорошо подготовленную почву, прогре-

тую на глубине пахотного слоя до 7...8 °С, можно получить наибольшую урожайность льна-долгунца.

При выборе срока посева льна-долгунца нужно учитывать предполагаемые метеорологические условия для него в период быстрого роста. К примеру, если в центральных льноводных областях прогнозируют влажную и тёплую погоду в июне, а сухую и жаркую – в июле, нужно проводить ранние посевы льна. Напротив, если погода в июне будет сухая и жаркая, а в июле – влажная и теплая, необходимо немного повременить со сроком посева [Семенова З. М., 1969].

Результаты 3-летних исследований Р. М. Гайнуллина [2011] показали, что посев льна масличного 5 и 12 мая обеспечил формирование урожайности семян 1,56 и 1,62 т/га, сбор масла – 599 и 623 кг/га соответственно. При этом более поздние сроки посева снизили на 0,1–0,2 т/га урожайность семян. Данное повышение урожайности семян льна масличного обуславливалось возрастанием количества растений к уборке, коробочек на растении, семян в коробочке и их массы. В опытах А. Т. Куанышкалиева [2009] выявлено, что при ранних посевах наблюдали самые высокие показатели полноты всходов, которые варьировались от 86 до 91 %. Более поздние посевы привели к уменьшению полноты всходов от 83 до 78 %.

Ранние сроки посева позволяют расстилать льняную солому в лучшие сроки (в августе), это способствует увеличению выхода волокна и улучшает его качество [Сентяков А. П., 1954; Малакотина С. М., 1982]. По мнению С. Ф. Тихвинского [1998], увеличение выхода волокна и улучшение его качества при ранних сроках посева обеспечивается большей фотосинтетической деятельностью растений. Так, Р. М. Гайнуллин [2011] установил, что посев 5 и 12 мая обеспечивает сухое вещество надземной биомассы льна масличного в фазе цветения 2,05 и 2,19 т/га соответственно. Тогда как варианты посева 19 и 26 мая способствовали формированию данного показателя в фазе цветения 2,00 и 1,85 т/га соответственно. Наибольшая площадь листовой поверхности льна масличного сформировалась

при посеве 5 и 12 мая: в фазе цветения – 25,7 и 24,2 тыс. м²/га при поздних сроках посева – 23,6 и 22,8 тыс. м²/га соответственно.

Колотов А. П. [2013] считает, что в условиях Свердловской области ранние сроки посева льна масличного имеют преимущество перед поздними сроками, так как при оттягивании срока посева удлиняется период вегетации, снижается масса 1000 семян.

Лён масличный является растением длинного светового дня, он требует раннего срока посева. При этом необходимо учитывать вероятность возвратных заморозков ниже –5...–7 °С. При запаздывании с посевом урожайность льна масличного резко снижается, и даже внесённые удобрения не всегда компенсируют потери урожая [Перспективная..., 2010].

На основании анализа научной литературы можно сделать вывод, что результаты исследований по срокам посева льна масличного разноречивы и отсутствуют данные по Среднему Предуралью.

1.5. Норма высева и способ посева

Соблюдая все технологические требования, предъявляемые к приёмам посева льна-долгунца (срок, способ, глубина посева, норма высева и др.), можно сформировать оптимальную густоту продуктивного стеблестоя [Производство..., 2004; Eberhart S. A., 1966]. По мнению Н. П. Щербинина [1991], теоретической основой определения нормы высева семян является закономерность комплекса воздействий растения с окружающей средой, при которой разрабатывается модель зависимости урожайности от густоты посева и условий возделывания. Многие учёные уделяли внимание установлению оптимальной густоты посева, площади питания для полевых культур. Так, немецким профессором Е. Wollny была создана теория площади питания. И. А. Стебут [1957], П. А. Костычев [1952] установили, что максимальная урожайность с площади определяет-

ся конкретной оптимальной густотой стояния растений [Макарова В. М., 1995].

Норма высева – величина непостоянная, которая устанавливается в зависимости от сорта, качественных свойств семян, почвенно-метеорологических условий зоны возделывания, агрохимической характеристики почвы [Агротехника..., 1966; Северов В. И., 2000]. Гриценко В. В. [1984] установил, что главный фактор, от которого зависит норма высева, – влага. По мнению М. С. Норов [2006], для конкретной зоны возделывания следует устанавливать оптимальную густоту стояния растений. Так, в северо-западных районах, где выпадает большое количество осадков, рекомендуют норму высева устанавливать по верхней границе, в засушливых (юго-восточных) – по нижней. В. М. Белис [1981] предлагает устанавливать норму высева в зависимости от влажности почвы: при низкой влажности – уменьшать норму высева на 25–50 %, а при высокой – увеличивать на 25 % относительно рекомендованной нормы высева семян.

Огромную работу по систематизированию и обобщению значительного фактического материала, накопленного опытными организациями нашей страны и за рубежом и освещающего вопросы целесообразного распределения семян на посеве, провел в 60-е годы прошлого столетия академик И. И. Синягин [1975]. Он утверждал, что при повышении или снижении площади питания изменения морфологических признаков растений проявляются очень остро. Он полагал, что повышение густоты продуктивных растений обычно вызывает увеличение их высоты. До определённых значений она увеличивается, далее, когда плотность посева становится существенно большей, скорость роста растений сбавляется. Трансформация высоты растений от изменения площади питания определяется, как правило, условиями освещённости. Толщина стебля, а значит, стойкость к полеганию повышается с подъёмом площади питания. Другие исследования показали, что от интенсивно кустящихся сортов можно получить хорошую урожайность при сравнительно небольших нормах посева и, наоборот, от слабо кустящихся

ся – при большей плотности посева [Вавилов Н. И., 1926; Синягин И. И., 1975; Ничипорович А. А., 1978; Блиев С. Г., 1997].

В исследованиях В. К. Дридигера [Лён ..., 2013] с коллегами в Ставропольском крае установлено, что при низких нормах высева (4 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га) лён масличный сформировал растения с большим количеством коробочек на 1 растении и высокой массой 1000 семян. При этом наибольшее число коробочек на растении выявлено при норме 8 млн штук всхожих семян на 1 га. Аналогичные результаты исследований были получены на серой лесной среднесуглинистой почве Рязанской станции Д. В. Виноградовым [2013].

По результатам 3-летних исследований Ю. В. Шеремет [2014] установил, что на светло-серых почвах Полесья Украины высокий уровень урожайности (1,47–1,48 т/га) и качества семян льна масличного обеспечил сорт Эврика при нормах высева 8–10 млн штук всхожих семян на 1 га.

Об актуальности изучения нормы высева сортов полевых культур указывают многие исследователи [Касаева К. А., 1986; Макарова В. М., 1995; Шпаар Д., 1998; Фатыхов И. Ш., 2001; Ленточкин А. М., 2011; Корепанова Е. В., 2004; Хаердинова З. М., 2005; Толканова Л. А., 2007; Касаткина Н. И., 2008; Тихонова О. С., 2012; Фатыхов И. И., 2012]. Они рекомендуют для формирования оптимальной густоты стояния растений устанавливать норму высева с учётом плодородных свойств и засорённости поля, применения удобрений, предшественников, типа и гранулометрического состава, разделки почвы, особенностей видов и сортов, приёмов посева, качественных показателей семян, складывающихся погодных условий во время посева и т.д.

Большинство учёных считают, что для точного выбора нормы высева культуры, сорта нужно установить её морфологические особенности, габитус растений и только после этого определять пределы нормы высева. В научных публикациях существуют изыскания, что у различных сортов каждой культуры, возделываемых при одних и тех же условиях, предел нормы высева может меняться

в 1,5–2 раза [Льноводство, 1967; Справочник льновода..., 1973, 1978; Северов В. И., 1992; Растениеводство, 1997; Шестакова Т. П., 1994]. И. А. Минкевич [1957] предлагает норму высева семян льна масличного устанавливать с учётом их сорности и посевных качеств, а также особенностей районов возделывания и других условий культуры. Изучением нормы высева льна масличного занимались в разные годы научно-исследовательские учреждения Западной Сибири, Южного Урала и Северного Казахстана. Исследованиями было установлено, что для Западной Сибири, прилегающих к ней степных районов Северного Казахстана и Южного Урала нормы высева масличного льна могут колебаться в довольно широких пределах от 40 до 75 кг на 1 га. При продвижении с северных, более влажных районов в степные, менее увлажнённые, норма высева в этих пределах уменьшается [Льноводство, 1967; Мамонов Н. Н., 1985]. При достаточном увлажнении почвы и благоприятных условиях вегетации, изменение нормы высева в указанных пределах, как правило, не оказывает значительного влияния на урожайность семян. В опытах Алтайской станции урожайность льносемян была практически одинаковой как при норме высева 30 кг на 1 га, так и при норме высева 50 кг на 1 га [Минкевич И. А., 1940]. В условиях Среднего Предуралья изучением норм высева льна-долгунца в технологии возделывания на волокно занималась Е. В. Корепанова [2004], на семена – И. И. Фатыхов [2012]. Лён-долгунец сорта Синичка при норме высева 22 млн штук всхожих семян на 1 га сформировал урожайность волокна 17,6 ц/га и лучшую по качеству (1,64 номера) тресту. Лен-долгунец сорта Восход при нормах высева 24 и 26 млн йштук всхожих семян на 1 га сформировал одинаковую урожайность волокна 19,8 ц/га и качество (1,89 номера) тресты [Корепанова Е. В., 2004]. Фатыховым И. И. [2012] определена оптимальная норма высева льна-долгунца Синичка и Восход – 6 млн штук всхожих семян на 1 га при возделывании на семенные цели, при которой получена наибольшая урожайность семян – 103 г/м².

В условиях Новосибирской области при нормах высева от 30 до 40 кг/га получили урожайность льна масличного по 3,5 ц/га, при

норме высева от 40 до 50 кг/га – 4,1 ц/га, а при увеличении нормы до 60 кг/га – 6 ц/га [Шанский Ю. А., 1966]. Дальнейшие исследования учёных из Новосибирского СХИ показали, что при отсутствии сорняков (что имеет место на небольших делянках опытных учреждений) лён масличный может давать высокую урожайность даже при малой густоте стояния – 100–200 растений на 1 м², но в производственных условиях посевы с такой густотой обычно дают очень низкую урожайность, так как редко стоящие растения не могут хорошо использовать увеличенную площадь питания из-за сорняков. Лён слабо борется с сорняками, но при загущении посевов всё же в некоторой степени угнетает их [Минкевич И. А., 1955].

Исследования Ю. П. Бурякова [1971] показали, что для Западной Сибири, Урала, Северного Казахстана наиболее приемлемой оказалась норма высева 6–8 млн штук всхожих семян на 1 га. Объясняется это тем, что с загущением посевов резко сокращается развитие корневой системы. Главный корень становится тоньше и короче, меньше у него боковых ответвлений. Менее развита и надземная часть растений – резко сокращается количество продуктивных коробочек, масса 1000 семян.

Галеев Р. Р. [Технические культуры..., 2006] с соавторами установил, что в лесостепных районах Сибири норма высева 50–60 кг/га обеспечивает наибольшую урожайность масличного льна. На Тулунской ГСС при высеве 32 кг на 1 га семян льна урожайность составила 10,2 ц/га, при высеве 44 кг на 1 га – 12,2 ц/га и при высеве 52 кг/га – 12,6 ц/га. В Среднеазиатских республиках норма высева семян льна применяется на богаре 25–40 кг/га и на поливных землях 20–30 кг/га [Минкевич И. А., 1957]. В 3-летних исследованиях Ивановской ГСХА на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве установлено, что наиболее высокая урожайность семян на фоне без внесения удобрений отмечена при посеве с нормой высева 10–12 млн штук всхожих семян на 1 га [Морозов И. В., 2000]. В Ставропольском крае в среднем за три года исследований самая высокая урожайность семян и сбор масла получены при норме 8 млн штук всхожих семян на 1 га, при этом к уборке в посевах

остается около 400 растений на 1 м² [Научик Д. А., 2004]. А. П. Колотов при изучении норм высева в Свердловской области также установил, что увеличение нормы высева с 8 млн штук всхожих семян на 1 га не способствует росту урожайности семян.

Р. М. Гайнуллин [2011] установил, что с нормой высева 4 млн штук всхожих семян на 1 га вегетационный период составил 89 дней, при большей норме высева (6 и 8 млн штук всхожих семян на 1 га) выявлено уменьшение срока вегетации на 2 и 4 дня соответственно. Полевая всхожесть семян по вариантам опыта не имела существенных различий и составила 82–83 %, однако выживаемость растений к уборке при большей норме высева (8 млн штук всхожих семян на 1 га) составила 91 %, а при меньших нормах высева (4 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га) – 94,8 и 94,5 % соответственно. С увеличением нормы высева семян выявлена тенденция роста растений по высоте. Так, в фазе цветения норма высева 4 млн штук всхожих семян на 1 га привела к формированию растений с высотой 53,9 см, норма высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га – 56,5 см, норма высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га – 57,8 см.

Главное требование при формировании высокопродуктивных посевов полевых культур – технология посева, включающая оптимальное и размеренное разделение семян по площади и глубине. Способ посева должен распределять на площади растения так, чтобы обеспечивалась оптимальная площадь питания, а её форма способствовала бы достаточному распределению корневой системы в почве и надземной массы в пространстве [Формирование..., 1984]. Так, В. К. Дридигер [Лён ..., 2013] установил, что при постоянной норме высева с изменением ширины междурядья с 15 до 30 и 45 см площадь листовой поверхности посевов не изменяется, однако это приводит к снижению урожайности семян льна масличного от 18,0 до 15,4 ц/га.

В практике сельскохозяйственного производства изучено много способов посева полевых культур. Разбросной способ посева полевых культур сменился посевом сеялкой. В течение долгого

времени ведущим способом посева был обычный рядовой с шириной междурядья 15 см. Минус такого способа в том, что расстояние между семенами в междурядье (15 см) в 10 раз больше, чем между ними в рядках (0,5–1,5 см). Площадь питания определяется в виде вытянутого прямоугольника с соотношением сторон 1:10. В то время, как междурядья пустуют, в рядках растения препятствуют друг другу, находясь в подавленном состоянии, вследствие чего им не хватает воды, света и питательных элементов, растения не могут развивать корневую систему размеренно во всех направлениях [Посыпанов Г. С., 1994; Макарова В. М., 1995]. Однако, по мнению Э. Д. Неттевич [1980], основной способ посева с шириной междурядья 15 см нельзя считать оптимальным. Наиболее прогрессивные способы – узкорядный (с междурядьями 7,5 см) и перекрёстный. Как правило, ленточный посев дает урожайность выше на 1–2 ц/га, чем обычный рядовой. В то же время данный способ посева нуждается в оптимальной структуре почвы без растительных остатков [Шпаар Д., 1998]. Перекрёстный посев позволяет расположить семена так, что площадь питания получается в виде квадрата, а световая поверхность используется наиболее полно, загущение отмечается только в местах, где пересекаются продольные и поперечные рядки. При перекрёстном посеве используют рядовые и узкорядные сеялки в два направления: перпендикулярный или пересекающийся, при этом каждый раз берут половину нормы высева. Недостатки такого способа: увеличиваются затраты труда, уплотняется почва и растягиваются сроки посева, так как не всегда можно осуществить работу агрегатов одновременно в два направления. В результате узкорядного посева площадь питания растений определяется квадратом, растения равномерно распределяются на поле, лучше усваивают питательные вещества, световое излучение и влагу, в итоге – увеличивается урожайность полевых культур [Макарова В. М., 1995; Толканова Л. А., 2007].

В опытах Сибирского НИИЗХ получены следующие результаты: широкорядный способ посева льна масличного при норме высева семян 40, 25 и 10 кг на 1 га в сравнении с обычным рядовым по-

севом не показал преимуществ [Попова Е. В., 1954]. Повышает урожайность семян льна (примерно на 30 %) перекрёстный способ посева.

По мнению многих авторов [Тихвинский С.Ф., 1985, 2007; Перспективная..., 2010; Адаптивная технология..., 2011; Лён масличный..., 2013], лён масличный сеют обычным рядовым (междурядьями шириной 15 см), узкорядным (7,5 см) и перекрёстным способами посева сеялками типа СЗ-3,6 при нормах высева 7–8 млн штук всхожих семян на 1 га. В итоге выявлено, что плотная густота стеблестоя растений повышает опасность полегания, поражения болезнями, усиливает конкуренцию растений за свет, влагу, питательные вещества, снижает жизнеспособность отдельных растений, ухудшает соотношение между семенами и соломой. При слишком низкой густоте посева интенсивно развиваются сорняки, снижаются компенсационные возможности посевов, усложняется уборка урожая. Оптимальная густота посева льна масличного 500–700 шт./м², минимальная – 400 шт./м² [Перспективная..., 2010; Адаптивная технология..., 2011]. Однако С. Ф. Тихвинский [2007] считает, что лён масличный следует высевать обычным рядовым способом посева зерновыми сеялками с междурядьями 15 см при нормеевысева 8–10 млн штук всхожих семян на 1 га. При массе 1000 семян – 6 г это составляет 50–60 кг/га. Лучший урожай семян льна масличного получается при густоте стояния растений к уборке от 400 до 600 шт./м², на засорённых землях возможен широкорядный посев льна с междурядьями 45 см.

Анализ научных изысканий позволяет сделать следующее заключение:

– во-первых, в каждом регионе имеются преимущества конкретных норм высева. Даже в одной и той же зоне возделывания результаты исследований противоречивы. Поэтому норму высева необходимо определять дифференцированно для каждого региона;

– во-вторых, источники научной литературы освещают вопросы изучения нормы высева льна масличного в других регионах, од-

нако в условиях Среднего Предуралья не проведены аналогичные исследования;

– в-третьих, изучение способов посева и норм высева льна масличного проводили не совместно, а исследовали реакцию каждого приёма посева на продуктивность и качество льняной продукции.

1.6. Глубина посева семян

Глубина посева семян должна определяться конкретными условиями внешней среды и в различных условиях она будет неодинакова. Глубина заделки семян различных сельскохозяйственных культур определяется прежде всего их крупностью и запасом в них питательных веществ. Чем мельче семена, тем на меньшую глубину заделывают, так как при глубокой заделке их ростки не могут пробиться на поверхность из-за недостатка запаса питательных веществ в семенах и поэтому погибают [Яхтенфельд П. Я. 1957].

С начала прошлого века сложилась несколько необоснованная точка зрения на глубину посева семян полевых культур на основании неточной интерпретации работ М. С. Яковлева [1905]. Впервые он провёл опыты по выявлению зависимости получения всходов яровой пшеницы при разной глубине посева от 0 до 15 см. В опытах было установлено, что максимальная глубина посева для пшеницы 12–15 см, однако прорастает всего 10–15 % семян. Тем не менее, вышеназванное обстоятельство в своё время утаивали, а в научных публикациях сохранилось заключение о вероятности посева на глубину до 10 см и более без твёрдого указания, что это способствует существенному уменьшению полевой всхожести семян [Ларионов Ю. К., 1992].

Запас и расход энергии в семенах на преодоление соответствующего слоя почвы определяет предельную глубину посева. Семена высевают на меньшую глубину при высокой увлажнённости почвы, так как при этом семена тратят меньшую энергию на

преодоление слоя почвы, ускоряется появление дружных всходов, пластические вещества семян идут на образование ассимиляционного аппарата и корней. Важным фактором, определяющим глубину посева семян, является агрохимическая характеристика почвы. Предельной глубиной посева для полевых культур считается минимальная на глинистой и тяжелосуглинистой почвах, на среднесуглинистой почве – она увеличивается на 40–50 %, а на легкосуглинистой и супесчаной – в 2 раза. Значения глубины посева семян в большей степени определяются массой 1000 семян. Посев относительно мелкими семенами проводят поверхностно во влажную среду с предпосевным или послепосевным поливом [Растениеводство, 1997]. Научные изыскания по данному вопросу в Среднем Предуралье проводились Е. В. Корепановой [2011] на льне-долгунце, Л. А. Толкановой [2007] и И. Ш. Фатыховым [2002] на овсе посевном и ячмене яровом.

Лукомец В. М. [2010] с соавторами считают, что параметры оптимальной глубины посева семян определяются наличием влаги и температурой почвы. По мнению К. С. Орманджи [1983], неравномерность глубины посева семян сельскохозяйственных культур связана с нарушением технологической дисциплины – неправильной установкой рабочих органов культиваторов. Отклонения по глубине обработки почвы между отдельными рабочими органами культиватора достигают 10 см. Равномерность глубины посева семян зависит от соблюдения регулировки агрегатов при выполнении технологических операций, предшествующих посеву, и при посеве. Тщательные регулировки способствуют размещению от 21 до 81 % семян в заданном слое почвы. Необходимо учитывать, что излишне глубокий посев семян, особенно в холодную почву, или мелкий в сухую почву приводит к снижению полевой всхожести семян и изреживанию всходов. При недостатке влаги в почве и при запаздывании с посевом не менее опасна мелкая глубина посева семян. В этих случаях снижается их сопротивляемость к засухе [Касаева К. А., 1986; Технология производства..., 2010]. Корепанова Е. В. [2007а] установила, что оптимальные параметры глубины посева семян

льна-долгунца при наличии достаточного количества влаги и оптимальной температуре почвы обеспечивают дружные, полноценные и жизнеспособные всходы. При правильно выбранной глубине посева семян полевых культур можно добиться оптимального водного, воздушного и теплового режима, что создает условия для полноценного роста и развития растений, и, самое главное, для их корневой системы [Касаева К.А., 1986; Возделывание..., 1998].

Таким образом, приведённые данные свидетельствуют о том, что глубина посева семян играет важную роль в технологии возделывания полевых культур и в том числе льна масличного. Да и особенности развития льна масличного в зависимости от данного приёма посева имеют большую значимость в формировании урожайности и качества льнопродукции. В условиях Среднего Предуралья исследования по выявлению оптимальной глубины посева семян льна масличного не проводили.

2. ОБЪЕКТ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Объект исследований

Объект исследований – 16 сортов льна масличного. Лён обыкновенный, или лён посевной (*Linum usitatissimum* L.) – однолетнее травянистое растение, вид растений рода Лён (*Linum*) семейства Льновые (*Linaceae*).

2.2. Схема и методика проведения исследований

Опыты закладывали на опытном поле ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА» (2012–2014 гг.), производственные испытания в ОАО «Мир» Сарапульского района (2012 г.) и в СПК им. Калинина Дебёсского района Удмуртской Республики (2013–2014 гг.).

Посев в полевых опытах проводили сеялкой СН-16 для мелко-семенных культур, в микрополевых – вручную, семенами категории ЭС и РС. Учётная площадь делянки в микрополевых опытах – 1,05 м², в полевых – 15 м².

Опыт 1. Реакция сортов льна масличного на абиотические условия (однофакторный, микрополевой). Схема опыта: 1) ВНИИМК 620 (стандарт); 2) Norlin; 3) Воронежский; 4) ЛМ-96; 5) N 3829; 6) Atalante; 7) MoaEregor; 8) ЛМ-92; 9) Clark; 10) Culbert; 11) Barbara; 12) Северный; 13) Ставропольский край; 14) ЛМ-98; 15) Linda; 16) Flanders. Происхождение сортов указано в таблице 1. В качестве контроля использовали сорт ВНИИМК 620, включенный в Гостреестр селекционных достижений и допущенный к использованию по Волго-Вятскому региону [Государственный реестр, 2012]. Согласно методическим указаниям по изучению коллекции льна [1988] повторность вариантов в опыте трёхкратная и норма высева 5,6 млн штук всхожих семян на 1 га. Способ посева семян – обычный рядовой на глубину 3,1–4,0 см.

Таблица 1 – Сорта льна масличного и их происхождение

Сорт	Год репродукции сорта	Оригинатор/ патентообладатель/страна
ВНИИМК 620, стандарт	2009	Россия, Краснодар
Norlin	2009	Канада
Воронежский	2008	Россия
ЛМ-961	2005	Россия, ВНИИМК
N 38291	2006	Россия, Краснодар
Atalante	2006	Франция
Mo Eregor	2007	Венгрия
ЛМ-921	2009	Россия, ВНИИМК
Clark	2008	Голландия
Culbert	2008	США
Barbara	2003	Венгрия
Северный	2004	Россия
Ставрополь- ский край	2009	Россия
ЛМ-981	2010	Россия
Linda	2008	Франция
Flanders	2003	Россия

Опыт 2. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на предпосевную обработку семян (однофакторной, микрополевой). Схема опыта: 1) без обработки (контроль); 2) вода (контроль); 3) экстракт из проростков озимой ржи; 4) гумат калия (150 мл/т); 5) ТМТД (ВСК 400 г/л, 4 л/т); 6) смесь микроудобрений (H_3BO_3 (17,9 % д.в. – 50 г д.в./т) + CuSO_4 (24 % д.в. – 100 г д.в./т) + ZnSO_4 (21,8 % д.в. – 40 г д.в./т)); 7) смесь микроудобрений и ТМТД; 8) гумат калия и ТМТД; 9) экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД; 10) Борогум М (1 л/т). Расход рабочего раствора во всех вариантах – 5 л на 1 т семян. Экстракты готовили по рекомендациям Г. Ф. Наумова [1987] при расходе семян-доноров 2,5–3,0 кг на 1 ц семян льна масличного. Дозы микроудобрений – в соответствии с рекомендациями ЦИНАО [Составление..., 2000]. Повторность вариантов в опыте шестикратная, их размещение систематическим методом со смещением в следующем ярусе. Способ посева обычный рядовой с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га на глубину 3,1–4,0 см.

Опыт 3. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на сроки посева (однофакторный, полевой). Схема опыта: 1) возможно

ранний (контроль); 2) через 5 суток от возможно раннего; 3) через 7 суток от возможно раннего; 4) через 10 суток от возможно раннего. В качестве контроля использовали посев в возможно ранний срок [Тихвинский С. Ф., 2007; Гайнуллин Р. М., 2011]. Возможно ранний срок посева осуществляли при физической спелости почвы и прогревании её в слое 0–10 см до 6...7 °С. Расположение вариантов в опыте систематическое в два яруса, их повторность четырехкратная. Способ посева обычный рядовой с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га на глубину 3,1–4,0 см.

Опыт 4. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на способы посева и нормы высева (двухфакторный; полевой). Фактор А – способ посева: обычный рядовой (контроль); узкорядный. Фактор В – норма высева: 5, 6, 7, 8 (контроль), 9, 10 млн штук всхожих семян на 1 га. За контроль был взят вариант с обычным рядовым способом посева [Технология возделывания..., 2006; Тихвинский С.Ф., 2007; Перспективная..., 2010; Адаптивная технология..., 2011; Лен масличный на Ставрополье, 2013] при норме высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га [Технология возделывания..., 2006; Тихвинский С.Ф., 2007; Перспективная..., 2010; Адаптивная технология..., 2011; Гайнуллин Р. М., 2011; Виноградов Д. В., 2013]. Повторность вариантов четырёхкратная. Размещение вариантов методом расщеплённых делянок с расположением по фактору А – в шахматном порядке, по фактору В – систематическое. По вариантам опыта отклонение фактической нормы высева от расчётной не превышало допустимую величину ($\pm 5\%$).

Опыт 5. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на глубину посева семян (однофакторный, микрополевой). Схема опыта: 1) 1,1–2,0 см; 2) 2,1–3,0 см; 3) 3,1–4,0 см (контроль); 4) 4,1–5,0 см; 5) 5,1–6,0 см. В качестве контроля использовали вариант с глубиной посева семян 3,1–4,0 см [Лукомец В. М., 2010]. Повторность вариантов шестикратная. Размещение вариантов систематическим методом со смещением в следующем ярусе. Фактическая глубина посева семян по вариантам опыта отклонялась от заданной на вели-

чину, не превышающую $\pm 0,5$ см. Способ посева обычный рядовой, норма высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га.

Опыты проводили согласно требованиям общепринятых методик опытного дела [Методика государственного..., 1983; Доспехов Б. А., 1985; Дудина А. Н., 1994]. Посевные качества семян: чистота – ГОСТа12037-81; энергия прорастания и всхожесть – ГОСТ 12038-84; масса 1000 семян – ГОСТ 12042-80; заражённость семян болезнями – ГОСТа12044-93 [Семена..., 1991; ГОСТ Р 52325-2005]. Анализ агрохимических свойств почвы – по общепринятым методикам [Практикум по агрохимии, 1987; Ягодин Б. А., 1987]: содержание обменного калия и подвижного фосфора – по методу А. Т. Кирсанова в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26207-91]; гумус – по методу И.В. Тюрина в видоизменении ЦИНАО [ГОСТ 26213-91]; обменная кислотность (pH_{KCl}) – потенциометрическим методом [ГОСТ 26483-85]; гидролитическая кислотность по Каппену – потенциометрическим методом в модификации ЦИНАО [ГОСТа26212-91]; сумму обменных оснований определяли методом Каппена – Гильковица [ГОСТ 27821-88]; степень насыщенности основаниями – методом расчёта [Петербургский А. В., 1968]. Анализ семян и соломы по химическим показателям: азот – ГОСТ 13496.4-93, фосфор – ГОСТ 26657-97, калий – ГОСТ 30504-97 [Корма, комбикормовое сырьё, 1981]; содержание сырого жира – ГОСТ 13496.15-97. Элементный состав семян льна масличного определяли во Всероссийском научно-исследовательском институте минерального сырья имени Н. М. Федоровского (ВИМС) масс-спектральным методом с индуктивно-связанной плазмой (MS) и атомно-эмиссионным методом с индуктивно-связанной плазмой (AES). Влажность почвы – весовым методом [Практикум..., 2004]. Фактическую норму высева, фенологические наблюдения, структуру урожайности, морфологические показатели растений, накопление абсолютно сухого вещества определяли по общепринятым методикам [Методика государственного..., 1983, Методика проведения..., 2010, Методические указания..., 1969; 1978]. Болезни льна масличного – по методике государственного сортоиспытания сель-

скохозяйственных культур [1983]; Строт Т. А. [1997]. Фотосинтетическую деятельность растений в посевах: площадь листьев (контурно-весовой метод), фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза – по методике А. А. Ничипоровича [1961]. Засорённость посевов определяли количественно-весовым методом [Доспехов Б. А., 1987].

Дозы минеральных удобрений рассчитывали балансовым методом на планируемую урожайность семян 15 ц/га. Урожайность семян учитывали двойным методом: сплошным с каждой делянки при последующем перерасчёте на стандартную влажность семян – 12 % [ГОСТ 52325–2005] и на 100 % чистоту [ГОСТ 52325–2005] и с пробных площадок.

Значимость различий между вариантами определяли методом дисперсионного анализа, тесноту и форму связи – по методу корреляционно-регрессионного анализа [Доспехов Б. А., 1985], среднее по повторениям за годы исследований – по методике А. В. Ваулина [1998]. Экологическую пластичность и стабильность по урожайности семян сортов льна масличного вычисляли по методу S. F. Eberhart и W. F. Russel [1966] в изложении В. А. Зыкина и др. [2005]. Доля влияния абиотических условий и технологических приемов в формировании урожайности льна масличного – по методике Плохинского Н. А. [1967] и Доспехова Б. А. [1985]. Энергетическую и экономическую оценку изучаемых приемов посева рассчитывали, опираясь на технологические карты возделывания льна масличного [Методические указания, 1997, Растениеводство..., 2006]. Терминология и определения – по ГОСТ 6265–89 и ГОСТ Р 52784–2007.

2.3. Условия проведения опытов

2.3.1. Почвенно-климатические условия

Территория Среднего Предуралья включает в себя Удмуртскую Республику и Пермский край, входящая в Среднерусскую

провинцию южно-таёжно-лесной зоны [Природно-сельскохозяйственное..., 1983].

Основная особенность климата Среднего Предуралья – его континентальный климат, основанный размещением Урала в материковой глубине. Результатом этого являются продолжительная холодная зима и короткое, но тёплое лето. Так, например, разница средних температур в июле и январе в Пермском крае и в Удмуртской Республике равна 33 °С, тогда как в ближайших по широте областях эта разница составляет 29 °С [Справочник..., 1986].

Пахотные угодья Пермского края и Удмуртской Республики представлены дерново-подзолистыми почвами и около 14 % дерново-карбонатными, 10–14 % – светло-серыми и серыми лесными почвами [Пермяков Ф. И., 1972; Научные основы..., 1976; Гаврилов К. А., 1983]. Небольшую площадь в пашне занимают чернозёмы оподзоленные и выщелоченные, в Пермской области их только 2 % [Коротаяев Н. Я., 1983]. Наибольшая доля почвы выделяется с относительно большей кислотностью и небольшим содержанием подвижного фосфора [Гаврилов К. А., 1983]. В Пермской области доминирует почва глинистая и тяжелосуглинистая, в Удмуртии – суглинистая. В Удмуртской Республике приблизительно 9 % занимают супесчаные и песчаные почвы, в Пермском крае их 5 % [Единый..., 2014].

По климатическим условиям территории ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА» и ОАО «Мир» Сарапульского района входят в состав южного тёплого, умеренно влажного агроклиматического района Удмуртской Республики. Среднемноголетняя температура воздуха +1...+2 °С. Продолжительность вегетационного периода со среднесуточной температурой воздуха более +5 °С составляет 159–161 суток, а более 10 °С – 125–135 суток. Сумма температур более 10 °С равна 1700...1900 °С. Период без отрицательных температур длится 110–124 суток. Суммарное количество осадков за год составляет 450–600 мм, за вегетацию – 250–330 мм [Агроклиматические ресурсы..., 1974].

Землепользование СПК им. Калинина относится к центральной части Дебёсского района Удмуртской Республики. Центральная усадьба расположена в д. Заречная Медла. Среднемесячная температура в самый холодный месяц (январь) – 16,1 °С, самого жаркого месяца (июля) – +17,9 °С. Сумма активных температур выше + 10 °С – 1700...1900 °С. Продолжительность периода без низких отрицательных температур составляет 116–124 сутки, но осенние заморозки наблюдаются с третьей декады августа. В течение года выпадает 493–529 мм осадков, в том числе за вегетационный период 300–330 мм осадков [Агроклиматический справочник, 1961; Агроклиматические ресурсы..., 1974].

В целом метеорологические условия, складывающиеся в хозяйствах Удмуртской Республики относительно благоприятны для возделывания всех сельскохозяйственных культур, районированных в зоне Среднего Предуралья.

2.3.2. Метеорологические условия

Метеорологические условия 2012–2014 гг. (таблица 2, рисунок 1) характеризовались относительно большими колебаниями температуры и количества выпавших осадков по месяцам, вследствие чего урожайность семян и соломы льна масличного варьировала в широких пределах.

Относительно тёплые погодные условия весной 2012 г. позволили вовремя провести весенние полевые работы. В мае среднемесячная температура воздуха была выше на 2,2 °С среднемноголетних данных, при этом выпавшие осадки составили 88 % от нормы. В июне, при вступлении льна масличного в фазу быстрого роста, наблюдали относительно благоприятную погоду, которая влияла на рост и развитие растений. Сочетание высокой на 1,8 °С среднесуточной температуры воздуха с бóльшим на 66 % количеством осадков от нормы обусловили быстрое прохождение фаз развития. Растения льна масличного набрали сумму активных температур и перешли к фазе цветения. Июль и август характеризовался среднесуточной

температурой воздуха выше соответственно на 1,1 и 1,3 °С средне-многолетней, осадков выпало на 34 % и 42 % выше нормы. При повышенном увлажнении почвы и относительно высокой температуры воздуха происходило относительно медленное формирование семян.

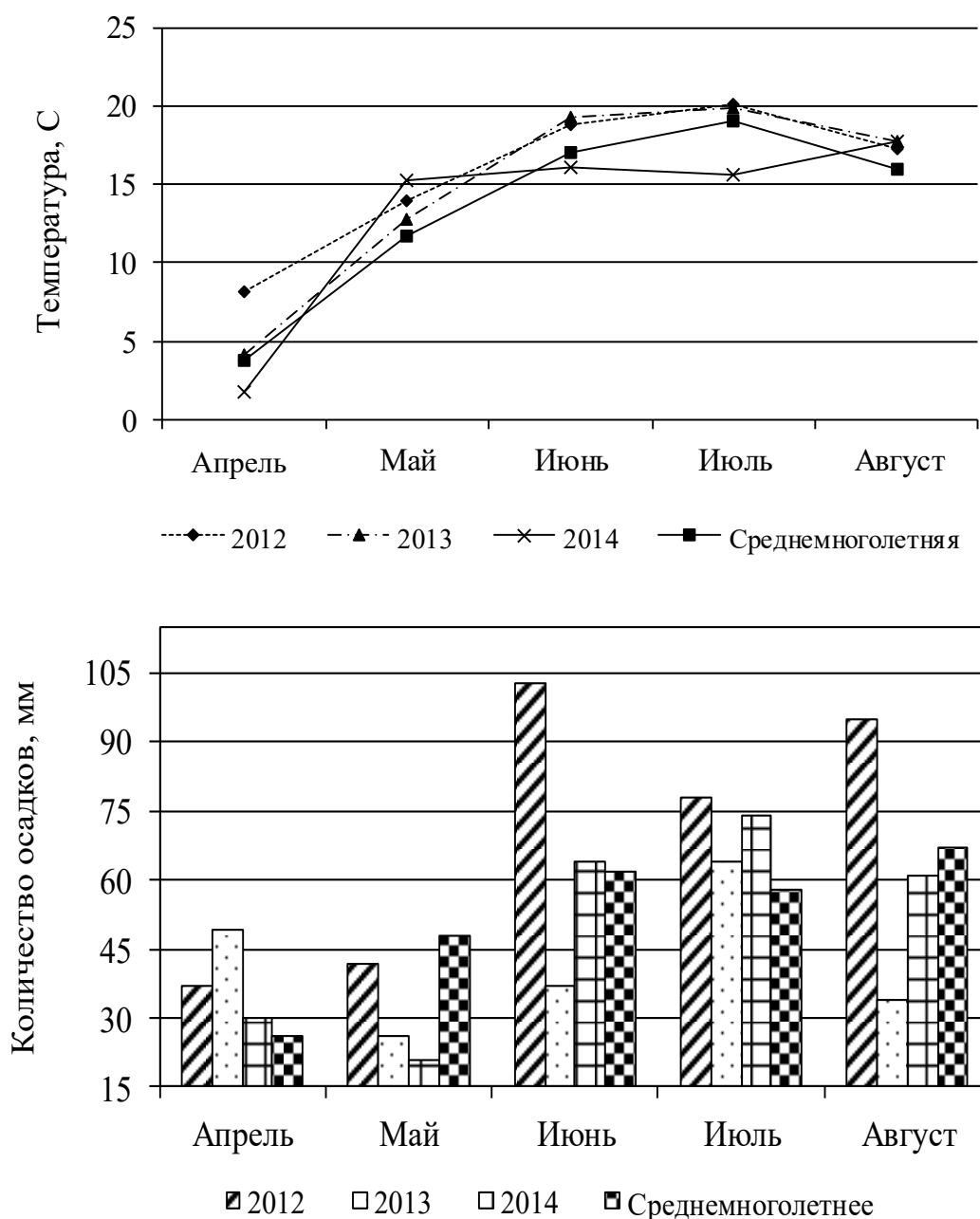


Рисунок 1 – Метеорологические условия вегетационного периода льна масличного, 2012–2014 гг. (по данным метеорологической станции г. Ижевска)

Температурный режим мая 2013 г. находился на уровне среднемноголетних данных, однако количество выпавших осадков было

заниженным (54 % от нормы) и в основном выпали в первой декаде в виде ливневого дождя. Условия вегетации в мае имели характерные особенности, связанные с длительным отсутствием осадков, а также с понижением температуры в первой декаде мая. Это негативно сказалось на появлении всходов, они были затянуты во времени.

Средняя суточная температура воздуха июня 2013 г. превышала на 2,3 °С средний уровень и при этом отмечено меньшее количество осадков (60 % от нормы). Максимальные температуры воздуха в июне достигали 33 °С. Температура воздуха в летние месяцы была выше среднемноголетних значений на 0,9 и 1,8 °С, сумма осадков за июнь – июль составляла 101 мм, что меньше на 20 мм от нормы, что сократило вегетационный период льна масличного. Конец июля характеризовался жаркой и сухой погодой, что благоприятствовало уборке льна.

В мае 2014 г. отмечена среднемесячная температура воздуха, на 3,6 °С превышающая среднемноголетние данные, сумма осадков составила 21 мм, что на 66 % меньше, чем среднемноголетние данные. Июнь характеризовался умеренно теплой, сухой погодой, со среднемесячной температурой воздуха 17,0 °С. Осадков выпало 103 % от нормы. Отличительной особенностью июля 2014 г. было относительно большое количество выпавших осадков – 74 мм, или 125 % от нормы. Средняя температура воздуха в июле варьировалась от +18 до +20 °С при норме +17...+19 °С. В августе температура воздуха составила 17,7 °С и количество выпавших осадков – 61 мм.

Фенологические наблюдения в ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА» позволили определить, что длительность вегетационного периода льна масличного ВНИИМК 620 при разных сроках посева в среднем составила 72–117 суток, при сумме температур – 1427...1940 °С. Наиболее высокая среднесуточная температура воздуха 14,6...24,8 °С отмечена в период бутонизация – цветение. За вегетационный период выпало 63,2–306,4 мм осадков. Наиболее продолжительными были периоды развития: всходы – «ёлочка»

(19–21 суток) и зелёная спелость – жёлтая спелость (28–42 сутки). Сумма осадков за эти периоды составила 3,4–5,8 и 39,3–81,6 мм соответственно. Самая низкая среднесуточная температура воздуха 9,4...15,1 °С отмечена в период посев – полные всходы, при этом выпало 15,4–18,6 мм осадков.

Таблица 2 – Метеорологические условия по фазам развития льна масличного ВНИИМК 620 при разных сроках посева (среднее 2012–2014 гг., урожайность семян 11,8 ц/га, соломы – 18,2 ц/га, ОАО «Учхоз Июльское ИЖГСХА»)

Период вегетации	Продолжи- тельность, суток	Температура, °С		Сумма осадков, мм
		сумма	среднесу- точная	
Посев – полные всходы	9–16	103...269	9,4...18,5	2,0–18,6
Всходы – «ёлочка»	19–22	290...364	14,6...17,3	5,8–45,8
«Ёлочка» – бутонизация	8–14	117...238	14,6...19,5	4,6–93,7
Бутонизация – цветение	3–10	52...162	14,6...24,8	0,6–91,7
Цветение – зелёная спелость	3–18	70...303	14,9...22,7	0,4–81,4
Зелёная спелость – жёлтая спелость	28–48	577...970	16,6...20,6	39,3–105,7
Посев – жёлтая спелость	72–117	1427...1940	15,2...18,8	63,2–306,4

Таким образом, в годы исследований рост и развитие растений льна масличного происходили в разных метеорологических условиях. Агроклиматические условия представлены различной температурой и количеством выпавших осадков по месяцам, что и повлияло на формирование урожайности семян и соломы льна масличного.

2.3.3. Почвенные условия

Закладка опытов проводилась на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве, широко распространённой в пашне Среднего Предуралья. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы опытных участков представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы опытных участков

Год	Гумус, %	Физико-химические показатели, ммоль / 100 г почвы		pH _{KCl}	V, %	Подвижные элементы, мг/кг почвы	
		Нг	S			P ₂ O ₅	K ₂ O
ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА»							
2012	2,6	1,3	13,6	5,7	65,4	371	313
2013	2,6	3,6	16,7	5,2	82,3	156	231
2014	2,7	0,9	12,2	5,6	93,2	201	273
ОАО «Мир» Сарапульского района							
2012	2,5	2,1	12,8	5,6-6,0	85,9	51–100	81–120
СПК им. Калинина Дебесского района							
2013	2,9	1,6	23,0	5,1–5,5	85,4	51–100	81–120
2014	2,9	1,9	15,8	4,6–6,0	72,5–77,4	26–100	81–170

Исследования проводили на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве со средним и повышенным содержанием гумуса, со средним и очень высоким – подвижного фосфора и обменного калия, с реакцией почвенного раствора от слабокислой до близкой к нейтральной.

2.4. Особенности технологии возделывания льна масличного в опытах

Предшественник льна масличного в опытах – озимые зерновые культуры. Технология возделывания льна масличного в опытах соответствовала зональным рекомендациям по возделыванию льна-долгунца [Корепанова Е. В., 2008, 2011]. Осенью проводили поверхностную обработку почвы КН-4. Весенняя обработка почвы состояла из боронования (БЗТС-1,0), культивации (КПС-4,0 + БЗСС-1,0) в два следа: поперек и по диагонали поля, и предпосевной культивации комбинированным агрегатом КМН-4, включающей рыхление и прикатывание. Минеральные удобрения в дозе N₇₂₋₁₁₅ вносили НРУ-0,5 под предпосевную обработку почвы.

Лен масличный высевали сеялкой СН-16 и вручную под маркер согласно схеме опытов. На посев использовали элитные и репродукционные семена. Уход за посевами включал: в фазе полных всходов при превышении ЭПВ льняной блошки – опрыскивание инсектицидом Каратэ Зеон, МКС (50 г/л) – 0,1 л/га. Против двудольных сорняков в фазе «ёлочка» льна масличного проводили опрыскивание баковой смесью Магнум, ВДГ (600 г/кг) – 6 г/га + Гербитокс-Л, ВРК (300 г/л) – 0,6 л/га. В полевых опытах в фазе ранней желтой спелости проводили опрыскивание десикантом Раундап, ВР 360 л/га с нормой 3 л/га, расход рабочего раствора 200 л/га согласно рекомендациям И. И. Фатыхова [2012]. Уборку льна масличного в микрополевых опытах осуществляли вручную в фазе желтой спелости, полевые опыты – комбайном TERRION SP-2010. Снопы обмолачивали на сноповой молотилке МС.

3. РЕАКЦИЯ СОРТОВ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО НА АБИОТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

3.1. Урожайность сортов льна масличного и обоснование её структурой

Реакция сортов льна масличного на абиотические условия 2012 г. формированием урожайности была разной. Среди испытываемых сортов наиболее продуктивным 157 г/м² оказался лён масличный ВНИИМК 620, который был взят в исследованиях за стандарт (таблица 4). Все остальные сорта имели урожайность семян на 10–74 г/м², или на 10–66 %, ниже относительно аналогичного показателя у ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 10 г/м².

Таблица 4 – Урожайность семян сортов льна масличного, г/м²

Сорт	Год			Средняя за 2012–2014 гг.
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	
ВНИИМК 620, стандарт	157	31	229	139
Norlin	101	25	179	102
Воронежский	91	28	201	107
ЛМ-961	94	46	204	115
N 38291	95	20	178	98
Atalante	118	47	210	125
Mo Eregor	114	31	203	116
ЛМ-921	117	26	213	119
Clark	97	43	283	141
Culbert	109	41	242	131
Barbara	147	43	230	140
Северный	140	45	214	133
Ставропольский край	83	20	232	111
ЛМ-981	128	26	220	125
Linda	117	48	229	132
Flanders	114	48	215	126
Среднее	114	36	218	122
НСР ₀₅	10	3	8	4
Индексы условий среды I _j	–8,5	–86,8	95,3	–

На абиотических условиях 2013 г. сорта льна масличного отозвались формированием урожайности семян 20–48 г/м². Сорта ВНИИМК 620 и Mo Eregor имели урожайность семян на одном

уровне – 31 г/м². Прибавку урожайности семян 10–17 г/м² обеспечили сорта ЛМ-96, Atalante, Clark, Culbert, Barbara, Северный, Linda и Flanders по отношению к аналогичному показателю у сорта ВНИИМКа620 при НСР₀₅ – 3 г/м². Существенное снижение на 3–11 г/м² урожайности семян имели сорта Norlin, Воронежский, N 3829, ЛМ-92, Ставропольский край и ЛМ-98, относительно данного показателя у стандартного сорта.

Реакция на абиотические условия 2014 г. прибавкой урожайности семян 13–54 г/м² характеризовала сорта Clark и Culbert относительно продуктивности сорта ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 8 г/м². Остальные изучаемые сорта имели существенно меньшую урожайности семян на 9–51 г/м², за исключением сортов Barbara, Ставропольский край и Linda, в сравнении с продуктивностью у льна масличного ВНИИМК 620.

В среднем за 2012–2014 гг. исследований установлено, что ни один из изучаемых сортов не превзошёл существенно стандарт по урожайности семян. На одном уровне с ВНИИМК 620 сформировали урожайность семян сорта: голландского происхождения – Clark и венгерского – Barbara. Реакция остальных изучаемых сортов характеризовалась более низкой на 6–41 г/м² урожайностью семян по сравнению с продуктивностью семян льна масличного ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 4 г/м².

По результатам проведённых исследований выявлено, что наиболее благоприятные абиотические условия для формирования семян льна масличного были в 2014 г. с индексом условий среды $I_j = 95,3$, не совсем благоприятные – в 2013 г. ($I_j = -86,8$). 2012 г. занимает промежуточное положение между ними ($I_j = -8,5$).

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что в большей степени (93,9 %) на колебания урожайности семян исследуемых сортов льна масличного влияли абиотические условия периода вегетации (таблица 5). Совокупность генов данного сорта влияла на формирование урожая семян на 2,9 %, а случайные факторы на 0,2 %.

Таблица 5 – Доля влияния сорта и абиотических условий на урожайность семян льна масличного, % (среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт (А)	Год (А)	Сочетание (А x В)	Случайные факторы
2,9	93,6	3,3	0,2

По результатам исследований (2012–2014 гг.) был проведен расчет и оценка параметров экологической пластичности и адаптивности сортов льна масличного (таблицы 6 и 7). За годы исследований значительные колебания урожайности семян отмечены у всех исследуемых сортов льна масличного, при коэффициенте вариации 63,7–97,5 %. Наибольшая реакция на условия года (коэффициент пластичности выше единицы) отмечена у сортов Clark ($b_i = 1,34$), Ставропольский край ($b_i = 1,18$), Culbert ($b_i = 1,11$). Эти сорта являются отзывчивыми на улучшение условий роста (сорта интенсивного типа), но в неблагоприятных абиотических условиях они заметно снижали продуктивность. Сорта Norlin, ЛМ-96, N 3829, Atalante реагируют слабее на изменение условий среды, их лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут максимум отдачи при минимуме затрат. Сорта ЛМ-92, Barbara и Linda характеризуются полным соответствием изменения урожайности семян изменению условий выращивания, так как коэффициент пластичности близок или равен единице.

Амплитуду колебаний урожайности характеризует коэффициент стабильности: чем меньше отклонение от нуля, тем стабильнее сорт. Наиболее стабильным по урожайности семян является сорт Atalante с коэффициентом стабильности 0,44. Этот сорт достоверно превосходил по величине соответствующих показателей большинство изучаемых сортов. Наименьшей стабильностью урожайности характеризовался сорт Clark.

Наиболее стрессоустойчивы и имеют более широкий диапазон приспособительных возможностей сорта Norlin, ЛМ-96, N 3829 и Atalante, характеризующиеся меньшей разностью между минимумом и максимумом урожайности семян – 157,0–167,0 г/м².

Таблица 6 – Параметры экологической пластичности по урожайности сортов льна масличного (среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт	Коэффициент вариации, CV %	Коэффициент пластичности (bi)	Коэффициент стабильности (S ² di)
ВНИИМК 620, стандарт	72,1	1,07	1086,51
Norlin	75,7	0,84	58,53
Воронежский	82,1	0,95	88,50
ЛМ-961	70,6	0,88	255,72
N 38291	80,9	0,87	31,68
Atalante	65,4	0,89	0,44
Mo Eregor	74,1	0,94	57,64
ЛМ-921	78,8	1,02	66,10
Clark	89,3	1,34	1588,60
Culbert	78,2	1,11	223,89
Barbara	66,9	1,01	369,89
Северный	63,7	0,92	335,52
Ставропольский край	97,5	1,18	519,43
ЛМ-981	77,8	1,05	232,47
Linda	69,5	1,00	49,99
Flanders	66,9	0,92	28,54

Таблица 7 – Адаптивность сортов льна масличного по урожайности семян (среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт	Урожайность, г/м ²		Стрессо-устойчивость, г/м ²	Размах урожайности, %	Генетическая гибкость, г/м ²
	Y ₂ min	Y ₁ max			
ВНИИМК 620, стандарт	30,0	232,0	–202,0	131,0	87,1
Norlin	24,0	181,0	–157,0	102,5	86,7
Воронежский	27,0	205,0	–178,0	116,0	86,8
ЛМ-961	45,0	210,0	–165,0	127,5	78,6
N 38291	19,0	181,0	–162,0	100,0	89,5
Atalante	46,0	213,0	–167,0	129,5	78,4
Mo Eregor	28,0	207,0	–179,0	117,5	86,5
ЛМ-921	26,0	216,0	–190,0	121,0	88,0
Clark	41,0	293,0	–252,0	167,0	86,0
Culbert	49,0	251,0	–211,0	145,5	84,1
Barbara	41,0	233,0	–192,0	137,0	82,4
Северный	44,0	221,0	–177,0	132,5	80,1
Ставропольский край	17,0	234,0	–217,0	125,5	92,7
ЛМ-981	26,0	221,0	–195,0	123,5	88,2
Linda	47,0	231,0	–184,0	139,0	79,6
Flanders	46,0	218,0	–172,0	132,0	78,9

Сортам Clark, Ставропольский край и Culbert свойственна относительно низкая устойчивость к изменению абиотических условий. В неблагоприятном по погодным условиям 2013 г., они снизили урожайность больше, чем в более благоприятном 2014 г., на 167,0 и 145,5 % соответственно. Сорта N 3829, ЛМ-92, Ставропольский край и ЛМ-98 в контрастных абиотических условиях имели наибольшую среднюю урожайность семян 88,0–92,7 г/м², что указывает на их относительно высокую степень пластичности к изменению факторов среды, т.е. наибольшим соответствием между генотипом и факторами среды.

Реакция сортов на абиотические условия 2012 г. формированием урожайности соломы была следующей (таблица 8). Прибавку урожайности соломы 24–121 г/м² сформировали сорта Barbara, Северный, Ставропольский край и Flanders по отношению к данному показателю у льна масличного ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 12 г/м².

В абиотических условиях 2013 г. было выявлено, что урожайность соломы у сорта ВНИИМК 620 была меньше на 12–42 г/м², чем урожайность соломы у сортов Воронежский, ЛМ-96, Atalante, Mo Eregor, Culbert, Barbara, Северный, Ставропольский край, Linda и Flanders. Наименьшую урожайность соломы 43 г/м² сформировал сорт N3829, при этом наблюдали снижение данного показателя на 20 г/м² относительно урожайности соломы стандартного сорта ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 7 г/м².

Реакция всех изучаемых сортов льна масличного на абиотические условия 2014 г. характеризовались существенной прибавкой 17–136 г/м² урожайности соломы, за исключением сортов Norlin, Воронежский, Atalante, ЛМ-98, в сравнении с урожайностью соломы у стандартного сорта при НСР₀₅ – 11 г/м². По результатам трехгодичных исследований (2012–2014 гг.) установлено, что урожайность соломы у сортов Воронежский, N 3829 и ЛМ-98 была ниже на 10–16 г/м² относительно урожайности соломы стандартного сорта ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 5 г/м². Остальные изучаемые сорта сформировали прибавку урожайности соломы 11–59 г/м², кроме

Norlin, ЛМ-96 и Atalante, по отношению к аналогичному показателю у стандарта ВНИИМК 620.

Таблица 8 – Урожайность соломы сортов льна масличного, г/м²

Сорт	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее
ВНИИМК 620, ст.	226	63	261	183
Norlin	236	65	235	179
Воронежский	232	75	213	173
ЛМ-96	153	83	302	179
N 3829	156	43	320	173
Atalante	197	99	265	187
Mo Eregor	176	68	360	201
ЛМ-92	221	60	397	226
Clark	222	69	339	210
Culbert	224	98	318	213
Barbara	269	80	321	224
Северный	299	105	322	242
Ставропольский край	347	89	280	238
ЛМ-98	222	68	210	167
Linda	220	84	278	194
Flanders	250	79	309	213
Среднее	228	77	296	200
НСР ₀₅	12	7	11	5

Изменения в урожайности семян и соломы сортов льна масличного обусловлены различием элементов её структуры (таблица 9). В среднем за 2012–2014 гг. исследований у всех изучаемых сортов льна масличного отмечено существенное снижение на 2–10 % полевой всхожести семян, кроме сорта Barbara, относительно полевой всхожести семян стандартного сорта при НСР₀₅ – 2 %.

Выживаемость растений за вегетацию у сортов Atalante, Mo Eregor, Clark, Culbert, Северный, Linda и Flanders оказалась на одном уровне (89–92 %) с выживаемостью растений у стандарта. У остальных изучаемых сортов выживаемость растений за период вегетации снижалась на 4–6 % по отношению к данному показателю у стандарта при НСР₀₅ – 3 %.

Таблица 9 – Элементы структуры урожайности семян сортов льна масличного (среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт	Полевая всхожесть семян, %	Выживаемость растений за вегетацию, %	Отношение урожайности семян к урожайности соломы
ВНИИМК 620, стандарт	82	91	0,8
Norlin	77	85	0,6
Воронежский	78	87	0,6
ЛМ-961	74	86	0,6
N 38291	76	85	0,6
Atalante	78	91	0,7
Mo Eregor	74	91	0,6
ЛМ-921	72	87	0,5
Clark	80	92	0,7
Culbert	78	89	0,6
Barbara	83	87	0,6
Северный	79	91	0,5
Ставропольский край	73	85	0,5
ЛМ-981	75	85	0,7
Linda	80	92	0,7
Flanders	78	90	0,6
НСР ₀₅	2	3	0,1

За 2012–2014 гг. исследуемые сорта льна масличного сформировали густоту стояния растений к уборке 346–418 шт./м² (таблица 10). В 2012 г. сорт ВНИИМК 620 сформировал большую на 29–89 шт./м², или на 7–22 %, густоту стояния растений к уборке в сравнении с данным показателем у всех изучаемых сортов, кроме сортов Воронежский, Clark, Северный, Linda и Flanders (НСР₀₅ – 21 шт./м²). Абиотические условия вегетационного периода 2013 г. обусловили формирование растений к уборке 302–446 шт./м² по вариантам опыта.

Все изучаемые сорта, за исключением Atalante, Mo Eregor, Clark и Linda, снижали на 35–128 шт./м² растений перед уборкой, по отношению к данному показателю у стандартного сорта при НСР₀₅ – 24 шт./м². В 2014 г. наибольшую густоту стояния растений к уборке сформировал сорт Clark – 429 шт./м², что на 9 шт./м² выше аналогичного показателя у льна масличного сорта ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 9 г/м². Этим и обусловлена относительно высокая урожайность сорта Clark в 2014 г.

Таблица 10 – Густота стояния растений к уборке сортов льна масличного, шт./м²

Сорт	Год			Средняя за 2012–2014 гг.
	2012	2013	2014	
ВНИИМК 620, стандарт	403	430	420	418
Norlin	328	357	415	367
Воронежский	409	334	401	381
ЛМ-961	314	376	383	357
N 38291	352	324	412	363
Atalante	356	426	407	396
Mo Eregor	354	408	374	379
ЛМ-921	337	302	420	353
Clark	391	409	429	410
Culbert	356	395	418	390
Barbara	374	425	381	400
Северный	409	384	401	398
Ставропольский край	334	321	383	346
ЛМ-981	343	337	389	356
Linda	396	446	391	411
Flanders	383	382	412	392
НСР ₀₅	21	24	9	11

В среднем за 2012–2014 гг. имели одинаковую густоту стояния растений к уборке сорта ВНИИМК 620, Clark и Linda – 418, 410 и 411 шт./м² соответственно. Все остальные исследуемые сорта льна масличного снизили густоту стояния растений к уборке на 18–72 шт./м² по сравнению с количеством растений к уборке у стандарта ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 11 шт./м².

Растения с меньшим на 1,2–2,0 шт. коробочек имели сорта Norlin, Воронежский, N 3829, Atalante, MoaEregor, Culbert, аBarbara, Северный и Ставропольский край по сравнению с данным показателем у сорта стандарта при НСР₀₅ – 1,1 шт. (таблица 11).

Сорт ВНИИМК 620 имел на 3,2–9,2 шт. семян на растении меньше, чем число семян на растении у других сортов, кроме сортов Norlin, Воронежский, N 3829, Северный, и Flanders при НСР₀₅ – 2,2 шт. Все изучаемые сорта сформировали меньшую на 0,01–0,09 г массу на растении семян, за исключением данного показателя у сортов Clark и ЛМ-98 в сравнении с массой семян на растении у стандарта (НСР₀₅ – 0,01 г). В среднем за 2012–2014 гг. большая на 6–41 г/м² урожайность семян у сорта ВНИИМК 620 относительно продуктивности других сортов сформировалась за счёт возрастания

на 18–72 шт./м² растений к уборке, большей 0,2–1,2 г массы 1000 семян (НСР₀₅ – 0,2 г.), по сравнению с массой 1000 семян у всех изучаемых сортов, кроме льна масличного Северный. Сорта российского происхождения ВНИИМК 620 и Северный сформировали семена с наибольшей 6,3–6,4 г массой 1000 семян.

Таблица 11 – **Продуктивность соцветия у сортов льна масличного**
(среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт	На растении, шт.		Масса семян растения, г	Масса 1000 семян, г
	коробочек	семян		
ВНИИМК 620, стандарт	9,0	48,6	0,34	6,3
Norlin	7,4	46,1	0,27	5,7
Воронежский	7,0	47,5	0,27	5,2
ЛМ-961	8,4	56,7	0,32	5,7
N 38291	7,0	41,3	0,25	5,7
Atalante	7,4	51,8	0,32	6,1
Mo Eregor	7,5	57,3	0,31	5,1
ЛМ-921	9,2	57,0	0,31	5,2
Clark	8,9	54,8	0,34	5,8
Culbert	7,8	54,7	0,33	5,6
Barbara	7,6	57,0	0,36	5,9
Северный	7,7	46,6	0,33	6,4
Ставропольский край	7,7	53,4	0,30	6,1
ЛМ-981	8,1	57,8	0,34	5,3
Linda	8,4	54,4	0,33	5,8
Flanders	8,1	49,9	0,32	6,0
НСР ₀₅	1,1	2,2	0,01	0,2

У сортов Mo Eregor, ЛМ-92, Clark, Culbert, Barbara, Ставропольский край, ЛМ-98, Linda, Flanders и у стандарта ВНИИМК 620 растения имели одинаковую 43–45 см общую длину стебля (таблица 12). Остальные исследуемые сорта имели растения с общей длиной стебля на 2–5 см ниже, чем у стандарта (НСР₀₅ – 2 см). Меньшей на 2–3 см технической длиной стебля характеризовались сорта Norlin, ЛМ-96, N 3829, Barbara и ЛМ-98 в сравнении с аналогичным показателем у льна масличного ВНИИМК 620 (НСР₀₅ – 2 см). Корреляционная связь между урожайностью соломы и технической длиной стебля сортов льна масличного прямая средняя ($r=0,54$). В среднем за 3 года изучаемые сорта льна масличного сформировали

растения с диаметром от 1,4 до 1,7 мм и не имели существенных различий по данному показателю.

Таблица 12 – Показатели морфологического анализа растений сортов льна масличного (среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт	Длина стебля, см		Диаметр стебля, мм
	общая	техническая	
ВНИИМК 620, стандарт	44	28	1,5
Norlin	40	26	1,5
Воронежский	42	28	1,6
ЛМ-961	41	26	1,6
N 38291	41	25	1,5
Atalante	41	27	1,7
Mo Eregor	45	27	1,5
ЛМ-921	44	28	1,6
Clark	44	30	1,6
Culbert	44	28	1,4
Barbara	45	26	1,5
Северный	39	28	1,5
Ставропольский край	45	32	1,4
ЛМ-981	43	26	1,4
Linda	44	28	1,5
Flanders	43	28	1,5
НСР ₀₅	2	2	$F_{\phi} < F_{05}$

Для установления тесноты и формы связи между урожайностью семян сортов льна масличного и её элементами структуры провели корреляционный анализ (таблица 13).

Таблица 13 – Коэффициенты корреляции и детерминации между урожайностью семян сортов льна масличного и элементами её структуры (среднее за 2012–2014 гг.)

Элемент структуры урожайности	r	s _r	d	t _r
Масса семян растения	0,92*	0,04	0,84	21,51
Растений к уборке	0,73*	0,08	0,54	9,66
Полевая всхожесть семян	0,62*	0,09	0,39	6,86
Выживаемость растений за вегетацию	0,58*	0,10	0,33	6,00
Коробочек на растении	0,46*	0,11	0,21	4,23
Семян на растении	0,43*	0,11	0,18	3,86
Массай1000 семян	0,41*	0,11	0,17	3,62

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

Выявлена положительная сильная корреляционная связь урожайности семян с продуктивностью соцветия ($r=0,92$), с густотой стояния растений перед уборкой ($r=0,73$), прямая средняя корреляция – с полевой всхожестью семян ($r=0,62$), с выживаемостью растений за вегетацию ($r=0,58$), с количеством коробочек на растении ($r=0,46$) и семян на растении ($r=0,43$), с массой 1000 семян ($r=0,41$).

3.2. Сопутствующие наблюдения и исследования

3.2.1. Содержание жира в семенах и сбор масла

Семена льна масличного разных сортов в годы исследований имели содержание жира от 34,5 до 43,5 % (таблица 14). В среднем по всем сортам относительно большему содержанию жира в семенах способствовали абиотические условия 2014 г., при этом массовая доля жира составила 41,1 %.

Таблица 14 – Массовая доля жира в семенах и сбор масла с урожаем семян сортов льна масличного

Сорт	Массовая доля жира в семенах, %				Сбор масла, кг/га (среднее за 2012–2014 гг.)
	Год			Средняя за 2012–2014 гг.	
	2012	2013	2014		
ВНИИМК 620, стандарт	35,2	34,5	39,7	36,5	460
Norlin	34,7	36,1	42,0	37,6	349
Воронежский	35,4	34,6	38,2	36,1	348
ЛМ-961	37,4	35,9	40,3	37,9	393
N 38291	36,8	40,2	44,1	40,4	357
Atalante	40,9	36,3	40,7	39,3	443
Mo Eregor	36,9	35,5	36,9	36,5	375
ЛМ-921	38,6	36,2	39,1	38,0	404
Clark	39,7	37,1	43,5	40,1	521
Culbert	37,9	35,2	42,1	38,4	464
Barbara	41,7	37,6	42,2	40,5	510
Северный	37,2	42,7	41,8	40,6	471
Ставропольский край	40,2	35,1	43,8	39,7	416
ЛМ-981	40,8	39,6	41,8	40,7	454
Linda	41,2	43,3	44,0	42,8	499
Flanders	42,3	38,5	41,8	40,9	460
Среднее	38,6	37,4	41,1	—	433
НСР ₀₅	—	—	—	3,1	F _φ < F ₀₅

В засушливый вегетационный период 2013 г. изучаемые сорта сформировали семена с относительно меньшим содержанием жира, со средней массовой долей жира в среднем по всем сортам 37,4 %. Реакция сорта Северный на абиотические условия 2013 г. выразилась формированием семян с относительно большим содержанием жира 42,7 % в сравнении с данным показателем в 2012 и 2014 гг. (37,2 % и 41,8 % соответственно).

В среднем за годы исследований сорта N 3829, Clark, Barbara, Северный, Ставропольский край, ЛМ-98, Linda и Flanders имели массовую долю жира в семенах на 3,2–6,3 % выше, чем стандартный сорт ВНИИМК 620 при HCP_{05} – 3,1 %.

Сбор масла с урожаем семян изучаемых сортов за годы исследований составил 348–521 кг с 1 га. Существенных различий по сбору масла с урожаем семян между сортами не установлено.

3.2.2. Содержание луба в соломе сортов льна масличного

В результате исследований выявлено, что изучаемые сорта льна масличного различались по содержанию луба в соломе (таблица 15).

Таблица 15 – Содержание луба в соломе сортов льна масличного, %
(среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт	Содержание луба, %
ВНИИМК 620, ст.	14,7
Norlin	14,6
Воронежский	16,8
ЛМ-96	15,5
N 3829	16,0
Atalante	16,4
Mo Eregor	16,1
ЛМ-92	16,9
Clark	15,5
Culbert	16,6
Barbara	16,9
Северный	16,3
Ставропольский край	17,0
ЛМ-98	16,9
Linda	16,9
Flanders	16,5
HCP_{05}	0,9

В соломе всех изучаемых сортов льна масличного, за исключением сортов Norlin, ЛМ-96 и Clark, установлено более высокое на 1,3–2,3 % содержание луба, по отношению к содержанию луба в соломе стандартного сорта ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 0,9 %.

3.2.3. Продолжительность межфазных периодов развития

В условиях 2012 г. продолжительность периода посев – всходы и всходы – «ёлочка» у всех сортов льна масличного была одинаковой и составила 17 и 15 суток соответственно (таблицы 16–18).

Таблица 16 – Продолжительность фенологических фаз и вегетационных периодов сортов льна масличного, суток (2012 г.)

Сорт	Посев – всходы	Всходы – «ёлочка»	«Ёлочка» – бутонизация	Бутонизация – цветение	Цветение – желтая спелость	Вегетационный период
ВНИИМК 620, стандарт	17	15	10	7	35	84
Norlin	17	15	12	8	34	86
Воронежский	17	15	16	11	31	90
ЛМ-96	17	15	12	8	34	86
N 3829	17	15	10	5	38	84
Atalante	17	15	12	8	37	86
Mo Eregor	17	15	12	8	34	86
ЛМ-92	17	15	10	5	38	84
Clark	17	15	12	8	34	86
Culbert	17	15	10	5	38	84
Barbara	17	15	12	8	34	86
Северный	17	15	10	5	38	84
Ставропольский край	17	15	12	8	34	86
ЛМ-98	17	15	16	11	31	90
Linda	17	15	12	8	34	86
Flanders	17	15	16	11	31	90

Самое раннее цветение наблюдали у сортов ВНИИМК 620, N 3829, ЛМ-92, Culbert и Северный, данная фаза наступила через 15–17 суток после бутонизации. Продолжительность периода посев – жёлтая спелость у сортов колебалась от 84 до 90 суток. Более продолжительный период вегетации (90 суток) имели сорта Воронежский, ЛМ-98 и Flanders, что на 6 суток превышает вегетацион-

ный период сорта стандарта. Относительно самый короткий вегетационный период имели сорта N 3829, ЛМ-92, Culbert и Северный (84 суток), что не отличается от продолжительности периода вегетации у стандарта.

По данным фенологических наблюдений в 2013 и 2014 гг. (таблицы 17–18) период посев – полные всходы составил в 2013 г. 12 суток, в 2014 г. – 14 суток, всходы – фаза «ёлочка» – 18 и 20 суток соответственно в 2013 и 2014 гг. у всех сортов.

Таблица 17 – Продолжительность фенологических фаз и вегетационных периодов сортов льна масличного, суток (2013 г.)

Сорт	Посев – всходы	Всходы – «ёлочка»	«Ёлочка» – бутонизация	Бутонизация – цветение	Цветение – желтая спелость	Вегетационный период
ВНИИМК 620, стандарт	12	18	12	6	36	84
Norlin	12	18	12	6	36	84
Воронежский	12	18	13	5	36	84
ЛМ-96	12	18	12	6	36	84
N 3829	12	18	13	5	36	84
Atalante	12	18	12	6	36	84
Mo Eregor	12	18	13	5	36	84
ЛМ-92	12	18	13	5	36	84
Clark	12	18	12	6	36	84
Culbert	12	18	13	5	36	84
Barbara	12	18	12	6	36	84
Северный	12	18	12	6	36	84
Ставропольский край	12	18	12	6	36	84
ЛМ-98	12	18	12	6	36	84
Linda	12	18	13	5	36	84
Flanders	12	18	12	6	36	84

В 2013 г., ввиду относительно неблагоприятных абиотических условий, больших отличий в продолжительности отдельных фаз развития, следующих за фазой «ёлочка» не выявлено. Так, в 2013 г. период «ёлочка» – бутонизация у сортов Воронежский, N 3829, Mo Eregor, ЛМ-92, Culbert и Linda составил 13 суток, а у других изучаемых сортов – 12 суток. Также у вышеназванных сортов

наблюдали короткий на 1 день по продолжительности период бутонизация – цветение относительно данного показателя у остальных изучаемых сортов. Все сорта имели продолжительность периода цветения – наступление созревания семян 36 суток и одинаковый вегетационный период – 84 суток.

Таблица 18 – Продолжительность фенологических фаз и вегетационных периодов сортов льна масличного, суток (2014 г.)

Сорт	Посев – всходы	Всходы – «ёлочка»	«Ёлочка» – бутонизация	Бутонизация – цветение	Цветение – желтая спелость	Вегетационный период
ВНИИМК 620, стандарт	14	20	6	4	64	108
Norlin	14	20	6	6	55	101
Воронежский	14	20	7	6	56	103
ЛМ-96	14	20	7	6	62	109
N 3829	14	20	7	6	62	109
Atalante	14	20	7	4	64	109
Mo Eregor	14	20	7	4	59	104
ЛМ-92	14	20	7	6	62	109
Clark	14	20	7	5	63	109
Culbert	14	20	7	6	57	104
Barbara	14	20	7	5	63	109
Северный	14	20	7	5	63	109
Ставропольский край	14	20	7	6	62	109
ЛМ-98	14	20	7	6	62	109
Linda	14	20	7	5	63	109
Flanders	14	20	7	6	62	109

В 2014 г. сорта ВНИИМКй620 и Norlin имели продолжительность периода «ёлочка» – бутонизация 6 суток, у других исследуемых сортов продолжительность данного периода была на 1 день больше. Раньше других сортов зацвели сорта ВНИИМК 620, Atalante, Mo Eregor. Однако, у первых двух сортов созревание затянулось до 64 суток. Относительно большое количество осадков и пониженная среднесуточная температура воздуха в период цветение – жёлтая спелость привели к неравномерному созреванию растений и затягиванию вегетационного периода, который у разных сортов составил 101–109 суток. Относительно самый короткий вегетацион-

ный период (101–104 сутки) отмечен у сортов Воронежский, Mo Eregor, Culbert, Norlin, а наиболее продолжительный период вегетации (109 суток) – у ЛМ-96, N 3829, Atalante, ЛМ-92, Clark, Barbara, Северный, Ставропольский край, ЛМ-98, Linda и Flanders.

В среднем за три года исследований у сорта Norlin вегетационный период длился 90 суток, что на 2 суток короче, чем у стандартного сорта (таблица 19).

Таблица 19 – Продолжительность фенологических фаз и вегетационных периодов сортов льна масличного, суток (среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт	Посев – всходы	Всходы – «ёлочка»	«Ёлочка» – бутонизация	Бутонизация – цветение	Цветение – желтая спелость	Вегетационный период
ВНИИМК 620, стандарт	14	18	9	6	45	92
Norlin	14	18	10	7	42	90
Воронежский	14	18	12	7	41	92
ЛМ-961	14	18	10	7	44	93
N 38291	14	18	10	5	45	92
Atalante	14	18	10	6	46	93
Mo Eregor	14	18	11	6	43	91
ЛМ-921	14	18	10	5	45	92
Clark	14	18	10	6	44	93
Culbert	14	18	10	5	44	91
Barbara	14	18	10	6	44	93
Северный	14	18	10	5	46	92
Ставропольский край	14	18	10	7	44	93
ЛМ-981	14	18	12	8	43	94
Linda	14	18	11	6	44	93
Flanders	14	18	12	8	43	94

Сорта ЛМ–98 и Flanders среди изучаемых сортов льна масличного имели наибольшую продолжительность вегетационного периода – 94 дня.

3.2.4. Химический состав семян и соломы сортов льна масличного

Сорта льна масличного различались по содержанию макроэлементов в семенах и соломе (таблица 20).

В среднем за 2012–2014 гг. исследований более высокое на 0,14–0,80 % содержание азота в семенах наблюдали у всех изучаемых сортов, за исключением сортов Norlin, Barbara и Flanders, по отношению к данному показателю у стандарта ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 0,12 %. Все сорта содержали фосфора в семенах на 0,07–0,39 % больше относительно льна масличного ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 0,06 %.

Таблица 20 – Содержание азота, фосфора и калия в семенах сортов льна масличного, % на сухое вещество (среднее 2012–2014 гг.)

Сорт	Азот	Фосфор	Калий
ВНИИМК 620, стандарт	4,06	1,13	1,32
Norlin	4,08	1,21	1,38
Воронежский	4,27	1,47	1,40
ЛМ-961	4,22	1,40	1,28
N 38291	4,20	1,39	1,34
Atalante	4,67	1,49	1,42
Mo Eregor	4,40	1,34	1,33
ЛМ-921	4,27	1,42	1,31
Clark	4,50	1,40	1,36
Culbert	4,86	1,52	1,36
Barbara	4,00	1,25	1,29
Северный	4,41	1,36	1,25
Ставропольский край	4,43	1,26	1,37
ЛМ-981	4,53	1,22	1,25
Linda	4,24	1,29	1,33
Flanders	4,08	1,20	1,33
НСР ₀₅	0,12	0,06	F _ф < F ₀₅

По содержанию калия в семенах исследуемые сорта льна масличного не имели существенных различий. Необходимо отметить, что в семенах американского сорта Culbert отмечено большее на 0,19–0,86 % содержание азота и на 0,10–0,32 % содержание фосфора в сравнении с содержанием аналогичных макроэлементов в семенах других сортов льна масличного. Исключением являются сорта Воронежский из России и Atalante из Франции, которые по содержанию фосфора в семенах не уступали сорту Culbert.

Содержание фосфора и азота в соломе сортов льна масличного значительно ниже, чем в семенах (таблица 21). Наибольшее со-

держание азота (0,69 %) в соломе выявлено у сорта ЛМ-92, что на 0,11 % выше содержания азота в соломе льна масличного сорта ВНИИМК 620 при НСР₀₅ – 0,11 %. У сортов ЛМ-96, N 3829, Atalante, Mo Eregor ЛМ-92 и Ставропольский край установлено более высокое на 0,03–0,15 % содержание фосфора в соломе по отношению к аналогичному показателю у стандарта при НСР₀₅ – 0,03 %.

Таблица 21 – Содержание азота, фосфора и калия в соломе сортов льна масличного, % на сухое вещество (среднее 2012–2014 гг.)

Сорт	Азот	Фосфор	Калий
ВНИИМК 620, стандарт	0,58	0,32	2,57
Norlin	0,55	0,34	2,03
Воронежский	0,48	0,29	2,24
ЛМ-961	0,56	0,45	2,29
N 38291	0,62	0,47	1,89
Atalante	0,65	0,35	2,35
Mo Eregor	0,67	0,35	2,05
ЛМ-921	0,69	0,42	1,83
Clark	0,53	0,27	1,84
Culbert	0,52	0,30	1,86
Barbara	0,50	0,31	1,97
Северный	0,48	0,30	2,13
Ставропольский край	0,48	0,20	2,31
ЛМ-981	0,55	0,43	2,11
Linda	0,59	0,26	2,16
Flanders	0,64	0,19	2,29
НСР ₀₅	0,11	0,03	0,37

Повышенное на 0,41–0,74 % содержание калия в соломе наблюдали у сорта ВНИИМК 620 относительно данного показателя у всех изучаемых сортов, за исключением сортов Воронежский, ЛМ-96, Atalante, Ставропольский край и Flanders.

Для выявления элементного состава семян были использованы семена двух сортов льна масличного урожая 2012 и 2014 гг. (таблица 22). Семена данных сортов отличаются по важному маркерному признаку – окраске семян.

Анализ данных по элементному составу семян льна масличного показал, что содержание отдельных элементов исследуемых сортов по годам неодинаково. В семенах сорта ВНИИМК 620 урожая 2012 г. отмечено повышение в 1,2–1,8 раза содержания натрия,

кремния, алюминия, железа, цинка, бария и никеля в сравнении с содержанием аналогичных показателей в семенах сорта ЛМ-98. Содержание титана и рубидия в семенах сорта ВНИИМК 620 в 2,2–3,0 раза выше, чем в семенах сорта ЛМ-98.

Таблица 22 – Содержание химических элементов в семенах сортов льна масличного ВНИИМК 620 и ЛМ-98 (2012 и 2014 гг.)

Элемент (символ)	Содержание, мг/кг			
	ВНИИМК 620		ЛМ-98	
	2012 г.	2014 г.	2012 г.	2014 г.
1. Литий (Li)	0,010	0,012	0,014	0,0076
2. Бериллий (Be)	< 0,0007	<0,0012	< 0,0007	<0,0012
3. Бор (B)	3,0	11,5	3,1	10,5
4. Натрий (Na)	230	181,0	170	205,5
5. Магний (Mg)	3200	2717,7	3600	2855,6
6. Алюминий (Al)	3,0	2,43	2,6	1,76
7. Кремний (Si)	21	6,65	12	5,76
8. Фосфор (P)	1100	4834,0	1500	4254,4
9. Сера (S)	1800	1693,6	2100	1639,8
10. Калий (K)	7400	5550,4	6900	5342,8
11. Кальций (Ca)	1900	1902,4	2100	1769,1
12. Скандий (Sc)	< 0,1	<0,024	< 0,1	<0,024
13. Титан (Ti)	0,45	<0,19	< 0,2	<0,19
14. Ванадий (V)	< 0,1	<0,024	< 0,1	<0,024
15. Хром (Cr)	< 0,2	0,14	< 0,2	0,13
16. Марганец (Mn)	9,0	24,6	10	22,8
17. Железо (Fe)	74	54,6	61	56,1
18. Кобальт (Co)	0,049	0,17	0,047	0,095
19. Никель (Ni)	1,0	2,90	0,46	2,32
20. Медь (Cu)	2,0	6,11	1,8	6,32
21. Цинк (Zn)	13	25,8	9,7	23,8
22. Галлий (Ga)	0,017	0,031	0,016	0,029
23. Германий (Ge)	< 0,002	<0,0010	< 0,002	<0,0010
24. Мышьяк (As)	< 0,02	<0,013	< 0,02	<0,013
25. Бром (Br)	< 1	1,35	< 1	<1,16
26. Селен (Se)	< 0,07	<0,055	< 0,07	<0,055
27. Рубидий (Rb)	0,69	0,61	0,23	0,84
28. Стронций (Sr)	2,7	5,13	2,4	4,00
29. Иттрий (Y)	< 0,001	0,00099	< 0,001	0,0011
30. Цирконий (Zr)	0,0065	0,0093	0,0055	0,0047
31. Ниобий (Nb)	< 0,001	0,0016	< 0,001	0,0010
32. Молибден (Mo)	0,16	0,12	0,29	0,097
33. Рутений (Ru)	< 0,001	<0,0012	< 0,001	<0,0012
34. Родий (Rh)	< 0,001	<0,0012	< 0,001	<0,0012
35. Палладий (Pd)	< 0,004	<0,0012	< 0,004	<0,0012

Элемент (символ)	ВНИИМК 620		ЛМ-98	
	2012 г.	2014 г.	2012 г.	2014 г.
36. Серебро (Ag)	< 0,002	<0,00081	< 0,002	<0,00081
37. Кадмий (Cd)	0,11	0,32	0,078	0,24
38. Олово (Sn)	0,033	0,021	0,041	0,019
39. Сурьма (Sb)	< 0,002	<0,0017	< 0,002	<0,0017
40. Теллур (Te)	< 0,004	<0,0010	< 0,004	<0,0010
41. Цезий (Cs)	< 0,0006	<0,0012	< 0,0006	<0,0012
42. Барий (Ba)	1,5	2,20	0,93	1,22
43. Лантан (La)	0,0037	<0,0019	0,0031	<0,0019
44. Церий (Ce)	0,0052	0,0026	0,0033	0,0020
45. Празеодимий (Pr)	< 0,0007	<0,0012	< 0,0007	<0,0012
46. Неодим (Nd)	0,0021	<0,00063	0,0016	<0,00063
47. Самарий (Sm)	< 0,0006	<0,0012	< 0,0006	<0,0012
48. Европий (Eu)	< 0,0003	<0,0012	< 0,0003	<0,0012
49. Гадолиний (Gd)	< 0,0007	<0,0012	< 0,0007	<0,0012
50. Тербий (Tb)	< 0,0003	<0,0012	< 0,0003	<0,0012
51. Диспрозий (Dy)	< 0,0004	<0,0012	< 0,0004	<0,0012
52. Гольмий (Ho)	< 0,0003	<0,0012	< 0,0003	<0,0012
53. Эрбий (Er)	< 0,0003	<0,0012	< 0,0003	<0,0012
54. Тулий (Tm)	< 0,0003	<0,0012	< 0,0003	<0,0012
55. Иттербий (Yb)	< 0,0002	<0,0012	< 0,0002	<0,0012
56. Лютеций (Lu)	< 0,0003	<0,0012	< 0,0003	<0,0012
57. Гафний (Hf)	< 0,0007	<0,0012	< 0,0007	0,0016
58. Тантал (Ta)	0,0021	<0,0010	0,0026	<0,0010
59. Вольфрам (W)	0,0087	0,0034	0,016	0,0043
60. Рений (Re)	< 0,0006	<0,0012	< 0,0006	<0,0012
61. Осмий (Os)	< 0,008	<0,0022	< 0,008	<0,0022
62. Иридий (Ir)	< 0,0003	<0,0012	< 0,0003	<0,0012
63. Платина (Pt)	< 0,0002	<0,00077	< 0,0002	<0,00077
64. Золото (Au)	< 0,0007	<0,0019	< 0,0007	<0,0019
65. Ртуть (Hg)	0,013	<0,0041	0,070	<0,0041
66. Таллий (Tl)	0,0055	0,0053	< 0,0007	0,0030
67. Свинец (Pb)	0,023	0,015	0,028	0,0060
68. Висмут (Bi)	< 0,0009	<0,0012	< 0,0009	<0,0012
69. Торий (Th)	< 0,0009	<0,0012	< 0,0009	<0,0012
70. Уран (U)	< 0,0003	<0,0012	< 0,0003	<0,0012

Относительно большее содержание в 1,2–1,8 разы, фосфора, молибдена, вольфрама наблюдали в семенах сорта ЛМ-98 в сравнении с содержанием аналогичных элементов в семенах сорта ВНИИМК 620. Содержание ртути в семенах сорта ЛМ-98 в 5,3 раза превышает ее содержание в семенах ВНИИМК 620. В условиях относительно повышенного увлажнения почвы 2014 г. в семенах льна

масличного сорта ВНИИМК 620 содержание бария, таллия, циркония и таллия превышает в 1,4–2,0 раза, свинца – в 2,5 раза, чем содержание аналогичных элементов в семенах сорта ЛМ-98.

Выявлено, что в 2014 г. в семенах сорта ВНИИМК 620 и ЛМ-98 наблюдали возрастание содержания цинка в 2 раза, марганца, никеля и меди – в 2,7–3,1 раза, бора – в 3,8 раза, фосфора – в 4,4 раза, относительно содержания аналогичных элементов в семенах этого же сорта в урожае 2012 г. У сорта ВНИИМК 620 в урожае семян 2012 г. накопилось в 1,3–3,2 раза больше натрия, кремния, калия, железа, вольфрама и свинца, а в семенах сорта ЛМ-98 – в 1,3–4,7 раза больше кремния, калия, молибдена и свинца. Содержание тяжёлых металлов в исследуемых сортах льна масличного не превышало допустимые значения, регламентируемые СанПиН 2.3.2.1078-01. Поэтому полученную продукцию можно рекомендовать использовать для производства продуктов питания.

3.2.5. Вынос азота, фосфора и калия с льнопродукцией

На основании данных химического состава семян и соломы льна масличного и величины урожайности основной (семян) и побочной (соломы) продукции был рассчитан вынос питательных веществ (таблица 23).

В среднем за 2012–2014 гг. сорта льна масличного с урожаем семян выносят 36,1–56,0 кг/га азота, 10,7–17,5 кг/га фосфора и 11,5–16,9 кг/га калия, с урожаем соломы – 6,7–12,5 кг/га азота, 3,2–7,6 кг/га фосфора и 28,5–39,4 кг/га калия. Вынос азота с урожаем семян и соломы сорта ВНИИМК 620 составил 49,8 и 8,6 кг/га соответственно, что на 13,5–13,7 кг/га выше, чем вынос азота с урожаем семян сортов Norlin, N а3829, и на 1,9 кг/га выше, чем вынос азота с урожаем соломы у сорта Воронежский. Прибавка урожайности семян сортов ВНИИМК 620 и Clark способствовала возрастанию на 1,5–5,4 кг/га выноса калия с урожаем семян, в сравнении с выносом калия у сортов Norlin, Воронежский, ЛМ-96, N 3829, Мо Eregor, ЛМ-92, Северный, Ставропольский край и ЛМ-98.

Таблица 23 – **Вынос азота, фосфора и калия с урожаем сортов льна масличного**
(среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт	Семена, кг/га			Солома, кг/га			На 1 т семян с соответствующим количеством соломы, кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ВНИИМК 620, стандарт	49,8	13,8	16,1	8,6	4,7	38,1	31,8	10,1	29,6
Norlin	36,3	10,7	12,4	8,0	4,9	29,3	24,8	8,7	23,3
Воронежский	40,1	13,8	13,1	6,7	4,0	31,4	27,0	10,3	25,6
ЛМ-961	42,5	14,2	13,0	8,0	6,6	33,2	28,3	11,5	25,8
N 38291	36,1	11,9	11,5	8,7	6,6	26,4	25,9	10,7	21,9
Atalante	51,4	16,3	15,7	9,9	5,2	35,5	32,8	11,5	27,4
Mo Eregor	44,9	13,7	13,5	10,9	5,6	33,4	27,7	9,6	23,3
ЛМ-921	44,4	14,7	13,7	12,5	7,6	33,5	25,3	9,9	20,9
Clark	56,0	17,4	16,9	9,0	4,5	31,2	31,0	10,4	22,9
Culbert	56,0	17,5	15,6	9,0	5,1	32,0	30,5	10,6	22,4
Barbara	48,9	15,3	15,9	9,1	5,6	35,7	26,0	9,3	23,1
Северный	51,5	15,8	14,6	9,4	5,9	41,7	25,1	9,0	23,3
Ставропольский край	43,5	12,3	13,5	9,3	3,9	44,6	22,1	6,8	24,3
ЛМ-981	49,8	13,3	13,7	7,4	5,8	28,5	34,3	11,5	25,3
Linda	49,1	14,9	15,4	9,3	4,0	34,0	30,0	9,8	25,5
Flanders	45,0	13,2	14,8	11,0	3,2	39,4	26,3	7,8	25,4
Среднее	46,6	14,3	14,3	9,2	5,2	34,2	28,1	9,8	24,4
НСР ₀₅	9,8	3,5	1,5	1,8	0,5	6,6	5,1	1,7	2,8

В среднем потребность сортов льна масличного на 1 т семян с соответствующим количеством соломы в основных элементах питания составила: N – 28,1 кг, P₂O₅ – 9,8 кг и K₂O – 24,4 кг.

3.2.6. Посевные качества семян в урожае

По результатам исследований, проведённых в 2012–2014 г., сорта ВНИИМК 620, Воронежский, N 3829 и Linda сформировали в урожае семена с энергией прорастания на 1–4 % выше, чем данный показатель у остальных сортов льна масличного при НСР₀₅ – 1 % (таблица 24).

Наибольшая лабораторная всхожесть семян отмечена у сорта Culbert – 98 %, что на 1 % выше всхожести семян у стандарта ВНИИМК 620 (НСР₀₅–1 %). Все изучаемые сорта, кроме N 3829, Culbert и Северный сформировали урожай семян с меньшей на

1–2 % лабораторной всхожестью по отношению к аналогичному показателю у стандарта при НСР₀₅ – 1 %.

Таблица 24 – Посевные качества семян сортов льна масличного в урожае (среднее за 2012–2014 гг.)

Сорт	Энергия прорастания семян, %	Лабораторная всхожесть семян, %
ВНИИМК 620, стандарт	93	97
Norlin	91	96
Воронежский	93	95
ЛМ-961	92	96
N 38291	93	97
Atalante	92	95
Mo Eregor	92	96
ЛМ-921	92	96
Clark	90	95
Culbert	92	98
Barbara	91	96
Северный	92	97
Ставропольский край	92	96
ЛМ-981	89	95
Linda	93	96
Flanders	92	95
Среднее	92	96
НСР ₀₅	1	1

Таким образом, по результатам исследований выявлено, что наибольшую урожайность семян 139–141 г/м² сформировали сорта ВНИИМК 620 из России, Clark – из Голландии, Barbara – из Венгрии, с густотой стояния растений к уборке – 400–418 шт./м², массой семян – 0,34–0,36 г и их количеством 48,6–57,0 шт. на растении. Колебания урожайности семян исследуемых сортов льна масличного на 93,6 % зависели от абиотических условий года. Относительно благоприятные условия сложились в 2014 г. (индекс условий среды $I_j = 95,3$), что позволило сформировать наибольшую урожайность семян 122 г/м² в среднем по всем сортам. Период вегетации канадского сорта Norlin на 2 суток короче, чем вегетационный период у стандартного сорта ВНИИМК 620. Сорта N 3829, Clark, Barbara, Северный, Ставропольский край, ЛМ-98,

Linda и Flanders имели массовую долю жира в семенах на 3,2–6,3 % выше, чем аналогичный показатель у стандартного сорта ВНИИМКй620. В среднем по всем сортам потребность льна масличного на 1 т семян с соответствующим количеством соломы в основных элементах питания составила: N – 28,1 кг, P₂O₅ – 9,8 кг и K₂O – 24,4 кг.

4. РЕАКЦИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ВНИИМК 620 НА ПРЕДПОСЕВНУЮ ОБРАБОТКУ СЕМЯН

4.1. Урожайность и обоснование её структурой

Результаты исследований, проведённых в 2012–2014 гг., выявили реакцию льна масличного ВНИИМК 620 на предпосевную обработку формированием урожайности семян и соломы (таблица 25). В абиотических условиях вегетационного периода 2012 г. установлено, что прибавку урожайности семян на 10–31 г/м² (8,7–27,7 %) наблюдали во всех вариантах их обработки перед посевом, за исключением варианта с гуматом калия, по сравнению с урожайностью семян в вариантах без предпосевной обработки и обработка водой (НСР₀₅ – 9 г/м²).

Таблица 25 – Урожайность семян при их предпосевной обработке, г/м²

Предпосевная обработка семян	Год			Средняя за 2012–2014 гг.
	2012	2013	2014	
1. Без обработки (контроль)	115	39	289	148
2. Вода (контроль)	112	38	290	147
3. Экстракт из проростков озимой ржи	129	47	332	169
4. Гумат калия	116	48	332	166
5. ТМТД	143	40	340	175
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	137	49	329	172
7. Смесь микроудобрений и ТМТД	144	48	336	176
8. Экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД	146	42	333	174
9. Гумат калия и ТМТД	146	44	344	178
10. Борогум М	125	44	320	163
Среднее	131	44	325	167
НСР ₀₅	9	4	8	3

В абиотических условиях 2013 г. варианты опыта с предпосевной обработкой семян способствовали формированию урожайности семян 38–49 г/м². Большую на 4–11 г/м² (10–29 %) урожайность семян отмечали во всех вариантах с предпосевной обработкой семян, кроме вариантов с водой и с фунгицидом ТМТД, в сравнении с урожайностью семян в варианте без обработки (НСР₀₅ – 4 г/м²). Существенное повышение урожайности семян 4–7 г/м² отмечено в вариантах с их предпосевной обработкой гуматом калия,

смесью микроудобрений отдельно и совместно с ТМТД, в сравнении с данным показателем в варианте с обработкой ТМТД отдельно и совместно с экстрактом из проростков озимой ржи, Борогумом М, ТМТД совместно с гуматом калия.

В 2014 г. реакция льна масличного ВНИИМК 620 на предпосевную обработку биологическими препаратами, микроудобрениями и фунгицидами проявилась прибавкой урожайности семян 31–55 г/м² (11–19 %) по отношению к аналогичному показателю в контрольных вариантах при НСР₀₅ – 8 г/м².

Результаты 3-х летних исследований показали, что все варианты опыта с предпосевной обработкой способствовали существенному увеличению на 16–31 г/м² (11–21 %) урожайности семян по отношению к данному показателю в контрольных вариантах без обработки и обработка водой при НСР₀₅ – 3 г/м².

Обработка семян перед посевом оказала влияние также и на урожайность соломы (таблица 26). В метеорологических условиях 2012 г. варианты опыта позволили получить урожайность соломы 182–234 г/м². Прибавку урожайности соломы 36–52 г/м² (19–29 %) проявили все варианты предпосевной обработки семян, за исключением варианта с обработкой семян гуматом калия и обработки семян водой, по отношению к данному показателю в контрольном варианте без обработки при НСР₀₅ – 15 г/м².

В 2013 г. на обработку семян реакция льна масличного ВНИИМК 620 перед посевом ТМТД совместно с гуматом калия, а также Борогумом М проявилась увеличением на 12–14 г/м² урожайности соломы в сравнении с данным показателем в контрольных вариантах (НСР₀₅ – 8 г/м²). Во всех остальных изучаемых вариантах опыта сформировалась урожайность соломы на одном уровне (73–76 г/м²) с урожайностью в контрольном варианте.

В абиотических условиях 2014 г. реакция изучаемой культуры на варианты с предпосевной обработкой семян ТМТД отдельно и совместно с экстрактом из проростков озимой ржи, смесью микроудобрений, гуматом калия совместно с ТМТД также была положительной – прибавка урожайности соломы составила 13–33 г/м²

(5–12 %) чем аналогичный показатель в вариантах с необработанными семенами и увлажненными водой ($НСП_{05} = 12 \text{ г/м}^2$). Применение вытяжки из проростков озимой ржи, гумата калия для предпосевной обработки семян обусловило существенное снижению на $13\text{--}19 \text{ г/м}^2$ (5–7 %) урожайности соломы, чем аналогичный показатель в контрольных вариантах.

В среднем за 2012–2014 гг. исследований установлено, что реакция льна масличного ВНИИМК 620 на все варианты с предпосевной обработкой семян, кроме обработки гуматом калия, проявилась в увеличении на $7\text{--}28 \text{ г/м}^2$ урожайности соломы, по сравнению с аналогичным показателем в контрольном варианте без обработки ($НСП_{05} = 7 \text{ г/м}^2$).

Лён масличный ВНИИМК 620 при обработке семян перед посевом экстрактом из пророщенных семян озимой ржи, гуматом калия отдельно и совместно с ТМТД, смесью микроудобрений, ТМТД совместно и отдельно со смесью микроудобрений имел соотношение урожайности семян к урожайности соломы $0,9 : 1,0$, тогда как остальные изучаемые варианты опыта – $0,8 : 1,0$ (таблица 26).

Таблица 26 – Урожайность соломы при предпосевной обработке семян, г/м^2

Предпосевная обработка семян	Год			Среднее	Отношение урожайности семян к урожайности соломы
	2012	2013	2014		
1. Без обработки (к)	182	74	281	179	0,8
2. Вода (к)	189	73	282	181	0,8
3. Экстракт из проростков озимой ржи	214	76	269	186	0,9
4. Гумат калия	192	75	262	176	0,9
5. ТМТД	227	71	297	198	0,9
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	226	76	295	199	0,9
7. Смесь микроудобрений, ТМТД	228	76	283	196	0,9
8. Экстракт из проростков озимой ржи, ТМТД	234	74	314	207	0,8
9. Гумат калия, ТМТД	218	88	311	206	0,9
10. Борогум М	218	86	286	197	0,8
Среднее	213	77	288	—	—
$НСП_{05}$	15	8	12	7	0,1

Различия в урожайности семян и соломы льна масличного по вариантам обработки семян перед посевом происходили за счет изменения элементов её структуры (таблица 27). В среднем за 2012–2014 гг. полевая всхожесть семян по вариантам опыта составила 65–70 %, выживаемость растений в период вегетации – 82–87 %.

Таблица 27 – Элементы структуры урожайности семян при предпосевной обработке семян (среднее за 2012–2014 гг.)

Предпосевная обработка семян	Полевая всхожесть семян, %	Выживаемость растений за вегетацию, %
1. Без обработки (контроль)	65	82
2. Вода (контроль)	65	82
3. Экстракт из проростков озимой ржи	68	85
4. Гумат калия	67	86
5. ТМТД	70	84
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	69	85
7. Смесь микроудобрений и ТМТД	70	87
8. Экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД	69	83
9. Гумат калия и ТМТД	68	83
10. Борогум М	66	82
НСР ₀₅	1	2

Во всех вариантах опыта отмечено существенное возрастание на 1–5 % полевой всхожести семян, в сравнении с данным показателем в вариантах без обработки и обработки семян водой (НСР₀₅ – 1 %). Увеличение на 3–5 % выживаемости растений за вегетацию выявлено во всех вариантах опыта, кроме выживаемости растений при применении для обработки семян вытяжки из проростков озимой ржи совместно с ТМТД, Борогума М, гумата калия совместно с ТМТД, по отношению к аналогичному показателю в контрольных вариантах при НСР₀₅ – 2 %.

Уплотнение густоты стояния растений перед уборкой (таблица 28) наблюдали во всех вариантах: при предпосевной обработке семян в 2012 г. с 518–519 до 532–569 шт./м², или на 13–51 шт./м² (НСР₀₅ – 6 шт./м²), кроме вариантов, где семена обрабатывали Борогумом М и гуматом калия; в 2013 г. – с 340–341 шт./м² до 354–418 шт./м², или на 13–78 шт./м² (НСР₀₅ – 13 шт./м²), кроме ва-

риантов с Борогумом М, ТМТД совместно с экстрактом из проростков озимой ржи; в 2014 г. – с 432–433 шт./м² до 446–490 шт./м², или на 13–58 шт./м² (НСР₀₅ – 9 шт./м²).

В результате трехлетних исследований выявлено, что предпосевная обработка семян биологическими препаратами, микроудобрениями и фунгицидами, увеличивала на 6–58 шт./м² растений перед уборкой (НСР₀₅ – 6 шт./м²), в сравнении с густотой растений в варианте с увлажнением семян водой. Этим обусловлена прибавка 16–31 г/м² или на 11–21 % урожайности семян во всех изучаемых вариантах, относительно их урожайности в контрольных вариантах.

Таблица 28 – Густота стояния растений к уборке при предпосевной обработке семян, шт./м²

Предпосевная обработка семян	Год			Средняя за 2012–2014 гг.
	2012	2013	2014	
1. Без обработки (контроль)	518	341	433	431
2. Вода (контроль)	519	340	432	430
3. Экстракт из проростков озимой ржи	532	411	462	468
4. Гумат калия	521	418	459	466
5. ТМТД	566	358	483	469
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	532	396	469	466
7. Смесь микроудобрений и ТМТД	569	409	490	489
8. Экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД	567	349	474	463
9. Гумат калия и ТМТД	567	354	478	466
10. Борогум М	517	346	446	436
Среднее	541	372	463	-
НСР ₀₅	6	13	9	6

Воздействие на семена льна масличного биологическими препаратами, фунгицидом и микроудобрениями оказывало положительное влияние на элементы продуктивности растения (таблица 29).

Возрастание урожайности семян по вариантам опыта с предпосевной обработкой семян обусловлено не только увеличением густоты стояния растений к уборке на 6–58 шт./м², но и повышением на 0,02–0,04 г массы семян растения относительно продуктивности соцветия в контрольных вариантах без обработки и увлажнение семян водой (НСР₀₅ – 0,01 г). Все варианты опыта с предпосевной

обработкой семян, за исключением варианта с гуматом калия, способствовали формированию дополнительно 1,3–2,5 шт. семян на растении в сравнении с аналогичным показателем в варианте без обработки семян при НСР₀₅ – 1,0 шт. При этом во всех вариантах с предпосевной обработкой отмечено больше на 1,4–3,0 шт. семян на растении в сравнении с данным показателем в варианте с увлажнением семян водой.

Таблица 29 – Продуктивность растения при предпосевной обработке семян (среднее за 2012–2014 гг.)

Предпосевная обработка семян	Масса семян растения, г	На растении, шт.		Масса 1000 семян, г	Масса растения, г
		семян	коробочек		
1. Без обработки (контроль)	0,33	39,7	6,6	8,09	0,41
2. Вода (контроль)	0,33	39,2	6,5	8,12	0,41
3. Экстракт из Проростков озимой ржи	0,36	41,7	7,5	8,19	0,39
4. Гумат калия	0,35	40,6	6,9	8,44	0,37
5. ТМТД	0,36	41,6	6,5	8,20	0,41
6. Смесь микроудобрений (В, Си, Zn)	0,36	41,7	7,5	8,27	0,41
7. Смесь микроудобрений и ТМТД	0,35	41,0	6,9	8,27	0,39
8. Экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД	0,36	41,9	6,7	8,23	0,43
9. Гумат калия и ТМТД	0,37	41,8	7,2	8,48	0,43
10. Борогум М	0,36	42,2	6,8	8,31	0,44
НСР ₀₅	0,01	1,0	0,2	0,13	0,02

За три года исследований растения с наибольшим количеством коробочек 7,5 шт. сформировались в вариантах с предпосевной обработкой семян экстрактом из проростков озимой ржи и смесью микроудобрений. Все варианты с предпосевной обработкой семян обусловили формирование семян с большей на 0,1–0,4 г массой 1000 шт., в сравнении с массой 1000 семян в контрольных вариантах при НСР₀₅ – 0,1 г. Уменьшение на 0,02–0,04 г массы растения наблюдали при предпосевной обработке семян вытяжкой из проростков озимой ржи, гуматом калия, смесью микроудобрений совместно с ТМТД, по отношению к данному показателю в вариантах без обработки и увлажнении семян водой при НСР₀₅ – 0,02 г.

При этом предпосевная обработка семян экстрактом из проростков озимой ржи совместно с ТМТД, гуматом калия совместно с ТМТД, Борогумом М способствовала увеличению на 0,02–0,03 г массы растения, по отношению к данному показателю в контрольных вариантах.

Предпосевная обработка семян повлияла на формирование общей, технической длины и диаметра стебля растения льна масличного ВНИИМК 620 (таблица 30). В среднем за 2012–2014 гг. исследований по вариантам опыта растения льна масличного имели общую длину стебля 37–40 см и техническую 22–25 см, с диаметром – 1,5–1,7 мм. Применение для предпосевной обработки семян экстракта из проростков озимой ржи, смеси микроудобрений способствовало возрастанию на 1–2 см общей длины стебля, по отношению к данному показателю в контрольных вариантах при НСР₀₅ – 1 см. Увеличение на 1–3 см технической длины стебля отмечено во всех вариантах опыта, за исключением обработки семян ТМТД, в сравнении с технической длиной стебля в контрольных вариантах – без обработки и увлажнение семян водой при НСР₀₅ – 1 см.

Таблица 30 – Показатели морфологического анализа растения при предпосевной обработке семян (среднее за 2012–2014 гг.)

Предпосевная обработка семян	Длина стебля, см		Диаметр, мм
	общая	техническая	
1. Без обработки (контроль)	38	22	1,7
2. Вода (контроль)	38	22	1,7
3. Экстракт из проростков озимой ржи	40	25	1,6
4. Гумат калия	38	25	1,6
5. ТМТД	38	22	1,6
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	39	25	1,5
7. Смесь микроудобрений и ТМТД	38	24	1,6
8. Экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД	38	23	1,6
9. Гумат калия и ТМТД	38	23	1,6
10. Борогум М	37	24	1,5
НСР ₀₅	1	1	0,1

Выявлена положительная сильная корреляционная связь (таблица 31) урожайности семян льна масличного с массой семян растения ($r=0,85$), с густотой стояния растений к уборке ($r=0,83$), с ко-

личеством семян на растении ($r=0,72$), прямая средняя – с полевой всхожестью семян ($r=0,48$), с выживаемостью растений за вегетацию ($r=0,48$), и с массой 1000 семян ($r=0,42$).

Таблица 31 – Коэффициенты корреляции и детерминации между урожайностью семян и элементами её структуры (среднее за 2012–2014 гг.)

Элемент структуры урожайности	r	s _r	d _{yx}	t _r
Масса семян растения	0,85*	0,06	0,72	14,93
Растений к уборке	0,83*	0,06	0,70	13,92
Семян на растении	0,72*	0,08	0,52	9,25
Полевая всхожесть семян	0,48*	0,11	0,23	4,51
Выживаемость растений за вегетацию	0,48*	0,11	0,23	4,54
Масса 1000 семян	0,42*	0,11	0,18	3,75

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

Установлена средняя корреляционная связь урожайности соломы (таблица 32) льна масличного и густоты стояния растений к уборке ($r=0,35$), а также и полевой всхожести семян ($r=0,35$).

Таблица 32 – Коэффициенты корреляции и детерминации между урожайностью соломой и элементами её структуры (среднее за 2012–2014 гг.)

Элемент структуры урожайности	r	s _r	d _{yx}	t _r
Густота стояния растений к уборке	0,35*	0,12	0,12	2,97
Полевая всхожесть семян	0,35*	0,12	0,12	2,90

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

Основываясь на полученных результатах выявления реакции сортов льна масличного на предпосевную обработку семян была рассчитана и выявлена разная доля влияния изучаемого приёма и абиотических условий на урожайность семян (таблица 33).

Таблица 33 – Доля влияния предпосевной обработки семян и абиотических условий на урожайность семян, %

Предпосевная обработка (А)	Год (В)	Сочетание (АВ)	Случайные факторы
0,9*	98,4*	0,5	0,2

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

Урожайность семян льна масличного ВНИИМК 620 в большей степени зависела от абиотических условий на 98,4 %, тогда как от предпосевной обработки семян – на 0,9 %.

4.2. Сопутствующие наблюдения и исследования

4.2.1. Содержание жира в семенах и сбор масла

В урожай семян при их предпосевной обработке биологическими препаратами, фунгицидом и микроудобрениями наблюдали в годы исследований массовую долю жира 35,3–45,7 % (таблица 34). В абиотических условиях 2014 г. по вариантам опыта семена содержали жира больше, чем они содержали его в 2012 и 2013 гг. Существенных различий по массовой доле жира в семенах между вариантами опыта в среднем за три года исследований не установлено. В среднем по годам исследований по вариантам опыта сбор масла с урожаем семян составил 630 кг с 1 га.

Таблица 34 – Массовая доля жира в семенах и сбор масла с урожаем семян при их предпосевной обработке

Предпосевная обработка семян	Массовая доля жира в семенах, %				Сбор масла с урожаем семян, кг/га (среднее за 2012–2014 гг.)
	год			средняя за 2012–2014 гг.	
	2012	2013	2014		
1. Без обработки (контроль)	40,6	40,2	45,7	42,2	568
2. Вода (контроль)	41,7	41,6	43,9	42,4	555
3. Экстракт из проростков озимой ржи	42,2	42,3	44,9	43,1	655
4. Гумат калия	43,8	41,5	44,7	43,3	643
5. ТМТД	44,1	36,8	44,4	41,8	672
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	35,3	43,6	45,1	41,3	640
7. Смесь микроудобрений и ТМТД	40,2	42,2	43,5	42,0	660
8. Экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД	36,6	41,1	44,5	40,7	641
9. Гумат калия и ТМТД	38,2	42,0	43,7	41,3	660
10. Борогум М	36,9	39,4	45,2	40,5	610
Среднее	40,0	41,1	44,6	—	630
НСР ₀₅	—	—	—	F _ф < F ₀₅	69

Все изучаемые варианты с предпосевной обработкой семян, за исключением обработки Борогумом М, имели больше на 72–197 кг/га (13–21 %) сбор масла, чем аналогичные показатели в контрольных вариантах.

4.2.2. Содержание луба в соломе льна масличного

Содержание луба в соломе при предпосевной обработке семян составило 14–16 % опыта (таблица 35).

Таблица 35 – Содержание луба в соломе при предпосевной обработке семян, % (среднее 2012 – 2014 гг.)

Предпосевная обработка семян	Содержание луба
1. Без обработки (контроль)	15
2. Вода (контроль)	15
3. Экстракт из проростков озимой ржи	15
4. Гумат калия	14
5. ТМТД	14
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	15
7. Смесь микроудобрений, ТМТД	16
8. Экстракт из проростков озимой ржи, ТМТД	16
9. Гумат калия, ТМТД	14
10. Борогум М	15
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_{05}$

Содержание луба в соломе не имело значимых различий по вариантам опыта.

4.2.3. Химический состав семян и соломы

Химический анализ семян (таблица 36) позволил установить, что повышенное на 0,17–0,57 % содержание азота имели семена в урожае, полученные в вариантах с их предпосевной обработкой ТМТД отдельно и совместно со смесью микроудобрений, экстрактом из проростков озимой ржи совместно с ТМТД, а также гуматом калия совместно с ТМТД, в сравнении с данным показателем в контрольных вариантах без обработки семян и смачивание водой при НСР₀₅ – 0,14 %.

Содержание фосфора в семенах льна масличного по вариантам опыта составляло 1,10–1,39 %. Применение фунгицида ТМТД совместно со смесью микроудобрений для предпосевной обработки семян обеспечило увеличение на 0,13–0,17 % содержания фосфора в семенах, по отношению к аналогичному показателю в контрольных вариантах при НСР₀₅ – 0,12 %. Значимых различий по содер-

жанию калия в семенах между вариантами предпосевной обработки семян не выявлено.

Таблица 36 – Содержание азота, фосфора и калия в семенах при их предпосевной обработке, % на сухое вещество (среднее за 2012–2014 гг.)

Предпосевная обработка семян	Азот	Фосфор	Калий
1. Без обработки (контроль)	3,69	1,24	1,37
2. Вода (контроль)	3,67	1,22	1,38
3. Экстракт из проростков озимой ржи	3,70	1,10	1,44
4. Гумат калия	3,70	1,30	1,40
5. ТМТД	4,02	1,39	1,33
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	3,80	1,16	1,55
7. Смесь микроудобрений и ТМТД	4,11	1,37	1,42
8. Экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД	4,26	1,34	1,41
9. Гумат калия и ТМТД	3,84	1,28	1,66
10. Борогум М	3,78	1,18	1,55
НСР ₀₅	0,14	0,12	F _ф < F ₀₅

Относительно большему на 0,31–0,39 % содержанию азота в соломе льна масличного (таблица 37) способствовали варианты обработки семян перед посевом вытяжкой из пророщенных семян озимой ржи, ТМТД и Борогумом М по сравнению с содержанием азота в соломе контрольных вариантов при НСР₀₅ – 0,16 %.

Таблица 37 – Содержание азота, фосфора и калия в соломе при предпосевной обработке семян, % на сухое вещество (среднее за 2012–2014 гг.)

Предпосевная обработка семян	Азот	Фосфор	Калий
1. Без обработки (контроль)	0,76	0,19	1,25
2. Вода (контроль)	0,77	0,20	1,31
3. Экстракт из проростков озимой ржи	1,15	0,24	1,74
4. Гумат калия	0,76	0,34	1,80
5. ТМТД	0,88	0,34	1,64
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	0,92	0,38	1,69
7. Смесь микроудобрений и ТМТД	0,92	0,31	1,82
8. Экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД	0,89	0,34	1,55
9. Гумат калия и ТМТД	1,08	0,42	1,98
10. Борогум М	1,14	0,32	1,56
НСР ₀₅	0,16	0,02	0,39

Содержание фосфора в соломе льна масличного по вариантам опыта изменялось в пределах 0,19–0,42 %. При воздействии перед

посевом на семена льна масличного ВНИИМК 620 биологическими препаратами, фунгицидом и микроудобрениями выявлено увеличения на 0,04–0,23 % содержания фосфора в соломе, чем его содержание в вариантах без обработки и обработка семян водой ($НСП_{05}$ – 0,02 %). Содержание калия в соломе льна масличного составило 1,25–1,98 %.

Варианты обработки семян перед посевом вытяжкой из проростков озимой ржи, гуматом калия, смесью микроудобрений совместно с ТМТД, гуматом калия совместно с ТМТД повышали на 0,43–0,73 % содержание калия в соломе льна масличного, по отношению к содержанию калия в соломе в вариантах контроля при $НСП_{05}$ – 0,39 %.

4.2.4. Вынос азота, фосфора и калия с льнопродукцией

На основании данных химического состава основной продукции (семян) и побочной (соломы) при предпосевной обработке семян и урожайности семян и соломы был рассчитан вынос питательных веществ (таблица 38). Полученные данные свидетельствуют о том, что лен масличный при разной предпосевной обработке семян отличается относительно высоким выносом азота с урожаем семян (47,3–65,1 кг/га), меньшим фосфора (15,8–21,4 кг/га) и калия (17,7–26,0 кг/га). Относительно наименьший вынос азота, фосфора и калия с урожаем семян установили в контрольных вариантах без обработки и обработка семян водой – 47,3–47,9 кг/га, 15,8–16,6 кг/га и 17,7–17,8 кг/га соответственно. Вынос азота, фосфора и калия с урожаем соломы льна масличного по вариантам опыта происходил аналогично выносу макроэлементов с урожаем семян. Меньший на 2,7–7,1 кг/га, 0,4–3,9 кг/га и 5,6–14,9 кг/га вынос азота, фосфора и калия соответственно с урожаем соломы был отмечен в вариантах без предпосевной обработки семян и смачивание их водой по отношению к выносу основных элементов питания (N , P_2O_5 , K_2O) с урожаем соломы в остальных исследуемых вариантах опыта ($НСП_{05}$ – 1,8, 0,3 и 4,8 % соответственно).

Таблица 38 – Вынос азота, фосфора и калия с урожаем льнопродукции при предпосевной обработке семян (среднее за 2012–2014 гг.)

Предпосевная обработка семян	Семена, кг/га			Солома, кг/га			На 1 т семян с соответствующим количеством соломы, кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без обработки (контроль)	47,9	16,6	17,7	11,0	3,0	18,1	32,9	10,8	20,1
2. Вода (контроль)	47,3	15,8	17,8	11,3	3,2	19,2	32,3	10,5	20,4
3. Экстракт из проростков озимой ржи	55,1	16,4	21,4	17,4	3,6	26,3	38,9	10,7	25,6
4. Гумат калия	53,9	19,0	20,4	10,9	4,8	25,6	36,8	13,5	26,1
5. ТМТД	61,8	21,4	20,4	14,0	5,4	26,5	38,3	13,6	23,6
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	57,4	17,5	23,4	14,8	6,1	27,2	36,4	11,9	25,4
7. Смесь микроудобрений и ТМТД	63,8	21,3	22,0	14,5	4,9	28,9	40,0	13,4	26,0
8. Экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД	65,1	20,5	21,5	15,0	5,7	25,9	38,7	12,6	22,9
9. Гумат калия и ТМТД	60,1	20,1	26,0	18,0	6,9	33,0	38,0	13,1	28,7
10. Борогум М	54,2	16,9	22,2	18,1	5,1	24,8	36,7	11,2	23,9
Среднее	56,7	18,6	21,3	14,5	4,9	25,6	36,9	12,1	24,3
НСР ₀₅	2,0	1,4	2,4	1,8	0,3	4,8	1,8	0,9	2,6

Таким образом, по данным проведённых исследований установлено, что в среднем по вариантам опыта на формирование 1 т семян с соответствующим количеством соломы лен масличный выносит 36,9 кг азота, 12,1 кг фосфора и 24,3 кг калия.

4.2.5. Посевные качества семян после их предпосевной обработки

За 2012–2014 гг. исследований выявлено, что после предпосевной обработки семян льна масличного выявлено повышение энергии прорастания семян с 93 до 98 %, лабораторной всхожести – с 94 до 99 % (таблица 39).

Таблица 39 – **Посевные качества семян после проведения их предпосевной обработки** (среднее за 2012–2014 гг.)

Предпосевная обработка семян	Энергия прорастания семян, %	Лабораторная всхожесть семян, %
1. Без обработки (контроль)	93	94
2. Вода (контроль)	93	94
3. Экстракт из проростков озимой ржи	98	99
4. Гумат калия	98	99
5. ТМТД	93	96
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	97	98
7. Смесь микроудобрений и ТМТД	96	97
8. Экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД	97	98
9. Гумат калия и ТМТД	96	98
10. Борогум М	98	98
НСР ₀₅	2	1

Наименьшую энергию прорастания семян 93 % наблюдали в варианте без предпосевной обработки, обработки их водой и обработки ТМТД, что на 3–5 % меньше, чем энергия прорастания семян в остальных изучаемых вариантах опыта при НСР₀₅ – 2 %. Существенное увеличение на 3–5 % лабораторной всхожести семян после проведения их предпосевной обработки выявлено при воздействии на семена биологическими препаратами, фунгицидом и микроудобрениями относительно лабораторной всхожести семян в контрольных вариантах (НСР₀₅ – 1 %).

4.2.6. Посевные качества семян в урожае

При предпосевной обработке семян выявлено существенное изменение энергии прорастания и лабораторной всхожести семян в урожае (таблица 40). В среднем по вариантам опыта сформировались семена с энергией прорастания 91–94 %, лабораторной всхожестью – 94–96 %. Экстракт из проростков озимой ржи, фунгицид ТМТД и смесь микроудобрений в качестве обработки семян льна масличного перед посевом позволили увеличить на 2–3 % энергию прорастания семян в урожае, в сравнении с аналогичным показателем в вариантах контроля при НСР₀₅ – 2 %. В вариантах с биологическими препаратами, фунгицидом и микроудобрениями сформиро-

ровалась семена с более высокой на 1–2 % лабораторной всхожестью в сравнении с данным показателем в контрольных вариантах ($HCp_{05} - 1\%$).

Таблица 40 – Посевные качества семян в урожае при их предпосевной обработке (среднее за 2012–2014 гг.)

Предпосевная обработка семян	Энергия прорастания семян, %	Лабораторная всхожесть семян, %
1. Без обработки (контроль)	91	94
2. Вода (контроль)	91	94
3. Экстракт из проростков озимой ржи	94	96
4. Гумат калия	92	96
5. ТМТД	93	96
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	94	96
7. Смесь микроудобрений и ТМТД	92	95
8. Экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД	92	95
9. Гумат калия и ТМТД	92	96
10. Борогум М	92	95
HCp_{05}	2	1

Таким образом, на основании проведенных исследований в 2012–2014 гг. выявлено, что во всех вариантах с предпосевной обработкой семян льна масличного ВНИИМК 620 отмечено повышение урожайности семян на 16–31 г/м², соломы – на 16–28 г/м², за счёт того, что полевая всхожесть семян возрастала на 1–5 %, густота стояния растений перед уборкой – на 35–58 шт./м², продуктивность соцветия – на 0,02–0,04 г, при сборе масла с урожаем семян – 555–672 кг с 1 га. В среднем по вариантам опыта на формирование 1 т семян с соответствующим количеством соломы лён масличный выносит 36,9 кг азота, 12,1 кг фосфора и 24,3 кг калия. Существенное увеличение на 3–5 % лабораторной всхожести семян после проведения их предпосевной обработки выявлено при воздействии на семена биологическими препаратами, фунгицидом и микроудобрениями, относительно лабораторной всхожести семян в контрольных вариантах.

5. РЕАКЦИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ВНИИМК 620 НА СРОКИ ПОСЕВА

5.1. Урожайность и обоснование её структурой

Реакция льна масличного ВНИИМК 620 за 2012–2014 гг. исследований на сроки посева проявилась формированием урожайности семян 10,3–13,6 ц/га (таблица 41). В условиях 2012 г. существенное снижение на 2,0 ц/га (14,3 %) урожайности семян льна масличного наблюдали при посеве через 10 суток от возможно раннего срока посева относительно данного показателя в контрольном варианте при НСР₀₅ – 0,8 ц/га. При посеве через 5 суток и 7 суток от возможно раннего срока посева существенных отличий с контрольным вариантом по урожайности семян не выявлено.

Реакция льна масличного на сроки посева в стрессовых условиях 2013 г. выразилась формированием урожайности семян в среднем по вариантам опыта – 6,7 ц/га. При отклонении срока посева на 7 и 10 суток от возможно раннего урожайность семян снижалась на 0,5–2,7 ц/га, по отношению к данному показателю, полученному в возможно ранний срок посева при НСР₀₅ – 0,5 ц/га. Оттягивание срока посева на 5 суток от возможно раннего обеспечило урожайность семян на одном уровне с контрольным вариантом.

В 2014 г. в вариантах со сроком посева через 7 и 10 суток от возможно раннего снижалась на 1,6–5,2 ц/га (8,3–26,9 %) урожайность семян, в сравнении с урожайностью семян при возможно раннем сроке посева. Вариант с задержкой посева на 5 суток от возможно раннего по урожайности семян не уступал контрольному варианту (НСР₀₅ – 1,3 ц/га).

В среднем 2012–2014 гг. исследований урожайность семян, полученная в варианте с возможно ранним сроком посева – 13,6 ц/га и при запаздывании с посевом на 5 суток (13,4 ц/га) не имела значимых различий между собой и превышала на 0,8–3,3 ц/га (5,9–24,6 %) урожайность семян, полученную в вариантах с остальными изучаемыми сроками посева (НСР₀₅ – 0,5 ц/га).

В 2012 г. с запаздыванием посева на 7 и 10 суток от возможно раннего происходило снижение урожайности соломы на 2,1–4,7 ц/га (6,7–15,4 %) при НСР₀₅ – 1,3 ц/га (таблица 41). При посеве через 5 суток от возможно раннего срока сформировалась урожайность соломы на уровне её урожайности в варианте, где посев был проведён в самый ранний срок.

Таблица 41 – Урожайность семян при разных сроках посева, ц/га

Срок посева	Год			Среднее
	2012	2013	2014	
Семена				
Возможно ранний (к)	14,0	7,4	19,3	13,6
Через 5 суток	13,5	7,8	19,0	13,4
Через 7 суток	13,3	6,9	17,7	12,6
Через 10 суток	12,0	4,7	14,1	10,3
Среднее	13,2	6,7	17,5	12,5
НСР ₀₅	0,8	0,5	1,3	0,5
Солома				
Возможно ранний (к)	30,5	12,3	24,0	22,3
Через 5 суток	30,1	9,1	28,0	22,4
Через 7 суток	28,4	7,2	35,0	23,5
Через 10 суток	25,8	10,0	34,3	23,4
Среднее	28,7	9,6	30,3	22,9
НСР ₀₅	1,3	0,6	2,4	1,0

В 2013 г. наибольшая урожайность соломы (12,3 ц/га) получена при посеве в возможно ранний срок. Любое отклонение срока посева от возможно раннего приводило к снижению на 2,3–5,1 ц/га (18,7–41,5 %) урожайности соломы относительно урожайности соломы в контрольном варианте при НСР₀₅ – 0,6 ц/га.

В абиотических условиях 2014 г. запаздывание со сроком посева на 5, 7 и 10 суток способствовало формированию большей на 4,0–11,0 ц/га урожайности соломы по отношению к урожайности соломы, полученной в контрольном варианте (НСР₀₅ – 2,4 ц/га).

В среднем 3-х летние исследования выявили, что вариант с посевом через 5 суток от возможно раннего по урожайности соломы не уступал возможно раннему сроку посеву. Посев семян на 7 и 10 сутки от возможно раннего значительно увеличивал на

1,1–1,2 ц/га урожайность соломы, по отношению к данному показателю при посеве в возможно ранний срок.

Различию урожайности семян и соломы льна масличного по вариантам опыта с разными сроками посева способствовали изменения элементов её структуры (таблица 42). При посеве в разные сроки создавались различные условия для прорастания семян и этим обусловлена неодинаковая полевая всхожесть семян. В 2012 г. полевая всхожесть семян существенно снижалась на 7–9 % в вариантах с посевом на 7 и 10 сутки от возможно раннего (НСР₀₅ – 6 %). В 2013 г. возможно ранний срок посева способствовал получению наибольшей полевой всхожести семян (74 %). При любом запаздывании со сроком посева полевая всхожесть семян была меньше на 3–10 %, чем аналогичный показатель в контрольном варианте (НСР₀₅ – 3 %). В 2014 г. на следующий день после возможно раннего срока посева прошел сильный дождь ливневого характера, вследствие чего образовалась почвенная корка, повлиявшая на полевую всхожесть семян. В связи с чем при посеве на 5 и 7 сутки от возможно раннего срока полевая всхожесть семян существенно увеличивалась на 3–5 %, по сравнению с аналогичным показателем в контрольном варианте (НСР₀₅ – 2 %). Полевая всхожесть семян в варианте со сроком посева на 10 сутки от возможно раннего снижалась на 2 % относительно данного показателя при самом раннем сроке.

Таблица 42 – Элементы структуры урожайности семян при разных сроках посева

Срок посева семян	Полевая всхожесть семян, %				Выживаемость растений за вегетацию, % (средняя за 2012–2014 гг.)
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	средняя за 2012–2014 гг.	
Возможно ранний (к)	71	74	62	69	81
Через 5 суток	68	71	65	68	80
Через 7 суток	64	65	67	65	79
Через 10 суток	62	64	59	62	75
НСР ₀₅	6	3	2	2	3

Усредненные данные 3-летних исследований показали, что посев семян льна масличного на 7 и 10 сутки от возможно раннего способствовал снижению полевой всхожести семян на 4–7 % ($НСП_{05} - 2\%$) и на 3–6 % выживаемости растений за вегетационный период ($НСП_{05} - 3\%$), по сравнению с аналогичными показателями, сформировавшимися в возможно ранний срок посева.

В 2012 и 2013 гг. во всех изучаемых вариантах опыта со сроками посева сформировалась меньшая на 28–112 шт./м² ($НСП_{05} - 20$ шт./м²) и на 21–72 шт./м² ($НСП_{05} - 8$ шт./м²) соответственно густота стояния растений перед уборкой (таблица 43), относительно густоты растений в варианте с контрольным сроком посева.

Таблица 43 – Густота стояния растений к уборке при разных сроках посева, шт./м²

Срок посева семян	Год			Средняя за 2012–2014 гг.
	2012	2013	2014	
Возможно ранний (контроль)	464	434	438	445
Через 5 суток	436	413	458	436
Через 7 суток	409	381	456	415
Через 10 суток	352	362	396	370
$НСП_{05}$	20	8	23	12

В 2014 г. густота стояния растений перед уборкой существенно снижалась на 42 шт./м² только при посеве на 10 сутки от возможно раннего срока по отношению к данному показателю контрольного варианта ($НСП_{05} - 23$ шт./м²).

В среднем за годы исследований в вариантах с посевом на 7 и 10 сутки от возможно раннего происходило снижение на 30–75 шт./м² растений к уборке относительно густоты стояния растений в возможно ранний срок посева при $НСП_{05} - 12$ шт./м², что обусловило меньшую на 1,0–3,3 ц/га урожайность семян в этих вариантах. Понижение на 7,4–24,3 % урожайности семян в варианте с посевом на 7 и 10 сутки от возможно раннего сопровождалось формированием растений с меньшим на 1,1–2,0 шт. коробочек ($НСП_{05} - 0,6$ шт.), на 1,5–4,6 шт. семян ($НСП_{05} - 1,2$ шт.) и на 0,01–0,03 г их массой ($НСП_{05} - 0,01$ г). Показатели продуктивности соцветия в

возможно ранний срок посева и через 5 суток от него существенно не отличались по данным вариантам, поэтому была получена одинаковая урожайность (таблица 44). Значимых различий по массе 1000 семян между изучаемыми вариантами опыта не выявлено. Прибавка 1,1–1,2 ц/га (4,9–5,4 %) урожайности соломы в вариантах с посевом на 7 и 10 сутки от возможно раннего обусловлена большей на 0,05–0,13 г массы 1 растения при НСР₀₅ – 0,02 г.

Таблица 44 – Продуктивность соцветия при разных сроках посева (среднее за 2012–2014 гг.)

Срок посева семян	На растении, шт.		Масса семян растения, г	Масса 1000 семян, г	Масса растения, г
	коробочек	семян			
Возможно ранний (контроль)	9,2	49,1	0,39	8,0	0,50
Через 5 суток	8,8	48,5	0,39	8,1	0,51
Через 7 суток	8,1	47,6	0,38	8,1	0,55
Через 10 суток	7,2	44,5	0,36	8,0	0,63
НСР ₀₅	0,6	1,2	0,01	F _ф <F ₀₅	0,02

Анализ морфологических показателей растений льна масличного в среднем за 2012–2014 гг. позволил установить, что при запаздывании со сроком посева сформировались растения с общей длиной стебля 37,5–40,9 см, технической – 21,8–25,7 см (таблица 45).

Таблица 45 – Показатели морфологического анализа растений при разных сроках посева (среднее за 2012–2014 гг.)

Срок посева семян	Длина стебля, см		Диаметр стебля, мм	Отношение урожайности семян к урожайности соломы
	общая	техническая		
Возможно ранний (контроль)	37,5	21,8	1,8	0,6
Через 5 суток	39,9	23,9	1,7	0,6
Через 7 суток	40,9	24,9	1,8	0,5
Через 10 суток	40,5	25,3	1,8	0,4
НСР ₀₅	1,2	1,5	0,1	0,1

Во всех исследуемых вариантах опыта со сроками посева увеличивалась на 2,4–3,4 см общая длина стебля (НСР₀₅ – 1,2 см) и на 2,1–3,5 см – техническая длина (НСР₀₅ – 1,5 см) в сравнении с аналогичными показателями в контрольном варианте. Снижение на

0,1 мм диаметра стебля отмечено при посеве на 5 сутки от возможно раннего срока по отношению к диаметру стебля в других изучаемых вариантах опыта при НСР₀₅ – 0,1 мм.

В вариантах с возможно ранним сроком посева и на 5 сутки от него было отмечено одинаковое отношение урожайности семян к урожайности соломы, которое составило 0,6, что на 0,1–0,2 больше, чем отношение урожайности семян к урожайности соломы в остальных изучаемых вариантах опыта при НСР₀₅ – 0,1.

Теснота и форма связи урожайности семян и соломы при разных сроках посева с отдельными элементами её структуры была установлена методом корреляционного анализа (таблицы 46 и 47), по результатам которого выявлена положительная сильная корреляционная связь урожайности семян с густотой стояния растений к уборке ($r=0,96$), с количеством семян ($r=0,95$) и коробочек ($r=0,95$) на растении, с массой семян с растения ($r=0,91$), с полевой всхожестью семян ($r=0,89$), с выживаемостью растений за вегетацию ($r=0,76$).

Таблица 46 – Коэффициенты корреляции и детерминации между урожайностью семян и элементами её структуры (среднее за 2012–2014 гг.)

Элемент структуры урожайности	r	s _r	d	t _r
Густота стояния растений к уборке	0,96*	0,03	0,91	31,00
Семян на растении	0,95*	0,03	0,91	30,50
Коробочек на растении	0,91*	0,04	0,83	20,87
Масса семян с растения	0,91*	0,04	0,83	21,03
Полевая всхожесть семян	0,89*	0,05	0,79	18,27
Выживаемость растений за вегетацию	0,76*	0,07	0,58	10,69

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

Выявлена положительная средняя корреляционная связь урожайности соломы с массой растения ($r=0,65$), с общей ($r=0,63$) и с технической ($r=0,66$) длиной стебля.

Таблица 47 – Коэффициенты корреляции и детерминации между урожайностью соломы и элементами её структуры (среднее за 2012–2014 гг.)

Элемент структуры урожайности	r	s _r	d	t _r
Масса растения	0,65*	0,09	0,43	7,52
Общая длина стебля	0,63*	0,09	0,40	7,01
Техническая длина стебля	0,66*	0,09	0,43	7,66

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

На основе полученных результатов по выявлению реакции льна масличного ВНИИМК 620 на срок посева семян был проведён двухфакторный дисперсионный анализ, который позволил установить, что абиотические условия на изменение урожайности семян льна масличного влияли на 89,0 %, при этом срок посева семян оказал значительно меньшее влияние на формирование их урожайности – на 7,9 % (таблица 48).

Таблица 48 – Доля влияния срока посева и абиотических условий на урожайность семян, %

Срок посева семян (А)	Год (В)	Сочетание (А х В)	Случайные факторы
7,9*	89,0*	1,4*	1,7

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

Таким образом, лён масличный ВНИИМК 620 положительно отреагировал на возможно ранний срок посева и через 5 суток от него, сформировав наибольшую урожайность семян – 13,3–12,9 ц/га. Прибавка урожайности сопровождалась большей на 4–15 % полевой всхожестью семян, на 30–75 шт./м² густотой стояния растений перед уборкой, на 0,02–0,06 г продуктивностью соцветия и на 2,4–7,8 шт. семян на растении, чем аналогичные показатели при запаздывании с посевом на 7 и 10 суток от возможно раннего.

5.2. Сопутствующие наблюдения и исследования

5.2.1. Прирост сухого вещества надземной биомассы

Абсолютно сухая биомасса растений льна масличного накапливалась во время всего периода вегетации до наступления фазы жёлтой спелости. В среднем за 2012–2014 гг. исследований по вариантам опыта абсолютно сухая биомасса растений льна масличного в фазе жёлтой спелости составила 464 г/м², превышающая на 84 г/м² (18 %) сбор сухого вещества в фазе зелёной спелости (таблица 49).

Таблица 49 – **Накопление надземной биомассы по фазам вегетации льна масличного при разных сроках посева, г/м² абсолютно сухого вещества (среднее за 2012–2014 гг.)**

Срок посева семян	Фаза «ёлочка»	Бутонизация	Цветение	Зелёная спелость	Жёлтая спелость
Возможно ранний (контроль)	14	97	173	419	472
Через 5 суток	14	96	152	396	484
Через 7 суток	13	70	119	378	473
Через 10 суток	9	58	110	329	430
Среднее	12	80	138	380	464
НСР ₀₅	1	3	9	36	F _ф < F ₀₅

Возможно ранний срок посева льна масличного и через 5 суток от него обеспечивали возрастание сбора надземной биомассы в фазе «ёлочка» на 1–5 г/м² (НСР₀₅ – 1 г/м²), в фазе бутонизации на 26–39 г/м² (НСР₀₅ – 3 г/м²), чем аналогичные показатели в вариантах с посевом на 7 и 10 сутки от возможно раннего.

В целом, сбор абсолютно сухого вещества надземной биомассы растений льна масличного по вариантам опыта со сроками посева происходит аналогично изменению урожайности семян.

Так, в среднем за 2012–2014 гг. исследований в фазе зелёной спелости при возможно раннем сроке посева и через 5 суток от него сформировалась надземная биомасса растений на одном уровне – 396–419 г/м², что обуславливает одинаковую урожайность семян в этих вариантах опыта – 13,4–13,6 г/м². Остальные изучаемые варианты опыта – посев через 7 и 10 суток от возможно раннего снижали на 41–90 г/м² сбор сухой биомассы, сравнительно аналогичного показателя в варианте, где посев провели в возможно ранний срок (НСР₀₅ – 36 г/м²).

5.2.2. Фотосинтетическая деятельность растений

Формирование листовой поверхности в ходе роста и развития льна масличного по вариантам опыта происходило по-разному и зависело от сроков посева (таблица 50). Наибольшую площадь листьев лён масличный формировал в фазе цветения.

В вариантах, где посев провели в возможно ранний срок и на 5 сутки от него площадь листьев в фазе цветения была больше на 1,4–3,6 тыс. м²/га (9,3–23,1 %), по сравнению с площадью листовой поверхности в остальных вариантах (НСР₀₅ – 0,6 тыс. м²/га).

Таблица 50 – Площадь листьев по фазам вегетации льна масличного при разных сроках посева, тыс. м²/га (среднее за 2012–2014 гг.)

Срок посева семян	Фаза «ёлочка»	Бутонизация	Цветение	Зелёная спелость	Жёлтая спелость
Возможно ранний (контроль)	5,9	12,3	15,6	14,4	13,3
Через 5 суток	5,7	11,7	15,1	13,5	12,3
Через 7 суток	5,7	11,5	13,7	12,8	11,6
Через 10 суток	4,2	9,6	12,0	11,8	10,4
Среднее	5,4	11,3	14,1	13,1	11,9
НСР ₀₅	0,2	0,5	0,6	1,6	1,4

В фазе зелёной и жёлтой спелости льна масличного установлены аналогичные изменения площади листовой поверхности в пользу варианта с возможно ранним сроком посева и на 5 сутки от него.

В среднем за 2012–2014 гг. посев семян в возможно ранний срок и на 5 сутки от него способствовал повышению на 56–202 тыс. м² × сут./га фотосинтетического потенциала сравнительно аналогичного показателя при остальных изучаемых сроках посева при НСР₀₅ – 54 тыс. м² × сут./га (таблица 51). В изучаемых вариантах опыта сформировались посевы с чистой продуктивностью фотосинтеза за период вегетации (ЧПФ) 3,7–4,1 г/м² в сутки. Наибольшую ЧПФ – 4,1 г/м² в сутки – наблюдали при возможно раннем сроке посева (приложение Д.38). Остальные изучаемые сроки посева способствовали снижению на 0,2–0,4 г/м² в сутки чистой продуктивности фотосинтеза, в сравнении с чистой продуктивностью фотосинтеза при возможно раннем сроке посева при НСР₀₅ – 0,1 г/м² в сутки.

Таблица 51 – **Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза при разных сроках посева** (среднее за 2012–2014 гг.)

Срок посева семян	ФП, тыс. м² × сут./га	ЧПФ, г/м² в сутки
Возможно ранний (контроль)	930	4,1
Через 5 суток	900	3,9
Через 7 суток	844	3,7
Через 10 суток	728	3,8
НСР ₀₅	54	0,1

За все годы исследований при изучении разных сроков посева каждая единица фотосинтетического потенциала у льна масличного ВНИИМК 620 сформировала 1,41–1,50 кг семян за вегетацию (таблица 52). Сроки посева на данный показатель не оказали существенного влияния.

Таблица 52 – **Продуктивность одной тысячи единиц фотосинтетического потенциала при разных сроках посева, кг** (среднее за 2012–2014 гг.)

Срок посева семян	Продуктивность одной тысячи единиц ФП
Возможно ранний (контроль)	1,45
Через 5 суток	1,50
Через 7 суток	1,49
Через 10 суток	1,41
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_{05}$

Таким образом, при посеве в возможно ранний срок и на 5 сутки от него лён масличный в фазе цветения сформировал большую на 1,4–3,6 тыс. м²/га площадь листьев и на 56–202 тыс. м² х х сут./га фотосинтетический потенциал за вегетацию, чем аналогичные показатели в вариантах с запаздыванием срока посева на 7 и 10 суток от возможно раннего. Это обеспечило возрастание на 0,8–3,3 г/м² урожайности семян.

5.2.3. Содержание жира в семенах и сбор масла

Семена льна масличного при разных сроках посева в годы исследований имели содержание жира 35,2–47,5 % (таблица 53).

Таблица 53 – Массовая доля жира в семенах и сбор масла с урожаем семян при разных сроках посева

Срок посева семян	Массовая доля жира в семенах, %				Сбор масла, кг/га (средний за 2012–2014 гг.)
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	средняя за 2012–2014 гг.	
Возможно ранний (контроль)	47,5	43,3	45,4	45,4	685
Через 5 суток	46,9	42,2	45,8	41,8	625
Через 7 суток	44,9	35,9	43,3	43,5	570
Через 10 суток	43,6	35,2	43,4	41,8	462
Среднее	45,7	39,2	44,5	–	585
НСР ₀₅	–	–	–	$F_{\phi} < F_{05}$	98

В среднем по всем вариантам опыта относительно большее накопление жира в семенах наблюдали в абиотических условиях 2012 и 2014 гг., при этом массовая доля жира составила 45,7 и 44,5 % соответственно. В среднем по годам исследований установлено, что масличность семян, полученных в урожай от разных сроков посева, не имела значимых различий.

Таким образом, в среднем за 2012–2014 гг. исследований увеличение на 115–223 кг/га сбора масла с урожаем семян льна масличного выявлено в варианте с возможно ранним сроком посева относительно сбора масла с урожаем, полученном в вариантах с посевом на 7 и 10 сутки от возможно раннего при НСР₀₅ – 98 кг/га.

5.2.4. Содержание луба в соломе льна масличного

В среднем за 2012–2014 гг. технологический анализ льняной соломы показал, что содержание луба по вариантам опыта составило 15,0–16,5 % (таблица 54).

Таблица 54 – Содержание луба в соломе при разных сроках посева семян

Срок посева семян	Содержание луба, %
Возможно ранний (к)	15,5
Через 5 суток	16,5
Через 7 суток	16,3
Через 10 суток	15,0
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_{05}$

Значимых различий по содержанию луба в соломе между вариантами опыта с разными сроками посева не выявлено.

5.2.5. Водный и температурный режимы почвы

В каждый срок посева определяли влажность и температуру почвы для того, чтобы установить влияние данных показателей на урожайность (рисунок 2). В апреле 2012 г. среднесуточная температура воздуха была выше средне многолетних значений на 4,5 °С, что привело к быстрому созреванию почвы и способствовало началу посевных работ. Посев льна масличного в возможно ранний срок провели при влажности почвы 20,1 % и её температуре 7,0 °С. Посев через 5–10 суток от возможно раннего был проведен при относительно одинаковой влажности почвы 19,7–20,6 %. Температура почвы при более поздних сроках посева (через 7 и 10 суток от возможно раннего) была несколько выше на 5–8,7 °С, чем температура почвы в более ранние сроки посева. Это способствовало относительно более быстрому появлению всходов.

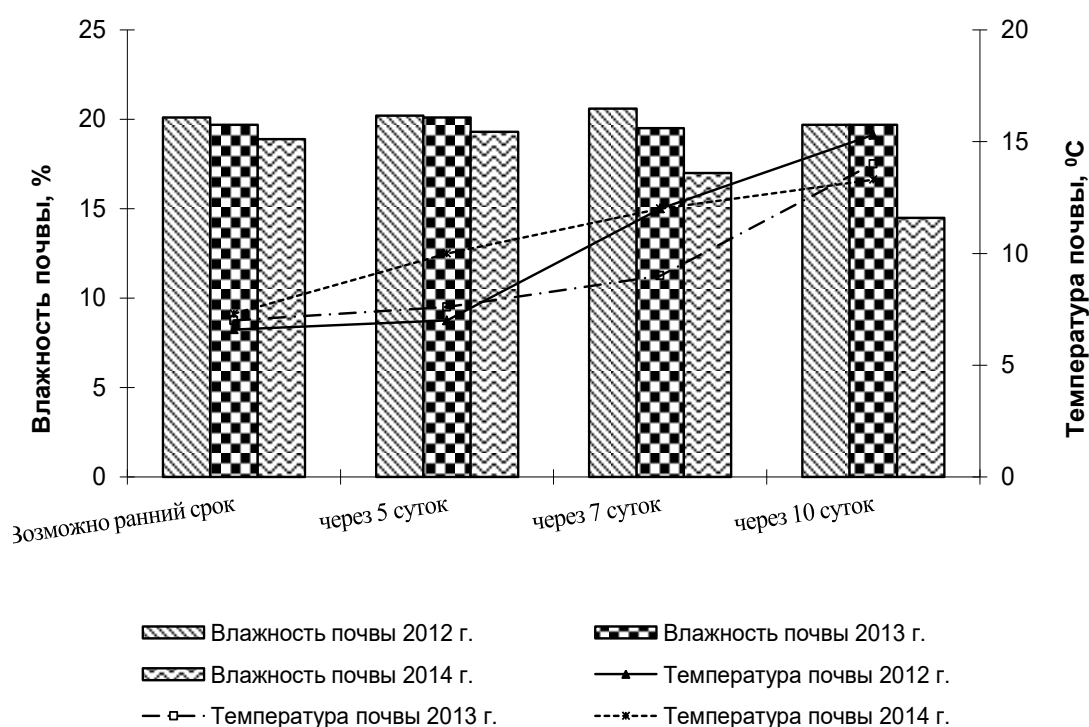


Рисунок 2 – Влажность и температура почвы в слое 0–10 см в период посев – всходы

Май 2013 г. характеризовался понижением температуры воздуха в первой декаде месяца и недостаточным количеством осадков (54 % от нормы). Возможно ранний срок посева проводили, когда температура в слое почвы 0–10 см составляла 7,3 °С, а её влажность – 20,1 %. При посеве в возможно ранний срок, через 5 и 7 суток от возможно раннего срока резких перепадов температуры почвы не установлено (7...9 °С). При самом позднем сроке посева (через 10 суток) температура почвы составила 14 °С, и на 5 °С превышала данный показатель в предыдущий срок. Влажность почвы при всех сроках посева находилась на относительно одинаковом уровне (19,5–20,1 %).

В условиях 2014 г. относительно высокая влажность почвы 19,3 %, сложившаяся во время посева на 5 сутки от возможно раннего срока, связана с избыточным количеством атмосферных осадков, выпавших в данный период. При более поздних сроках посева (через 7 и 10 суток от возможно раннего) происходило снижение влажности почвы с 14,5 % до 17,0 %, чему способствовала ежесуточное повышение температуры и длительное отсутствие осадков.

Таким образом, посев в возможно ранний срок и через 5 суток от него способствовал получению наибольшей урожайности семян (13,4–13,6 г/м²) при относительно невысокой температуре почвы (6,6...7,5 °С) и её влажности (19,5–19,8 %) во время посева.

5.2.6. Повреждённость льна масличного льняными блошками

Наиболее распространённым опасным вредителем льна масличного является льняная блошка. Вредоносность возрастает в сухую тёплую погоду, на поздних посевах, при совпадении сроков появления всходов льна и выхода насекомого из мест зимовки. При отсутствии мер защиты не исключается полное уничтожение всходов [Перспективная..., 2010].

В 2013 и 2014 гг. растения в вариантах, где посев провели через 5, 7 и 10 суток от возможно раннего, сильнее повреждались льняными блошками. В варианте – посев через 5 суток от возможно

раннего – их количество составило соответственно 188 и 162 шт./м², через 7 суток – 170 и 160 шт./м² и через 10 суток – 214 и 184 шт./м², при экономическом пороге вредоносности 20 шт./м² (рисунок 3). При этом в оба года исследований при любом отклонении срока посева от возможно раннего выявлено снижение густоты стояния растений к уборке: в 2013 г. с 434 до 362 шт./м², в 2014 г. – с 459 до 374 шт./м².

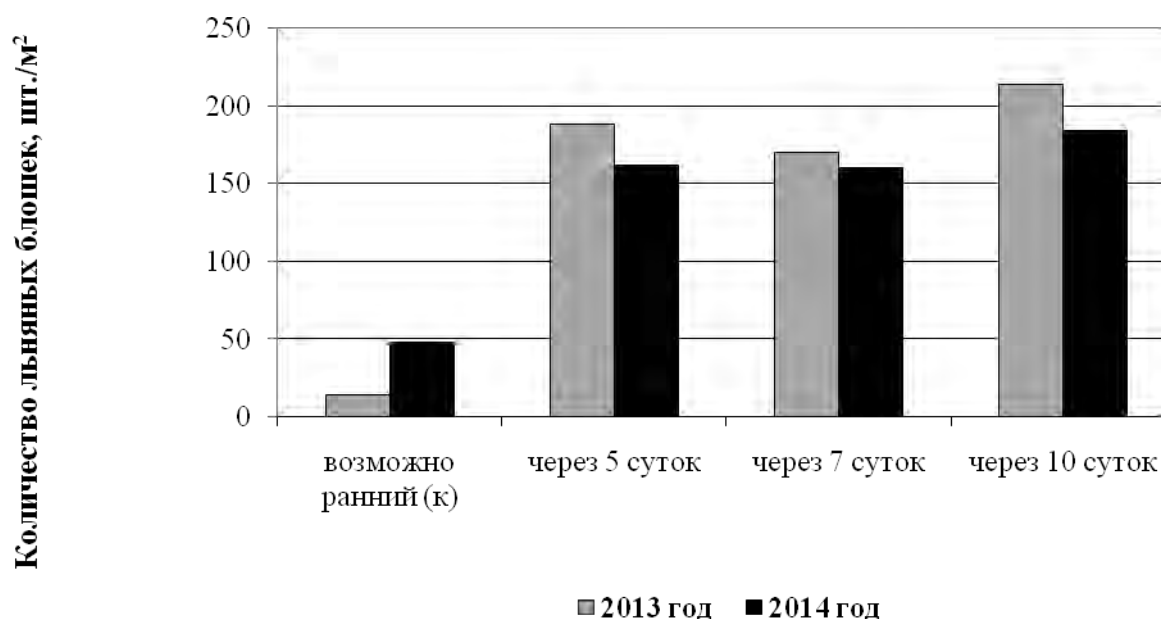


Рисунок 3 – Заселённость растений льна масличного льняными блошками, шт./м² (2013, 2014 гг.)

Посевы средних и поздних сроков относительно сильно повреждались льняной блошкой, так как фаза всходов наступала при повышенной температуре +13...+16 °С, которая способствовала переселению льняной блошки на посевы льна масличного. Однако абиотические условия 2014 г. (тёплая погода и обилие осадков) способствовали появлению льняных блошек (48 шт./м²) также и при возможно раннем сроке посева.

Таким образом, посевы поздних сроков сильнее повреждаются льняными блошками, чем посевы ранних сроков.

5.2.7. Распространённость фузариозного увядания льна масличного

В 2012–2014 гг. в вариантах опыта с разными сроками посева выявили единичную степень поражения растений льна масличного фузариозным увяданием, где распространённость заболевания составила 0,2–2,4 % (таблица 55) на растениях льна масличного по вариантам опыта составила 0,2–2,4 % (единичная степень поражения). При этом как по годам исследований, так и в среднем за 2012–2014 гг. наблюдали тенденцию увеличения распространённости фузариозного увядания при запаздывании со сроком посева льна масличного. В условиях 2012 г. при оттягивании посева на 5–10 суток от возможно раннего выявлено увеличение на 1,6–2,2 % распространённости фузариозного увядания по отношению к данному показателю, полученному при возможно раннем сроке посева (НСР₀₅ – 0,8 %). В абиотических условиях 2013 г. при посеве семян льна масличного на 7 и 10 сутки от возможно раннего срока распространённость фузариозного увядания была на 1,0–1,5 % выше, чем распространённость данной болезни при более ранних сроках посева, при НСР₀₅ – 1,0 %.

Таблица 55 – Распространённость фузариозного увядания льна масличного при разных сроках посева, %

Срок посева семян	Распространенность			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	средняя за 2012–2014 гг.
Возможно ранний (контроль)	0,2	0,9	0,4	0,5
Через 5 суток	2,1	1,0	0,8	1,3
Через 7 суток	1,8	2,0	0,8	1,5
Через 10 суток	2,4	2,4	1,0	2,0
НСР ₀₅	0,8	1,0	0,3	0,4

В 2014 г. возростание на 0,4–0,6 % распространённости фузариоза наблюдали на растениях льна масличного, полученных при отклонении срока посева от возможно раннего, в сравнении с распространённостью фузариозного увядания в возможно ранний посев (НСР₀₅ – 0,4 %).

Таким образом, в среднем за 2012–2014 гг. исследований установлено, что растения в варианте с возможно ранним сроком посева относительно меньше подвергались (0,5 %) фузариозному увяданию. Распространённость болезни в этих посевах на 0,8–1,5 % ниже, чем данный показатель в посевах, проведённых с запаздыванием, при НСР₀₅ – 0,4 %.

5.2.8. Продолжительность межфазных периодов

В среднем за 2012–2014 гг. по срокам посева продолжительность вегетационного периода (посев – жёлтая спелость) льна масличного ВНИИМК 620 составила 96–98 суток (рисунок 4). По результатам проведённых исследований выявлено, что продолжительность вегетационного периода льна масличного была тем продолжительнее, чем позже был срок посева.

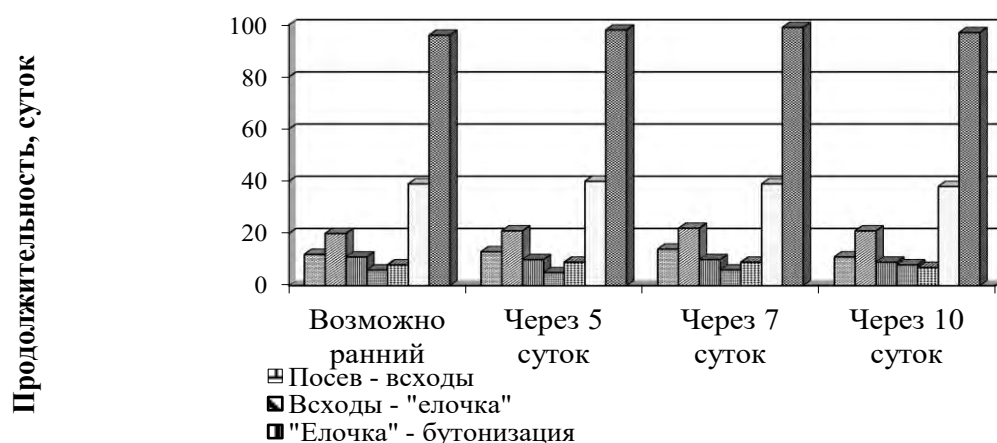


Рисунок 4 – Продолжительность периодов развития льна масличного ВНИИМК 620 в зависимости от сроков посева (среднее за 2012–2014 гг.)

Период посев – всходы в варианте с последним изучаемым сроком посева проходит при относительно высоких температурах, поэтому всходы появились на 1 сутки раньше, чем в варианте с посевом в возможно ранний срок. Продолжительность периода всходы – «ёлочка» при посеве в возможно ранний срок составляла 20 суток, а при остальных изучаемых сроках посева увеличивалась

на 1–2 сутки. Период зелёной спелости – наступление созревания варьировал от 38 до 40 суток в зависимости от срока посева льна масличного. При возможно раннем сроке посева продолжительность периода посев – жёлтая спелость составила 96 суток. При более поздних сроках посева период вегетации увеличивался на 1–3 сутки. Наибольший период вегетации 99 суток отмечен в варианте с посевом на 7 сутки от возможно раннего срока.

5.2.9. Засорённость посевов

Исследования по изучению сроков посева льна масличного ВНИИМК 620 позволили установить, что сорный компонент агрофитоценоза был представлен следующими малолетними сорняками: василёк синий, подмаренник цепкий, фиалка полевая, горец вьюнковый, трёхреберник непахучий. Из многолетних сорняков отмечены: осот полевой, осот жёлтый, одуванчик лекарственный. До обработки гербицидами в посевах льна масличного ВНИИМК 620 отмечали наибольшее количество малолетних сорняков в 2012 г. – 287–497 шт./м², в 2013 г. – 309–525 шт./м², в 2014 г. – 316–521 шт./м². В среднем за 2012–2014 гг. количество малолетних сорняков составило 371–460 шт./м², многолетних – 19–25 шт./м² (таблица 56).

Таблица 56 – Количество сорняков в посевах льна масличного ВНИИМК 620 до обработки гербицидами при разных сроках посева, шт./м² (среднее за 2012–2014 гг.)

Срок посева семян	Сорняки	
	малолетние сорняки	многолетние сорняки
Возможно ранний (контроль)	371	20
Через 5 суток	456	25
Через 7 суток	460	19
Через 10 суток	372	22
НСР ₀₅	22	F _ф < F _т

Посев льна масличного в возможно ранний срок и через 10 суток от него способствовал формированию наименьшего количества малолетних сорняков – 371–372 шт./м², что на 84–89 шт./м²,

или на 23–24 %, меньше, чем их количество при остальных изучаемых сроках посева ($НСР_{05} = 22 \text{ шт./м}^2$). Существенных различий количества многолетних сорняков на 1 м^2 по вариантам опыта не выявлено.

Сроки посева существенно не повлияли на количество малолетних сорняков на 1 м^2 в посевах льна масличного ВНИИМК 620 перед уборкой (таблица 57).

Таблица 57 – Засорённость посевов льна масличного сорняками перед уборкой при обработке гербицидами при разных сроках посева (среднее за 2012–2014 гг.)

Срок посева семян	Малолетние сорняки	Многолетние сорняки
Количество сорняков, шт./м ²		
Возможно ранний (контроль)	67	4
Через 5 суток	73	4
Через 7 суток	74	9
Через 10 суток	87	12
$НСР_{05}$	$F_{\phi} < F_T$	4
Абсолютно сухая масса, г/м ²		
Возможно ранний (контроль)	168,1	2,0
Через 5 суток	148,4	1,6
Через 7 суток	169,5	1,9
Через 10 суток	158,4	2,6
$НСР_{05}$	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$

В посевах, проведенных в возможно ранний срок и на 5 сутки от него после применения гербицида наблюдали снижение на 5–8 шт./м² многолетних сорняков сравнительно аналогичного показателя при более поздних сроках посева ($НСР_{05} = 4 \text{ шт./м}^2$). Между вариантами опыта не выявлено различий по абсолютно сухой массе малолетних и многолетних сорняков перед уборкой.

5.2.10. Химический состав семян и соломы

В ходе 3-летних исследований выявлено, что содержание азота фосфора и калия в полученной продукции льна масличного ВНИИМК 620 имело тенденцию снижения при запаздывании со сроком посева. Семена льна масличного содержали азота 3,39–3,58 %, фосфора – 1,47–1,97 % и калия – 1,32–1,43 % (табли-

ца 58). Значимых различий по содержанию азота и калия в семенах между вариантами опыта при разных сроках посева не выявлено.

Таблица 58 – Содержание азота, фосфора и калия в семенах при разных сроках посева семян, % на сухое вещество (среднее за 2012–2014 гг.)

Срок посева семян	Азот	Фосфор	Калий
Возможно ранний (контроль)	3,58	1,67	1,43
Через 5 суток	3,57	1,62	1,33
Через 7 суток	3,39	1,47	1,39
Через 10 суток	3,46	1,52	1,32
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_{05}$	0,07	$F_{\phi} < F_{05}$

Большее на 0,15–0,20 % накопление фосфора отмечено в семенах, полученных в варианте с возможно ранним сроком посева сравнительно аналогичных показателей в вариантах, где посев провели через 7 и 10 суток от него, при НСР₀₅–0,07 %.

Увеличение содержания азота в соломе льна масличного в контрольном варианте составило 0,07–0,09 % относительно содержания азота в соломе, полученной в остальных изучаемых сроках посева (таблица 59).

Таблица 59 – Содержание азота, фосфора и калия в соломе при разных сроках посева семян, % на сухое вещество (среднее за 2012–2014 гг.)

Срок посева семян	Азот	Фосфор	Калий
Возможно ранний (контроль)	0,53	0,36	1,94
Через 5 суток	0,46	0,36	1,83
Через 7 суток	0,44	0,35	1,73
Через 10 суток	0,46	0,31	1,86
НСР ₀₅	0,05	0,03	$F_{\phi} < F_{05}$

Содержание фосфора в соломе льна масличного, полученной при посеве в возможно ранний срок и на 5, 7 сутки от него имело преимущество на 0,04–0,05 % перед его содержанием в соломе в варианте с последним сроком посева (НСР₀₅ – 0,03 %).

Таким образом, семена льна масличного при посеве в вариантах в возможно ранний срок и в течение 5 суток от него содержали N 3,57–3,58 %, P₂O₅ – 1,62–1,67 % и K₂O – 1,33–1,43 %.

5.2.11. Вынос азота, фосфора и калия с льнопродукцией

Вынос основных макроэлементов (азот, фосфор и калий) с основной и побочной продукцией льна масличного рассчитали по вариантам опыта с разными сроками посева (таблица 60).

Таблица 60 – **Вынос азота, фосфора и калия с урожаем семян и соломы при разных сроках посева** (среднее за 2012–2014 гг.)

Срок посева семян	Семена, кг/га			Солома, кг/га			На 1 т семян с соответствующим количеством соломы, кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Возможно ранний (контроль)	42,7	20,0	17,1	9,5	6,5	34,9	22,2	16,7	23,4
Через 5 суток	42,1	19,1	15,8	8,3	6,5	33,2	21,7	15,6	21,8
Через 7 суток	37,6	16,3	15,4	8,3	6,6	32,9	18,8	13,5	20,6
Через 10 суток	31,2	13,7	12,0	8,7	5,9	35,3	15,9	11,0	20,2
Среднее	38,4	14,3	15,1	8,7	6,4	34,1	28,2	14,2	21,5
НСР ₀₅	3,3	0,9	1,3	F _ф < F ₀₅			1,8	0,9	1,4

В среднем по вариантам опыта за 2012–2014 гг. исследований лён масличный с урожаем семян и соломы выносит N–38,4 и 8,7 кг/га, P₂O₅–14,3 и 6,4 кг/га и K₂O–15,1 и 34,1 кг/га соответственно. При увеличении урожайности семян льна масличного при посеве в разные сроки наблюдали возрастание выноса азота, фосфора и калия. Так, возможно ранний срок и через 5 суток от него обусловили вынос азота с урожаем семян 42,1–42,7 кг/га, что на 4,5–11,5 кг/га соответственно больше, чем вынос азота с урожаем семян при запаздывании с посевом на 7 и 10 суток от возможно раннего при НСР₀₅ – 3,3 кг/га. Наиболее высокий вынос фосфора (20,0 кг/га) и калия (17,1 кг/га) с семенами льна масличного отмечали в варианте с возможно ранним сроком посева, что на 0,9–6,3 кг/га (НСР₀₅ – 0,9 кг/га) и на 1,3–5,1 кг/га (НСР₀₅ – 1,3 кг/га) соответственно выше, чем вынос фосфора и калия с урожаем семян при остальных изучаемых сроках посева.

Аналогично в пользу вариантов с возможно ранним сроком посева и на 5 сутки от него отмечено возрастание потребности в основных макроэлементах, необходимых для формирования 1 т ос-

новой продукции (семена) с учётом побочной (соломы). Таким образом, на 1 т семян и с соответствующим количеством соломы лен масличный ВНИИМК 620 выносил азота 28,2 кг, фосфора 14,2 кг и калия 21,5 кг.

5.2.12. Посевные качества семян в урожае

По результатам исследований за 2012–2014 гг. отмечено, что энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян в полученном урожае изменялась в зависимости от сроков посева (таблица 61). Наибольшая энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян (92 и 95 % соответственно) выявлены при оттягивании срока посева на 5 суток от возможно раннего.

Таблица 61 – Посевные качества семян в урожае при разных сроках посева, % (среднее за 2012–2014 гг.)

Срок посева семян	Энергия прорастания семян	Лабораторная всхожесть семян
Возможно ранний (контроль)	90	94
Через 5 суток	92	95
Через 7 суток	88	92
Через 10 суток	87	92
Среднее	89	93
НСР ₀₅	2	1

Вариант, где посев провели через 5 суток от возможно раннего, способствовал повышению энергии прорастания на 2–5 % и лабораторной всхожести семян на 1–3 %, в сравнении с данными показателями, полученными при возможно раннем и более поздних сроках посева. Посев льна масличного в возможно ранний срок способствовал формированию семян, имеющих энергию прорастания на 2–3 % (НСР₀₅ – 2 %) и лабораторную всхожесть семян – на 2 % (НСР₀₅ – 1 %) выше, относительно данных показателей у семян, полученных с запаздыванием посева на 7 и 10 суток от возможно раннего.

Таким образом, в первые два срока посева льна масличного ВНИИМК 620 увеличение на 0,8–3,3 ц/га (5,9–24,6 %) урожайности семян сопровождалось большей полевой всхожестью семян на

4–7 %, густотой стояния растений – на 30–75 шт./м², продуктивностью соцветия – на 0,01–0,03 г и их количества – на 1,5–4,6 шт., в сравнение с аналогичными показателями в вариантах с остальными изучаемыми сроками посева. Посев в возможно ранний срок и на 5 сутки от него способствовал формированию наибольшей листовой поверхности – 15,1–15,6 тыс. м²/га и возрастанию на 56–202 тыс. м² × сут./га фотосинтетического потенциала за вегетационный период в сравнении с данным показателем, полученным при более поздних сроках посева. При самом раннем сроке посева распространённость фузариозного увядания была на 0,8–1,5 % ниже, чем данный показатель в посевах, проведенных с запаздыванием. Установлено, что при разных сроках посева на 1 т семян с соответствующим количеством соломы лен масличный ВНИИМК 620 выносил азота 28,2 кг, фосфора 14,2 кг и калия 21,5 кг.

6. РЕАКЦИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ВНИИМК 620 НА СПОСОБЫ ПОСЕВА И НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН

6.1. Урожайность и обоснование её структурой

Трехлетние исследования выявили разную реакцию льна масличного ВНИИМК 620 на нормы высева и способы посева. Во все годы лён масличный положительно отреагировал на обычный рядовой посев (таблица 62) прибавкой урожайности семян 2,6 ц/га, или 21 %, в 2012 г (НСР₀₅ главного эффекта А – 0,5 ц/га), 1,3 ц/га, или 22 %, – в 2013 г. (НСР₀₅ главного эффекта А – 0,8 ц/га), 2,0 ц/га или 13,1 % – в 2014 г. (НСР₀₅ главного эффекта А – 0,7 ц/га).

Таблица 62 – Урожайность семян при разных способах посева и нормах высева, ц/га

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Средняя (А)	
	5	6	7	8 (контроль)	9	10		
2012 г.								
Обычный рядовой (контроль)	11,5	12,4	12,3	14,6	12,9	10,8	12,4	
Узкорядный	9,8	10,6	9,5	9,2	9,6	10,1	9,8	
Среднее (В)	10,7	11,5	10,9	11,9	11,2	10,4		
2013 г.								
Обычный рядовой (контроль)	5,5	6,0	6,2	6,8	5,9	4,9	5,9	
Узкорядный	5,6	5,4	4,4	4,5	3,7	3,6	4,6	
Среднее (В)	5,6	5,7	5,3	5,7	4,8	4,3		
2014 г.								
Обычный рядовой (контроль)	12,9	15,8	18,3	18,0	13,4	13,5	15,3	
Узкорядный	12,5	14,7	14,1	13,5	12,7	12,4	13,3	
Среднее (В)	12,7	15,3	16,2	15,8	13,1	13,0		
2012–2014 гг.								
Обычный рядовой (контроль)	10,0	11,4	12,3	13,1	10,8	9,7	11,2	
Узкорядный	9,3	10,3	9,3	9,1	8,7	8,7	9,2	
Среднее (В)	9,6	10,8	10,8	11,1	9,7	9,2		
НСР ₀₅	2012 г.		2013 г.		2014 г.		2012–2014 гг.	
	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.
А (способ)	1,3	0,5	2,0	0,8	1,8	0,7	1,4	0,6
В (норма)	0,7	0,5	0,8	0,5	1,0	0,7	0,5	0,4

В условиях 2012 г. обычный рядовой способ посева с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га способствовал формированию наибольшей урожайности семян 14,6 ц/га, или на 1,7–3,8 ц/га превышающей урожайность в вариантах с другими изучаемыми нормами высева ($НСР_{05}$ частных различий $B = 0,7$ ц/га). При узкорядном способе посева льна повышение на 0,8–1,4 ц/га урожайности семян выявлено при норме высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га относительно урожайности семян в вариантах с уплотнением посевов до 5, 7, 8 и 9 млн штук всхожих семян на 1 га.

В 2013 г. вариант с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га и обычным рядовым способом посева обеспечил прибавку урожайности 0,8–1,9 ц/га, по отношению к аналогичным показателям при нормах высева 5, 6, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га ($НСР_{05}$ частных различий $B = 0,8$ ц/га). Вариант с обычным рядовым способом посева и нормой высева 7 млн штук всхожих семян на 1 га по урожайности семян не уступал контрольному варианту. При посеве узкорядным способом прибавка урожайности 0,9–2,0 ц/га сформировалась при нормах высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га, в сравнении с урожайностью семян, полученной в вариантах с остальными изучаемыми нормами высева.

В условиях 2014 г. нормы высева 7 и 8 млн штук всхожих семян на 1 га при посеве обычным рядовым способом способствовали формированию наибольшей урожайности семян 18,0–18,3 ц/га, что на 2,2–5,4 ц/га (12,2–29,5 %) больше, чем урожайность семян при более разреженных и загущенных нормах высева ($НСР_{05}$ частных различий $B = 1,0$ ц/га). Варианты с нормами высева 5, 8, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га при узкорядном способе посева уступали на 1,2–2,3 ц/га по урожайности варианту с нормой высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га при этом же способе посева.

В результате трехлетних исследований (2012–2014 гг.) по урожайности семян превосходство на 2,0 ц/га (17,8 %) имел обычный рядовой способ посева при $НСР_{05}$ главного эффекта $A = 0,6$ ц/га. При посеве обычным рядовым способом с увеличением нормы высева от 5 до 8 млн штук всхожих семян на 1 га урожайность семян возраста-

ла с 10,0 до 13,1 ц/га. При этом урожайность, полученная в варианте с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га, превышала на 0,8–3,4 ц/га урожайность семян, в вариантах с другими изучаемыми нормами высева (HC_{P05} частных различий В – 0,5 ц/га). При узкорядном способе посева выявлена оптимальная норма высева – 6 млн штук всхожих семян на 1 га, при которой урожайность семян на 1,0–1,2 ц/га была больше, чем урожайность в вариантах с остальными изучаемыми нормами высева при узкорядном способе посева. Узкорядный способ посева с нормами высева 7, 8 и 9 млн штук всхожих семян на 1 га существенно уступал на 2,1–4,0 ц/га по урожайности семян обычному рядовому способу посева с аналогичными нормами высева (HC_{P05} частных различий А – 1,4 ц/га).

В 2012 г. лён масличный ВНИИМК 620 отреагировал на способы посева и нормы высева формированием урожайности соломы 17,1–30,3 ц/га (таблица 63).

Среди изучаемых способов посева льна масличного по урожайности соломы преимущество на 5,8 ц/га, или на 22,6 % имел обычный рядовой при HC_{P05} главного эффекта А – 2,5 ц/га. При уплотнении посевов от 5 до 10 млн штук всхожих семян на 1 га, независимо от способа посева выявлена тенденция к увеличению урожайности соломы с 18,8 до 26,0 ц/га. Посев обычным рядовым способом с нормой высева 10 млн штук всхожих семян на 1 га способствует существенному повышению на 3,9–9,9 ц/га урожайности соломы, сравнительно данного показателя при посеве с нормой 5, 6, 7 и 8 млн штук всхожих семян на 1 га (HC_{P05} частных различий В – 3,1 ц/га). Наибольшая урожайность соломы при узкорядном посеве с нормой высева 9 млн штук всхожих семян на 1 га составила 21,9 ц/га, что на 3,9–4,8 ц/га или 18,2–22,4 % больше урожайности соломы, чем в вариантах с нормами высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га. В уплотненных узкорядных посевах с нормами высева 8, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га получена одинаковая урожайность соломы 21,4–21,9 ц/га, которая на 3,4–4,8 ц/га превышала урожайность соломы в разреженных посевах с нормами высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га.

Таблица 63 – Урожайность соломы при разных способах посева и нормах высева, ц/га

Способ посева (А)	Норма высева млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)	
	5	6	7	8 (контроль)	9	10		
2012 г.								
Обычный рядовой (контроль)	20,4	24,3	24,0	26,4	28,1	30,3	25,6	
Узкорядный	17,1	18,0	19,0	21,4	21,9	21,7	19,8	
Среднее (В)	18,8	21,2	21,5	23,9	25,0	26,0		
2013 г.								
Обычный рядовой (контроль)	8,1	8,3	8,9	9,8	9,5	9,3	9,0	
Узкорядный	7,8	8,1	9,0	9,2	9,0	9,2	8,7	
Среднее (В)	8,0	8,2	8,9	9,5	9,3	9,2		
2014 г.								
Обычный рядовой (контроль)	20,0	18,4	21,4	22,1	21,0	21,6	20,7	
Узкорядный	18,4	18,3	17,8	17,8	18,2	20,3	18,5	
Среднее (В)	19,2	18,4	19,6	20,0	19,6	20,9		
2012 – 2014 гг.								
Обычный рядовой (контроль)	16,2	17,0	18,1	19,4	19,5	20,4	18,9	
Узкорядный	14,5	14,8	15,3	16,2	16,4	17,0	15,7	
Среднее (В)	15,4	15,9	16,7	17,8	17,9	18,7		
НСР ₀₅	2012 г.		2013 г.		2014 г.		2012-2014 гг.	
	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.
А (способ)	6,0	2,5	F _ф < F _т		2,5	1,0	2,2	0,9
В (норма)	3,1	2,2	1,3	1,0	F _ф < F _т		2,1	1,5

В условиях 2013 г. у льна масличного ВНИИМК 620 реакция на способы посева проявилась формированием одинаковой урожайности соломы 8,7–9,0 ц/га. Урожайность соломы при обычном рядовом посеве с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га возрасла на 1,5–1,7 ц/га по сравнению с урожайностью соломы в вариантах с заниженными нормами 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий В – 1,3 ц/га). Урожайность соломы снизилась на 1,4 ц/га при узкорядном посеве 5 млн штук всхожих семян на 1 га по отношению к аналогичному показателю в вариантах с нормами высева 8 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га.

В абиотических условиях 2014 г. вариант с обычным рядовым способом посева по урожайности соломы превысил на 2,2 ц/га (10,6 %) вариант с узкорядным способом (НСР₀₅ главного эффекта А – 1,0 ц/га).

Уплотнение посева с 7 до 9 млн штук всхожих семян на 1 га при обычном рядовом способе привело к возрастанию урожайности соломы на 2,8–4,3 ц/га, по отношению к данному показателю в вариантах с узкорядным способом посева и нормах 7, 8 и 9 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий А – 2,5 ц/га). Урожайность соломы в условиях этого года в вариантах с разными нормами высева не зависимо от способа посева не имела существенных различий.

В среднем за три года исследований лён масличный при обычном рядовом способе посева сформировал большую на 2,7 ц/га урожайность соломы, чем урожайность соломы в варианте с узкорядным способом посева при НСР₀₅ главного эффекта А – 0,9 ц/га. Урожайность соломы возрастала по мере уплотнения посевов с 5 до 10 млн штук всхожих семян на 1 га несмотря на способ посева. Прибавка урожайности соломы 2,3–4,2 ц/га в вариантах с обычным рядовым способом посева получена при повышенных нормах высева 8, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га, в сравнении с урожайностью соломы в вариантах с разреженными нормами высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий В – 2,1 ц/га). При узкорядном способе посева только в варианте с самой высокой нормой высева (10 млн штук) сформировалась прибавка урожайности соломы 2,2–2,5 ц/га (НСР₀₅ частных различий В – 2,1 ц/га), по сравнению с урожайностью соломы в вариантах с пониженными нормами высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га.

Различия в урожайности семян и соломы льна масличного по вариантам опыта обусловлены изменением её структурных элементов (таблица 64). В среднем за годы исследований несмотря на норму высева льна масличного при узкорядном способе посева снижалась на 3 % полевая всхожесть семян, на 4 % - выживаемость растений в течение вегетации и на 47 шт./м² густота стояния растений перед уборкой, в сравнении с аналогичными показателями при обычном рядовом посеве (НСР₀₅ главного эффекта А – 2 %, 1 %, 11 шт./м² соответственно). Этим обусловлено преимущество обычного рядового способа посева над узкорядным по урожайности семян и соломы. Обычный рядовой способ посева с нормами 5, 7 и

8 млн штук всхожих семян на 1 га способствовал получению относительно лучшей на 3–6 % их полевою всхожести, чем полевая всхожесть семян, полученная при нормах высева 6, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий В – 2 %). В более уплотненном посеве с нормой высева 10 млн штук всхожих семян на 1 га при узкорядном способе посева полевая всхожесть была на 4–10 % ниже, чем данный показатель в вариантах с нормами высева 5, 6, 7 и 8 млн штук всхожих семян на 1 га. Выживаемость растений за вегетационный период при обычном рядовом способе посева с нормами высева 7, 8, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га, существенно ниже на 5–9 %, в сравнении с выживаемостью растений при пониженных нормах высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий В – 3 %).

Наибольшей урожайности семян при обычном рядовом способе посева с нормой 8 млн штук всхожих семян на 1 га (13,1 ц/га), при узкорядном способе посева с нормой 6 млн штук всхожих семян на 1 га (10,3 ц/га) сопутствовала густота стояния растений к уборке 436 и 309 шт./м² соответственно. Снижение урожайности семян при узкорядном способе посева с нормами 7, 8, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га сопровождалось увеличением на 27–118 шт./м² растений к уборке. Убыли урожайности семян в вариантах с обычным рядовым способом посева и нормами высева 5, 6 и 7 млн штук всхожих семян на 1 га способствовала меньшая на 56–139 шт./м² густота стояния растений к уборке, с нормами высева 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га, большей на 23–45 шт./м² густотой стояния растений к уборке (НСР₀₅ частных различий В – 12 шт./м²).

Лён масличный ВНИИМК 620 по данным проведённых исследований по вариантам опыта имел отношение урожайности семян к урожайности соломы 0,5...0,7 : 1,0. Независимо от способа посева определено, что в загущённых посевах с нормами 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га наблюдается меньшая доля семян в соотношении урожайности семян и соломы относительно данного показателя при более разреженных нормах высева 6

и 7 млн штук всхожих семян на 1 га ($НСР_{05}$ частных различий $B - 0,1$).

Таблица 64 – Элементы структуры урожайности при разных способах посева и нормах высева (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)	
	5	6	7	8 (контроль)	9	10		
Полевая всхожесть семян, %								
Обычный рядо- вой (контроль)	67	64	66	67	62	61	64	
Узкорядный	66	63	65	60	57	56	61	
Среднее (В)	66	63	65	63	60	58		
Выживаемость растений за вегетацию, %								
Обычный рядо- вой (контроль)	89	88	83	82	82	80	84	
Узкорядный	86	83	75	77	78	79	80	
Среднее (В)	88	85	79	79	80	80		
Густота стояния растений к уборке, шт./м²								
Обычный рядо- вой (контроль)	297	336	380	436	459	481	398	
Узкорядный	281	309	336	361	393	427	351	
Среднее (В)	289	322	358	398	426	454		
Отношение урожайности семян к урожайности соломы								
Обычный рядо- вой (контроль)	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	
Узкорядный	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	
Среднее (В)	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5		
НСР ₀₅	всхожесть, %		выживаемость, %		растений, шт./м²		отношение	
	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.
А (способ)	4	2	2	1	27	11	F _φ < F ₀₅	
В (норма)	2	1	3	2	12	9	0,1	0,1

Формирование урожайности семян и соломы обусловлено изменением густоты стояния растений к уборке и показателей продуктивности растения (таблица 65). Прибавка урожайности семян 2,0 ц/га при обычном рядовом способе посева независимо от нормы высева получена при большей на 47 шт./м² густоте стояния растений к уборке ($НСР_{05}$ главного эффекта А – 11 шт./м²), при увеличении на 4,0 шт. семян ($НСР_{05}$ главного эффекта А – 1,2 шт.) и на 0,02 г их массы на растении ($НСР_{05}$ главного эффекта А – 0,01 г) относительно аналогичных показателей при узкорядном способе посева.

Таблица 65 – Продуктивность растения при разных способах посева и нормах высева (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)		Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Сред- нее (А)		
		5	6	7	8 (контроль)	9	10			
Коробочек на растении, шт.										
Обычный рядо- вой (контроль)		8,9	8,8	8,9	7,8	6,4	5,9	7,8		
Узкорядный		9,0	8,5	8,3	8,4	6,6	6,3	7,9		
Среднее (В)		9,0	8,7	8,6	8,1	6,5	6,1			
Семян на растении, шт.										
Обычный рядо- вой (контроль)		55,7	55,1	52,3	47,6	37,2	32,2	46,7		
Узкорядный		52,7	51,8	44,7	40,5	34,9	31,7	42,7		
Среднее (В)		54,2	53,5	48,5	44,0	36,1	32,0			
Масса семян растения, г										
Обычный рядо- вой (контроль)		0,44	0,44	0,42	0,39	0,30	0,26	0,37		
Узкорядный		0,42	0,42	0,36	0,33	0,28	0,26	0,35		
Среднее (В)		0,43	0,43	0,39	0,36	0,29	0,26			
Семян в коробочке, шт.										
Обычный рядо- вой (контроль)		6,2	6,2	5,8	6,1	6,1	5,4	6,0		
Узкорядный		6,0	6,0	5,2	4,7	5,2	4,9	5,3		
Среднее (В)		6,1	6,1	5,5	5,4	5,7	5,1			
Масса растения, г										
Обычный рядо- вой (контроль)		0,61	0,51	0,51	0,45	0,42	0,42	0,49		
Узкорядный		0,52	0,48	0,46	0,46	0,42	0,40	0,46		
Среднее (В)		0,57	0,50	0,49	0,45	0,42	0,41			
НСР ₀₅	коробочек, шт.		семян, шт.		масса семян, г		семян в ко- робочке, шт.		масса растения, г	
	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.
А	F _φ < F ₀₅		2,9	1,2	0,03	0,01	0,1	0,1	0,06	0,02
В	0,5	0,4	2,1	1,5	0,02	0,01	0,3	0,2	0,04	0,03

Нормы высева 5, 6 и 9 млн штук всхожих семян на 1 га при обычном рядовом посеве способствовали формированию 6,1–6,2 шт. семян в коробочке, что не отличается от числа семян в коробочке в варианте посева с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га, остальные нормы высева (7 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га) снизили на 0,3–0,8 шт. семян в коробочке, по отношению к аналогичному показателю в вариантах с нормами 5, 6, 8 и 9 млн штук всхожих семян на 1 га при НСР₀₅ частных различий В – 0,3 шт. Это способ-

ствовало увеличению урожайности семян в вариантах с данными нормами высева.

Возрастание урожайности соломы при обычном рядовом способе обусловлено большей на 0,03 г массой растения, по отношению к массе растения при узкорядном посеве (НСР₀₅ главного эффекта А – 0,02 г). Снижение урожайности семян на 1,0–1,6 ц/га при узкорядном способе посева с нормами высева 7, 8, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га сопровождалось меньшим на 7,1–20,1 шт. числом семян на растении (НСР₀₅ частных различий В – 2,1 шт.), на 0,06–0,16 г массой семян растения (НСР₀₅ частных различий В – 0,02 г), по отношению к аналогичным показателям в варианте с нормами высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га при этом же способе посева. При обычном рядовом способе посева варианты с нормами высева 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га сформировали растения с меньшим на 1,4–1,9 шт. коробочек (НСР₀₅ частных различий В – 0,5 шт.), на 10,4–15,4 шт. семян (НСР₀₅ частных различий В – 2,1 шт.), и на 0,09–0,13 г массой семян (НСР₀₅ частных различий В – 0,02 г) по отношению к данным показателям в контроле.

Обычный рядовой способ посева имел превосходство по коэффициенту размножения семян в 2012 г. на 23 %, в 2013 г. – на 22 %, в 2014 г. – на 11 %, в среднем за три года исследований – на 16 % над узкорядным посевом (таблица 66).

Таблица 66 – Масса 1000 семян и коэффициент размножения семян при разных способах посева и нормах высева (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Масса 1000 семян, г							
Обычный рядо- вой (контроль)	7,65	7,75	7,84	7,99	7,82	7,81	7,81
Узкорядный	7,95	8,02	7,91	7,88	7,78	8,03	7,93
Среднее (В)	7,80	7,89	7,88	7,93	7,80	7,92	
Коэффициент размножения семян							
Обычный рядо- вой (контроль)	24	23	21	20	14	12	19
Узкорядный	22	21	16	14	12	11	16
Среднее (В)	23	22	18	17	13	11	
НСР ₀₅	масса 1000 семян, шт.			коэффициент			
	част. разл.		глав. эф.	част. разл.		глав. эф.	
А (способ)	F _ф < F ₀₅			2		1	
В (норма)				1		1	

В среднем за 2012–2014 гг. наибольший коэффициент размножения семян при обычном рядовом (24) и узкорядном (22) способах посева наблюдали в варианте с нормой высева 5 млн штук всхожих семян на 1 га. Изучаемые варианты опыта по массе 1000 семян не имели существенных различий.

Способы посева не оказали существенного влияния не на один из показателей морфологического анализа растений льна масличного (таблица 67).

Таблица 67 – Показатели морфологического анализа растений при разных способах посева и нормах высева (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Общая длина стебля, см							
Обычный рядовой (контроль)	42	39	40	37	39	36	39
Узкорядный	38	40	38	39	39	36	38
Среднее (В)	40	40	39	38	39	36	
Техническая длина стебля, см							
Обычный рядовой (контроль)	23	23	22	21	24	22	22
Узкорядный	21	24	20	23	22	21	22
Среднее (В)	22	23	21	22	23	22	
Диаметр стебля, мм							
Обычный рядовой (контроль)	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,6
Узкорядный	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7
Среднее (В)	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
НСР ₀₅	общая длина, см		техническая длина, см		диаметр, мм		
	част. разл.	глав. эф.	част. разл.	глав. эф.	част. разл	глав.эф.	
А (способ)	F _ф < F ₀₅		F _ф < F ₀₅		F _ф < F ₀₅		
В (норма)	3	2			0,2	0,1	

Независимо от способа посева, наибольшая общая длина стебля 40,0 см сформировалась при разреженных нормах высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га, при этом превышение составило 4 см, относительно общей длины стебля, сформировавшейся при самой высокой норме высева (НСР₀₅ главного эффекта В – 3 см). В варианте с обычным рядовым способом посева и самой низкой нормой высева отмечено возрастание на 3–6 см общей длины стеб-

ля, относительно аналогичного показателя при нормах высева 6, 8, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га ($НСР_{05}$ частных различий $B - 3$ см). При самой низкой норме высева, несмотря на способы посева, сформировались растения с большим на 0,1 мм диаметром, по отношению к диаметру стебля при остальных исследуемых нормах высева ($НСР_{05}$ главного эффекта $B - 0,1$ мм).

При обычном рядовом посеве выявлена положительная средняя корреляция урожайности семян (таблица 68) с продуктивностью соцветия ($r=0,42$), с полевой всхожестью семян ($r=0,41$), с количеством коробочек на растении ($r=0,39$), с массой 1000 семян ($r=0,39$) и с их количеством на растении ($r=0,38$). При узкорядном способе посева установили наличие прямой сильной корреляционной связи урожайности семян с продуктивностью соцветия ($r=0,76$) и с количеством семян на растении ($r=0,73$), а также средней корреляционной связи – с количеством коробочек на растении ($r=0,62$), семян в коробочке ($r=0,62$), с полевой всхожестью семян ($r=0,55$), с массой 1000 семян ($r=0,43$), и с выживаемостью растений за вегетацию ($r=0,41$).

Таблица 68 – Коэффициенты корреляции и детерминации между урожайностью семян и элементами её структуры при разных способах посева (среднее за 2012–2014 гг.)

Элемент структуры урожайности	Обычный рядовой посев				Узкорядный посев			
	r	s _r	d _{yx}	t _r	r	s _r	d _{yx}	t _r
Масса семян растения	0,42*	0,11	0,18	3,78	0,76*	0,07	0,58	10,61
Полевая всхожесть семян	0,41*	0,11	0,17	3,68	0,55*	0,10	0,30	5,52
Коробочек на растении	0,39*	0,12	0,15	3,34	0,62*	0,09	0,38	6,74
Масса 1000 семян	0,39*	0,11	0,15	3,43	0,43*	0,11	0,18	3,86
Семян на растении	0,38*	0,12	0,14	3,25	0,73*	0,08	0,53	9,48
Семян в коробочке	0,27*	0,13	0,07	2,12	0,62*	0,09	0,38	6,75
Выживаемость растений за вегетацию	–0,14	0,16	0,02	–0,90	0,41*	0,11	0,17	3,59

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

Урожайность семян в вариантах с нормами высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га (таблица 69) имеет прямую сильную корреляционную связь с количеством семян на растении ($r=0,90$ и $r=0,95$ соответственно), с выживаемостью растений за вегетацию

($r=0,89$ и $r=0,92$ соответственно), с массой семян растения ($r=0,78$ и $r=0,89$ соответственно). Урожайность семян при норме высева 5 млн штук всхожих семян на 1 га имеет прямую сильную корреляцию с количеством семян в коробке ($r=0,81$).

Таблица 69 – Коэффициенты корреляции и детерминации между урожайностью семян и элементами её структуры при разных нормах высева (среднее за 2012–2014 гг.)

Элемент структуры урожайности	Норма высева 5 млн штук всхожих семян на 1 га				Норма высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га			
	r	s _r	d _{yx}	t _r	r	s _r	d _{yx}	t _r
Семян на растении	0,90*	0,05	0,81	18,99	0,95*	0,03	0,91	29,35
Выживаемость растений за вегетацию	0,89*	0,05	0,78	17,79	0,92*	0,04	0,84	21,48
Семян в коробочке	0,81*	0,06	0,66	12,63	0,54*	0,10	0,29	5,37
Масса семян растения	0,78*	0,07	0,61	11,32	0,89*	0,05	0,80	18,59
Густота стояния растений к уборке	0,61*	0,09	0,37	6,58	0,97*	0,03	0,94	36,74
Коробочек на растении	0,41*	0,11	0,17	3,65	0,82*	0,06	0,67	13,17

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

При норме высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га урожайность семян имеет прямую сильную корреляционную связь с густотой стояния растений к уборке ($r=0,97$), с количеством коробочек на растении ($r=0,82$), тогда как урожайность семян при норме высева 5 млн штук всхожих семян на 1 га с аналогичными показателями элементами структуры урожайности имеет положительную среднюю корреляционную связь ($r=0,61$ и $r=0,41$ соответственно). Отмечена прямая средняя корреляция урожайности семян при норме высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га с количеством семян в коробочке ($r=0,54$).

Урожайность семян при нормах высева 7 и 8 млн штук всхожих семян на 1 га имеет прямую сильную корреляционную связь (таблица 70) с массой семян растения ($r=0,97$ и $0,97$ соответственно), с количеством семян на растении ($r=0,97$ и $0,99$ соответственно), с густотой стояния растений к уборке ($r=0,96$ и $0,99$ соответственно), с количеством коробочек на растении ($r=0,94$ и $0,85$ соответственно), с количеством семян в коробочке ($r=0,92$ и $r=0,96$ соответственно), с выживаемостью растений в течение вегетации

($r=0,82$ и $r=0,91$ соответственно). При норме высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га отмечена положительная сильная корреляция урожайности семян с их полевой всхожестью ($r=0,97$).

Таблица 70 – Коэффициенты корреляции и детерминации между урожайностью семян и элементами её структуры при разных нормах высева (среднее за 2012–2014 гг.)

Элемент структуры урожайности	Норма высева 7 млн штук всхожих семян на 1 га				Норма высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га			
	r	s _r	d _{yx}	t _r	r	s _r	d _{yx}	t _r
Масса семян растения	0,97*	0,03	0,93	35,93	0,97*	0,03	0,94	37,60
Семян на растении	0,97*	0,03	0,94	37,27	0,99*	0,02	0,98	60,96
Густота стояния растений к уборке	0,96*	0,03	0,92	32,74	0,99*	0,02	0,98	64,66
Коробочек на растении	0,94*	0,04	0,88	26,09	0,85*	0,03	0,96	64,22
Семян в коробочке	0,92*	0,04	0,85	22,33	0,96*	0,03	0,93	34,49
Выживаемость растений за вегетацию	0,82*	0,06	0,67	12,94	0,91*	0,04	0,82	20,21
Полевая всхожесть семян	–0,18	0,16	0,03	–1,13	0,97*	0,03	0,93	35,71

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

Корреляционный анализ показал, что урожайность семян в вариантах с нормами высева 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га имеет прямую сильную корреляционную связь (таблица 71) с густотой стояния растений к уборке ($r=0,94$ и $0,86$ соответственно), с полевой всхожестью семян ($r=0,91$ и $0,84$ соответственно) и с количеством семян в коробочке ($r=0,76$ и $0,80$ соответственно).

Таблица 71 – Коэффициенты корреляции и детерминации между урожайностью семян и элементами её структуры при разных нормах высева (среднее за 2012–2014 гг.)

Элемент структуры урожайности	Норма высева 9 млн штук всхожих семян на 1 га				Норма высева 10 млн штук всхожих семян на 1 га			
	r	s _r	d _{yx}	t _r	r	s _r	d _{yx}	t _r
Густота стояния растений к уборке	0,95	0,03	0,91	30,06	0,86	0,06	0,74	15,43
Полевая всхожесть семян	0,91	0,05	0,82	19,95	0,84	0,06	0,71	14,41
Выживаемость растений за вегетацию	0,89	0,05	0,79	18,13	–0,01	0,15	0,01	–0,06
Семян на растении	0,84	0,06	0,70	14,14	0,65	0,09	0,42	7,35
Масса семян растения	0,81	0,06	0,66	12,83	0,34	0,12	0,11	2,82
Семян в коробочке	0,76	0,07	0,58	0,58	0,80	0,07	0,64	12,04

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

При норме высева 10 млн штук всхожих семян установлена прямая средняя корреляция урожайности семян с их количеством ($r=0,64$) и с их массой на растении ($r=0,34$). Урожайность семян при норме высева 9 млн штук всхожих семян на 1 га имеет прямую сильную корреляцию с выживаемостью растений за вегетацию ($r=0,89$) и с количеством семян на растении ($r=0,84$).

На основе полученных результатов по выявлению реакции льна масличного ВНИИМК 620 на способы посева и нормы высева был проведён трёхфакторный дисперсионный анализ. Анализ экспериментальных данных за 2012–2014 гг. показал, что в большей степени изменение урожайности семян льна масличного ВНИИМК 620 зависело от абиотических условий (таблица 72), доля влияния которых на изменение урожайности семян составила 80,8 %.

Таблица 72 – Доля влияния нормы высева, способа посева и абиотических условий на урожайность семян, %

Факторы	Урожайность семян
А – норма высева	3,0*
В – способ посева	5,8*
С – год	80,8*
Взаимодействие (А x В x С)	1,0*
Случайные	9,4*

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

Нормы высева и способы посева оказали гораздо меньшее влияние на формирование урожайности семян (3,0 и 5,8 % соответственно).

6.2. Сопутствующие наблюдения и исследования

6.2.1. Содержание луба в соломе льна масличного

Технический анализ соломы показал, что способы посева не оказали существенного влияния на содержание луба в соломе (таблица 73). Установлено, что независимо от способа посева в загущённых посевах с нормами высева 8, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га содержание луба в соломе превышало на 2–4 % анало-

гичные значения в вариантах с нормами высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ главного эффекта В – 2 %).

Таблица 73 – Содержание луба в соломе при разных способах посева и нормах высева (среднее 2012 – 2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (к)	9	10	
Содержание луба, %							
Обычный рядо- вой (контроль)	14	16	17	17	18	18	17
Узкорядный	16	16	18	18	19	19	18
Среднее (В)	15	16	17	18	18	19	
НСР ₀₅	частных различий				главных эффектов		
А (способ)	F _φ < F ₀₅						
В (норма)	3				2		

Наименьшее содержание луба в соломе 14 % наблюдали в варианте с обычным рядовым способом посева с нормой 5 млн штук всхожих семян на 1 га, что на 3–4 % ниже, чем данный показатель в вариантах с обычным рядовым посевом и нормами 7, 8, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий В – 3 %).

6.2.2. Прирост сухого вещества надземной биомассы

Интенсивный рост растений льна масличного ВНИИМК 620 в высоту происходил до фазы цветения. В абиотических условиях вегетационных периодов в годы исследований сформировались растения с высотой 29–48 см. Высота растений, сформировавшихся к фазе желтой спелости в 2014 г., превышала на 8,5 см и 15,4 см соответственно высоту растения, сформировавшихся к фазе желтой спелости в 2012 г. и в 2013 г. (таблица 74). Между вариантами опыта существенных различий по высоте растений в фазе «ёлочка», цветение, зелёная и жёлтая спелость не установлено. Высота растений в фазе бутонизация в варианте с узкорядным способом посева независимо от нормы высева была выше на 1,6 см, чем высота растений при обычном рядовом посеве (НСР₀₅ главного эффекта А – 1,0 см). Обычный рядовой способ посева при норме высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га способствовал существенному возрастанию на 1,8–2,6 см высоты растений в фазе бутонизация, в сравне-

нии с высотой растений в вариантах с нормами высева 5, 7, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га при НСР₀₅ частных различий В – 1,8 см.

Таблица 74 – Высота растений по фазам вегетации при разных способах посева и нормах высева, см (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)		Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)		
		5	6	7	8 (контроль)	9	10			
Фаза «ёлочка»										
Обычный рядо- вой (контроль)		9,6	9,3	9,5	9,7		9,7	9,4	9,5	
Узкорядный		9,3	9,6	9,9	9,4		9,4	9,3	9,5	
Среднее(В)		9,4	9,5	9,7	9,6		9,6	9,4		
Бутонизация										
Обычный рядо- вой (контроль)		22,8	24,5	23,3	25,4		23,6	23,1	23,8	
Узкорядный		24,6	25,8	25,2	26,0		26,0	25,0	25,4	
Среднее(В)		23,7	25,1	24,3	25,7		24,8	24,0		
Цветение										
Обычный рядо- вой (контроль)		34,6	35,3	35,7	34,9		36,5	36,5	35,6	
Узкорядный		36,0	36,4	37,5	36,7		37,7	36,4	36,8	
Среднее (В)		35,3	35,8	36,6	35,8		37,1	36,4		
Зелёная спелость										
Обычный рядо- вой (контроль)		37,4	36,8	37,0	37,7		37,9	38,3	37,5	
Узкорядный		38,2	38,9	39,3	38,9		38,7	38,5	38,8	
Среднее (В)		37,8	37,8	38,2	38,3		38,3	38,4		
Жёлтая спелость										
Обычный рядо- вой (контроль)		37,8	37,9	38,5	39,5		38,6	38,5	38,5	
Узкорядный		39,2	38,9	38,7	38,5		39,0	39,7	39,0	
Среднее (В)		38,5	38,4	38,6	39,0		38,8	39,1		
НСР ₀₅	Фаза «ёлочка»		Бутонизация		Цветение		Зелёная спелость		Жёлтая спелость	
	час. разл.	гл. эф.	час. разл.	гл. эф.	час. разл.	гл. эф.	час. разл.	гл. эф.	час. разл.	гл. эф.
А (способ)	F _φ < F ₀₅		2,5	1,0	F _φ < F ₀₅		F _φ < F ₀₅		F _φ < F ₀₅	
В (норма)			1,8	1,2						

Данные по сбору абсолютно сухой биомассы по фазам вегетации растениями льна масличного ВНИИМК 620 показали, что в годы исследований накопление сухого вещества происходило до фазы

жёлтой спелости и по вариантам опыта изменялось по-разному (таблица 75).

Таблица 75 – Накопление надземной биомассы по фазам вегетации при разных способах посева и нормах высева, г/м² абсолютно сухого вещества (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)			
	5	6	7	8 (кон- троль)	9	10				
Фаза «ёлочка»										
Обычный рядо- вой (контроль)	12	13	15	18	19	23	17			
Узкорядный	16	17	20	22	23	25	21			
Среднее (В)	14	15	17	20	21	24				
Бутонизация										
Обычный рядо- вой (контроль)	50	60	67	81	79	74	68			
Узкорядный	36	46	53	56	62	59	52			
Среднее (В)	43	53	60	68	71	67				
Цветение										
Обычный рядо- вой (контроль)	95	121	124	143	121	143	125			
Узкорядный	81	101	119	129	130	127	115			
Среднее (В)	88	111	121	136	125	135				
Зелёная спелость										
Обычный рядо- вой (контроль)	183	212	234	251	239	236	226			
Узкорядный	188	199	212	222	225	233	213			
Среднее (В)	186	205	223	236	232	234				
Жёлтая спелость										
Обычный рядо- вой (контроль)	375	402	442	476	414	391	417			
Узкорядный	357	396	452	427	391	382	401			
Среднее (В)	366	399	447	452	402	387				
НСР ₀₅	Фаза «ёлочка»		Бутонизация		Цветение		Зелёная спелость		Жёлтая спелость	
	част. разл.	гл. эф.	част. разл.	гл. эф.	част. разл.	гл. эф.	част. разл.	гл. эф.	част. разл.	гл. эф.
А (спо- соб)	2	5	4	9	F _φ < F ₀₅		F _φ < F ₀₅		23	9
В (норма)	2	2	2	3	10	7	14	10	24	17

В среднем за 2012–2014 гг. исследований по вариантам опыта абсолютно сухая биомасса в фазе желтая спелость при посеве обычным рядовым способом превосходил на 16 г/м² или на 4 % данный показатель в варианте с узкорядным способом при НСР₀₅

главного эффекта А – 9 г/м². Это способствовало значимому преимуществу обычного рядового посева над узкорядным по урожайности семян и соломы. Норма высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га при обычном рядовом способе посева обеспечивала прибавку урожайности семян 0,8–3,4 ц/га, или 6,1–25,9 %, при наибольшем сборе абсолютно сухого вещества (476 г/м²), что превышает на 34–101 г/м² (НСР₀₅ частных различий В – 24 г/м²) аналогичный показатель в вариантах с остальными изучаемыми нормами высева.

6.2.3. Фотосинтетическая деятельность растений

Во все годы исследований наибольшая площадь листьев у льна масличного ВНИИМК 620 достигала в фазе цветения. В относительно благоприятных по абиотическим условиям 2012 и 2014 гг. в фазе цветения сформировалась площадь листовой поверхности – 17,2 и 20,2 тыс. м²/га соответственно. В 2013 г. в связи с пониженной густотой стояния растений к уборке и общей длиной растений, продуктивная площадь листового аппарата в фазе цветения составила всего 11,0 тыс. м²/га (таблица 76).

В фазе зеленая и желтая спелость происходило снижение площади листовой поверхности. За три года исследований в среднем наибольшую площадь листьев 20,5 тыс. м²/га лен масличный сформировал в фазе цветения при обычном рядовом посева с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га. Прибавку урожайности семян 0,8–3,4 ц/га в данном варианте сформировала большая на 1,1–8,8 тыс. м²/га площадь листовой поверхности в фазе цветения, по отношению к аналогичному показателю в вариантах с нормами высева 5, 6, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий В – 1,1 тыс. м²/га). Посев льна масличного обычным рядовым способом увеличил площадь листьев в фазе цветения на 2,5 тыс. м²/га (14,4 %) по сравнению с площадью листьев в варианте с узкорядным способом посева (НСР₀₅ главного эффекта А – 1,2 тыс. м²/га). В предыдущие и последующие фазы вегетации льна масличного установлены аналогичные изменения площади листьев по вариантам опыта в пользу обычного рядового способа посева.

При узкорядном способе посева наибольшую площадь листьев до 17,4 тыс. м²/га наблюдали в варианте с нормой высева 7 млн штук всхожих семян на 1 га. При уплотнении посевов до 8–10 млн штук всхожих семян на 1 га площадь листьев снижалась на 1,8–3,9 тыс. м²/га, в сравнении с данным показателем при норме высева 7 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий В – 1,1 тыс. м²/га). Вариант с узкорядным посевом и нормой высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га по площади листьев не уступал варианту с нормой высева 7 млн штук всхожих семян на 1 га.

Таблица 76 – Площадь листьев по фазам вегетации при разных способах посева и нормах высева, тыс. м²/га (среднее за 2012–2014 гг.)

н нормах высева, млн. шт./га (среднее за 2012-2014 гг.)										
Способ посева (А)		Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)		
		5	6	7	8 (контроль)	9	10			
Фаза «ёлочка»										
Обычный рядо- вой (контроль)		3,2	3,7	3,7	4,5	5,0	5,1	4,2		
Узкорядный		2,8	3,3	3,8	3,7	4,4	4,5	3,8		
Среднее(В)		3,0	3,5	3,8	4,1	4,7	4,8			
Бутонизация										
Обычный рядо- вой (контроль)		6,9	8,1	9,8	11,1	10,9	9,9	9,5		
Узкорядный		7,1	9,6	9,6	8,4	8,5	8,3	8,6		
Среднее(В)		7,0	8,8	9,7	9,7	9,7	9,1			
Цветение										
Обычный рядо- вой (контроль)		11,7	14,9	19,7	20,5	19,4	18,4	17,4		
Узкорядный		12,3	16,4	17,4	15,6	14,2	13,5	14,9		
Среднее (В)		12,0	15,6	18,5	18,0	16,8	16,0			
Зелёная спелость										
Обычный рядо- вой (контроль)		9,1	10,6	13,3	15,1	14,3	13,5	12,6		
Узкорядный		8,8	12,3	13,2	12,7	11,5	10,8	11,5		
Среднее (В)		9,0	11,4	13,2	13,9	12,9	12,2			
Жёлтая спелость										
Обычный рядо- вой (контроль)		4,2	5,1	6,5	8,3	6,9	6,7	6,3		
Узкорядный		4,1	5,9	6,3	4,9	5,1	4,5	5,1		
Среднее (В)		4,2	5,5	6,4	6,6	6,0	5,6			
НСР ₀₅	Фаза «ёлочка»		Бутонизация		Цветение		Зелёная спелость		Жёлтая спелость	
	час. разл.	гл. эф.	час. разл.	гл. эф.	час. разл.	гл. эф.	час. разл.	гл. эф.	час. разл.	гл. эф.
А (способ)	0,5	0,2	0,4	0,2	3,0	1,2	2,1	0,9	0,7	0,3
В (норма)	0,5	0,3	0,6	0,4	1,1	0,8	1,4	1,0	0,6	0,4

Фотосинтетический потенциал растений льна масличного в годы исследований по вариантам опыта изменялся аналогично, как и по площади листьев. В 2012 и 2014 гг. фотосинтетический потенциал посевов за вегетацию льна масличного ВНИИМК 620 по вариантам опыта был в 1,5 раза выше, чем данный показатель в 2013 г. В среднем за годы исследований посев обычным рядовым способом независимо от нормы высева способствовал повышению фотосинтетического потенциала на 74 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут./га}$, относительно аналогичного показателя при узкорядном способе при НСР₀₅ главного эффекта А – 26 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут./га}$ (таблица 77). Самый высокий фотосинтетический потенциал за вегетацию (745 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут./га}$) сформировался в варианте с обычным рядовым способом посева с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га, что значительно превышало на 70–313 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут./га}$ фотосинтетический потенциал в вариантах с обычным рядовым способом посева с нормами высева 5, 6, 7 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га при НСР₀₅ частных различий В – 28 тыс. $\text{м}^2 \times \text{сут./га}$.

Таблица 77 – Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза при разных способах посева и нормах высева (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
ФП, тыс. м ² × сут./га							
Обычный рядо- вой (контроль)	432	529	661	745	719	675	627
Узкорядный	429	590	629	585	555	529	553
Среднее (В)	431	560	645	665	637	602	
ЧПФ, г/м ² в сутки							
Обычный рядо- вой (контроль)	9,0	7,6	6,7	6,5	6,1	6,0	7,0
Узкорядный	8,4	6,8	7,2	7,2	7,0	7,2	7,3
Среднее (В)	8,7	7,2	6,9	6,8	6,5	6,6	
НСР ₀₅	ФП, тыс. м ² × сут./га			ЧПФ, г/м ² в сутки			
	част. разл.		част. разл.	част. разл.		част. разл.	
А (способ)	65		26		F _ф < F ₀₅		
В (норма)	28		20		0,6		0,4

В среднем за 2012–2014 гг. в варианте с обычным рядовым способом и с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га от-

носителем меньшее значение чистой продуктивности фотосинтеза (6,5 г/м² в сутки) наблюдали при более большом фотосинтетическом потенциале (745 тыс. м² × сут./га). Отсюда следует, что варианты с обычным рядовым способом посева и с нормами высева 5, 6, 7, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га не формируют необходимую густоту стояния растений к уборке. Вследствие этого наблюдали снижение на 0,8–3,4 ц/га или на 6,1–25,9 %, урожайности семян при обычном рядовом способе посева с остальными изучаемыми нормами высева.

Таким образом, при обычном рядовом посеве с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га ассимиляционная поверхность листьев более продуктивна, чем данный показатель при остальных нормах высева.

В среднем за 2012–2014 гг. исследований в вариантах с изучаемыми нормами высева продуктивность одной тысячи единиц фотосинтетического потенциала у льна масличного ВНИИМК 620 при обычном рядовом посеве составила 1,45–2,42 кг, при узкорядном 1,51–2,18 кг семян (таблица 78).

Таблица 78 – Продуктивность одной тысячи единиц фотосинтетического потенциала при разных способах посева и нормах высева, кг (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Обычный рядовой (контроль)	2,42	2,07	1,78	1,82	1,50	1,45	1,84
Узкорядный	2,18	1,76	1,51	1,55	1,58	1,69	1,71
Среднее (В)	2,30	1,91	1,64	1,68	1,54	1,57	
НСР ₀₅	частных различий			главных эффектов			
А (способ)	F _ф < F ₀₅						
В (норма)	0,16			0,12			

В варианте с обычным рядовым способом посева с нормой высева 5 млн штук всхожих семян на 1 га масса семян на каждую тысячу единиц фотосинтетического потенциала была больше на 0,5–0,97 кг и 0,42–0,67 кг соответственно по отношению к аналогичному показателю при других изучаемых нормах высева (НСР₀₅ частных различий В – 0,16 кг).

6.2.4. Засорённость посевов

Исследования, проведённые в 2012–2014 гг., показали, что между вариантами с разными способами посева не выявлено различий по количеству сорняков на 1 м² (таблица 79). По вариантам опыта количество малолетних сорняков до обработки посевов гербицидами изменялось в пределах от 307 до 414 шт./м², многолетних – от 4 до 13 шт./м². Независимо от способа посева, в загущенном посеве с нормой высева 10 млн штук всхожих семян на 1 га отмечено наименьшее количество малолетних сорняков – 322 шт./м², что на 34–77 шт./м² меньше, чем количество малолетних сорняков при других изучаемых нормах высева (НСР₀₅ главного эффекта В – 21 шт./м²).

Таблица 79 – Количество сорняков в посевах льна масличного до обработки гербицидами при разных способах посева и нормах высева, шт./м² (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Малолетние сорняки							
Обычный рядовой (контроль)	384	390	378	365	357	338	369
Узкорядный	414	387	374	364	355	307	367
Среднее (В)	399	389	376	365	356	322	
Многолетние сорняки							
Обычный рядовой (контроль)	12	10	8	7	13	8	10
Узкорядный	5	7	7	4	13	11	8
Среднее (В)	9	8	8	6	13	9	
НСР ₀₅	малолетние сорняки			многолетние сорняки			
	част. разл.		част. разл.		част. разл.		част. разл.
А (способ)	F _ф < F ₀₅			F _ф < F ₀₅			
В (норма)	30		21				

Снижение на 40–107 шт./м² малолетних сорняков выявлено при узкорядном посеве с более высокими нормами высева 7, 8, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га относительно количества малолетних сорняков на 1 м² при норме высева 5 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий В – 30 шт./м²). При обычном рядовом способе посева количество малолетних сорняков на 1 м² при изучаемых нормах высева существенно не отличалось от засо-

рѐнности в контрольном варианте с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га. Однако выявлено, что в относительно изреженных посевах с нормами высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га и обычном рядовом способе посева было меньше на 46–52 шт./м² малолетних сорняков, чем их количество на 1 м² в варианте с самой высокой нормой высева 10 млн штук всхожих семян на 1 га.

По вариантам опыта количество малолетних сорняков на 1 м² после обработки посевов льна масличного гербицидами снизилось в 5,1–13,7 раза (таблица 80). При норме высева 10 млн штук всхожих семян на 1 га, несмотря на способы посева, выявлено снижение на 11–18 шт./м² малолетних сорняков после обработки гербицидами, по отношению к их количеству на 1 м² при нормах высева 5, 6 и 7 млн штук всхожих семян на 1 га при НСР₀₅ главного эффекта В – 10 шт./м². Засоренность малолетними сорняками по способам посева независимо от нормы высева не имела существенных различий.

Таблица 80 – Количество сорняков в посевах льна масличного перед уборкой при обработке гербицидами при разных способах посева и нормах высева, шт./м² (среднее 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Малолетние сорняки							
Обычный рядо- вой (контроль)	46	41	40	36	34	32	38
Узкорядный	55	48	46	36	35	32	42
Среднее (В)	50	45	43	36	35	32	
Многолетние сорняки							
Обычный рядо- вой (контроль)	5	4	5	2	3	2	4
Узкорядный	10	6	6	4	4	0	5
Среднее (В)	8	5	6	3	4	1	
НСР ₀₅	Малолетние сорняки			Многолетние сорняки			
	частных различий		главных эффектов	Частных различий		Главных эффектов	
А (способ)	F _ф < F ₀₅			F _ф < F ₀₅			
В (норма)	13		10				

С увеличением густоты стояния растений льна масличного снижается засорѐнность (таблица 81). Наименьшую абсолютно

сухую массу малолетних сорняков $24,5 \text{ г/м}^2$ наблюдали при обычном рядовом посеве с нормой высева 10 млн штук всхожих семян на 1 га, что на $19,9\text{--}20,6 \text{ г/м}^2$ ниже, чем их абсолютно сухая масса при нормах высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР_{05} частных различий В – $14,7 \text{ г/м}^2$). Это обусловило в определённой степени формирование наибольшей урожайности соломы льна масличного.

Таблица 81 – Абсолютно сухая масса сорняков в посевах льна масличного перед уборкой при обработке гербицидами при разных способах посева и нормах высева, г/м^2 (среднее 2012–2014 гг.)

высева, г/м ² (среднее 2012-2014 гг.)							
Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Абсолютно сухая масса малолетних сорняков							
Обычный рядо- вой (контроль)	44,4	45,1	37,1	30,1	32,0	24,5	35,5
Узкорядный	51,3	46,6	39,6	36,5	34,9	34,9	40,6
Среднее (В)	47,8	45,8	38,4	33,3	33,4	29,7	
Абсолютно сухая масса многолетних сорняков							
Обычный рядо- вой (контроль)	11,0	10,9	8,4	5,6	16,1	5,4	9,6
Узкорядный	12,3	10,5	9,1	11,0	10,0	0,0	8,8
Среднее (В)	11,6	10,7	8,7	8,3	13,0	2,7	
НСР ₀₅	АСМ малолетних сорняков			АСМ многолетних сорняков			
	частных различий		главных эффектов	частных различий		главных эффектов	
А (способ)	F _ф < F ₀₅			F _ф < F ₀₅			
В (норма)	14,7		10,4				

Независимо от способов посева, абсолютно сухая масса малолетних сорняков при нормах высева 8 и 9 млн штук всхожих семян на 1 га была на одном уровне – $33,3$ и $33,4 \text{ г/м}^2$ соответственно, это на $12,4\text{--}14,5 \text{ г/м}^2$ меньше, чем данный показатель при разреженных нормах высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР_{05} главного эффекта В – $10,4 \text{ г/м}^2$).

6.2.5. Химический состав семян и соломы льна масличного

Химический анализ семян и соломы позволил установить, что содержание азота, фосфора и калия в семенах и соломе льна масличного изменялось по вариантам опыта (таблицы 82 и 83). Содерж-

жание азота в семенах и соломе в среднем за годы исследований составило 2,34–3,75 % и 0,45–0,69 %, фосфора – 1,18–1,88 % и 0,33–0,54 %, калия – 1,38–1,68 % и 1,60–1,98 % соответственно. Варианты с узкорядным способом посева с нормами высева 5, 7 и 8 млн штук всхожих семян на 1 га превышали на 0,78–1,41 % по содержанию азота в семенах варианты с обычным рядовым способом посева с аналогичными нормами высева (HCp_{05} частных различий $A - 0,50$ %). Однако при обычном рядовом способе посева с нормой высева 10 млн штук всхожих семян на 1 га содержание азота в семенах было выше на 0,58 %, чем данный показатель при узкорядном посеве с нормой высева 10 млн штук всхожих семян на 1 га.

Таблица 82 – Содержание азота, фосфора и калия в семенах при разных способах посева и нормах высева, % на сухое вещество (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Сред- нее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Азот							
Обычный рядо- вой (контроль)	2,42	3,42	2,34	2,83	3,11	3,42	2,92
Узкорядный	3,69	3,52	3,75	3,61	3,31	2,84	3,45
Среднее (В)	3,05	3,47	3,04	3,22	3,21	3,13	
Фосфор							
Обычный рядо- вой (контроль)	1,17	1,66	1,18	1,25	1,75	1,46	1,41
Узкорядный	1,74	1,75	1,64	1,88	1,71	1,44	1,69
Среднее (В)	1,45	1,70	1,41	1,57	1,73	1,45	
Калий							
Обычный рядо- вой (контроль)	1,49	1,44	1,68	1,51	1,50	1,47	1,51
Узкорядный	1,38	1,67	1,67	1,38	1,50	1,62	1,54
Среднее (В)	1,44	1,55	1,67	1,44	1,50	1,55	
НСР ₀₅	азот, %		фосфор, %		калий, %		
	част. разл.	част. разл.	част. разл.	част. разл.	част. разл.	част. разл.	
А (способ)	0,50	0,21	F _φ < F ₀₅		F _φ < F ₀₅		
В (норма)	0,35	0,25	0,10	0,07	0,18	0,12	

При обычном рядовом посеве с нормой 8 млн штук всхожих семян на 1 га выявлено существенное увеличение на 0,41 % содержания азота относительно аналогичного показателя при норме высева 5 млн штук всхожих семян на 1 га при HCp_{05} частных различий

В – 0,35 %. При обычном рядовом посеве с нормой высева 5, 7 и 8 млн штук всхожих семян на 1 га выявлено снижение на 0,21–0,58 % содержания фосфора в семенах, по отношению к варианту, где был проведен посев с нормами высева 6, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий В – 0,10 %).

Независимо от способа посева, в семенах льна масличного более высокое содержание калия 1,67 % обеспечил вариант с нормой высева 7 млн штук всхожих семян на 1 га, что на 0,12–0,23 % превышает содержания калия в семенах в вариантах с другими изучаемыми нормами высева (НСР₀₅ главного эффекта В – 0,12 %).

Таблица 83 – Содержание азота, фосфора и калия в соломе при разных способах посева и нормах высева, % на сухое вещество (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Азот							
Обычный рядо- вой (контроль)	0,57	0,69	0,54	0,47	0,47	0,49	0,54
Узкорядный	0,62	0,51	0,48	0,64	0,45	0,53	0,54
Среднее (В)	0,59	0,60	0,51	0,55	0,46	0,51	
Фосфор							
Обычный рядо- вой (контроль)	0,46	0,43	0,35	0,54	0,39	0,52	0,45
Узкорядный	0,37	0,33	0,33	0,53	0,41	0,46	0,40
Среднее (В)	0,42	0,38	0,34	0,53	0,40	0,49	
Калий							
Обычный рядо- вой (контроль)	1,84	1,93	1,98	1,92	1,66	1,77	1,85
Узкорядный	1,86	1,65	1,60	1,92	1,79	1,68	1,75
Среднее (В)	1,85	1,79	1,79	1,92	1,72	1,72	
НСР ₀₅	азот, %		фосфор, %		калий, %		
	частных различий	главных эффектов	частных различий	главных эффектов	частных различий	главных эффектов	
А (спо- соб)	F _ф < F ₀₅		0,05	0,02	F _ф < F ₀₅		
В (норма)	0,09	0,06	0,11	0,08	0,18	0,12	

При узкорядном способе посева наиболее высокое содержание азота, фосфора и калия в соломе льна масличного (0,64, 0,53 и 1,92 %) наблюдали в варианте с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га, при обычном рядовом посеве при данной норме вы-

сева содержание азота, фосфора и калия в семенах составило 0,47, 0,54 и 1,92 % соответственно.

Независимо от способа посева, в соломе относительно более высокое содержание азота имели варианты с нормами высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га – 0,59 и 0,60 % соответственно. При обычном рядовом способе посева выявлено увеличение на 0,05 % содержания фосфора в соломе, в сравнении с содержанием фосфора при узкорядном посеве при НСР₀₅ главного эффекта А – 0,02 %. Содержание калия в вариантах с нормами высева 6, 7, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га было меньше на 0,20 %, чем содержание калия в контрольном варианте с нормой высева (8 млн штук всхожих семян на 1 га) при НСР₀₅ главного эффекта В – 0,12 %. Однако при обычном рядовом способе посева наибольшее содержание калия в соломе обеспечил вариант с нормой высева 7 млн штук всхожих семян на 1 га – 1,98 %, это на 0,21–0,32 % больше, чем содержание калия в соломе в вариантах с нормами высева 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий В – 0,18 %).

6.2.6. Вынос азота, фосфора и калия с льнопродукцией

В среднем по вариантам опыта за 2012–2014 гг. исследований лен масличный с урожаем семян выносит 21,8–34,2 кг/га азота, 10,2–16,6 кг/га фосфора и 11,0–18,1 кг/га калия (таблица 84).

Независимо от способа посева, наибольший вынос азота и фосфора с урожаем семян (32,9 и 16,2 кг/га соответственно) выявлен при норме высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га, что превышает на 4,9–7,3 кг/га вынос азота при нормах высева 5, 7, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га, и на 3,1–4,4 кг/га при 5, 7 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ главного эффекта В – 2,3 кг/га). Увеличение на 2,5 кг/га выноса калия с урожаем семян отмечено при обычном рядовом посеве относительно выноса калия с урожаем семян при узкорядном способе посева при НСР₀₅ главного эффекта А – 1,2 кг/га.

Таблица 84 – **Вынос азота, фосфора и калия с урожаем семян при разных способах посева и нормах высева, кг/га (среднее за 2012–2014 гг.)**

Способ посева и норма высева, кг/га (среднее за 2012 – 2014 гг.)							
Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Сред- нее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Азот							
Обычный рядо- вой (контроль)	21,3	34,2	25,3	32,7	29,4	29,3	28,7
Узкорядный	30,2	31,7	30,7	28,9	25,2	21,8	28,1
Среднее (В)	25,8	32,9	28,0	30,8	27,3	25,6	
Фосфор							
Обычный рядо- вой (контроль)	10,2	16,6	12,8	14,5	16,5	12,5	13,9
Узкорядный	14,2	15,7	13,4	15,1	13,1	11,1	13,8
Среднее (В)	12,2	16,2	13,1	14,8	14,8	11,8	
Калий							
Обычный рядо- вой (контроль)	13,1	14,4	18,1	17,3	14,2	12,6	15,0
Узкорядный	11,3	15,1	13,7	11,0	11,4	12,5	12,5
Среднее (В)	12,2	14,7	15,9	14,2	12,8	12,5	
НСР ₀₅	азот, кг/га		фосфор, кг/га		калий, кг/га		
	частных различий	главных эффектов	частных различий	главных эффектов	частных различий	главных эффектов	
А (способ)	F _ф < F ₀₅		F _ф < F ₀₅		2,9		1,2
В (норма)	3,3	2,3	1,3	0,9	1,7		1,2

Вынос азота с урожаем соломы льна масличного по вариантам опыта составил от 6,1 до 9,6 кг/га, фосфора – от 4,0 до 8,5 кг/га и калия – от 19,7 до 30,2 кг/га (таблица 85). Независимо от нормы высева, в варианте с обычным рядовым способом посева наблюдали наибольший вынос азота, фосфора и калия с урожаем соломы (8,2, 6,8 и 28,2 кг/га соответственно), что на 1,4, 1,6 и 6,0 кг/га превышает вынос азота, фосфора и калия с урожаем соломы при узкорядном посеве льна масличного (НСР₀₅ главного эффекта А – 0,9, 0,3 и 2,5 кг/га соответственно). Относительно более высокий на 2,0–3,1 кг/га вынос фосфора с урожаем соломы имели при узкорядном способе посева с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га, в сравнении с выносом фосфора в остальных вариантах с изучаемыми нормами высева, за исключением нормы высева 10 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий В – 1,6 кг/га).

Таблица 85 – Вынос азота, фосфора и калия с урожаем соломы при разных способах посева и нормах высева, кг/га (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Азот							
Обычный рядо- вой (контроль)	8,6	9,6	7,9	7,4	7,5	8,1	8,2
Узкорядный	7,2	6,1	5,9	8,3	6,0	7,3	6,8
Среднее (В)	7,9	7,8	6,9	7,9	6,7	7,7	
Фосфор							
Обычный рядо- вой (контроль)	7,0	5,9	5,1	8,4	6,1	8,5	6,8
Узкорядный	4,4	4,0	4,1	6,9	5,4	6,3	5,2
Среднее (В)	5,7	4,9	4,6	7,7	5,7	7,4	
Калий							
Обычный рядо- вой (контроль)	28,0	26,7	29,2	30,2	26,1	29,1	28,2
Узкорядный	21,8	19,7	19,7	25,1	23,7	23,1	22,2
Среднее (В)	24,9	23,2	24,5	27,6	24,9	26,1	
НСР ₀₅	азот, кг/га		фосфор, кг/га		калий, кг/га		
	частных различий	главных эффектов	частных различий	главных эффектов	частных различий	главных эффектов	
А (способ)	2,2	0,9	0,6	0,3	6,2	2,5	
В (норма)	F _ф < F ₀₅		1,6	1,1	F _ф < F ₀₅		

Таким образом, в результате проведённых исследований, установлено, что при обычном рядовом способе посева (таблица 86) на формирование 1 т семян с учётом соответствующего количества соломы лён масличный выносит азота на 2,7 кг меньше, фосфора – на 1,0 кг меньше, и калия – на 0,8 кг больше, чем их вынос при узкорядном посеве (НСР₀₅ главного эффекта А – 1,2 кг, 1,1 кг и 0,8 кг соответственно).

Таблица 86 – Вынос азота, фосфора и калия на 1 т семян с соответствующим количеством соломы льна масличного при разных способах посева и нормах высева, кг (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Азот							
Обычный рядо- вой (контроль)	15,9	25,8	18,8	20,7	19,0	18,3	19,8
Узкорядный	26,0	25,6	24,1	23,0	19,1	17,1	22,5
Среднее (В)	21,0	25,7	21,4	21,8	19,0	17,7	

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Фосфор							
Обычный рядо- вой (контроль)	9,2	13,2	10,2	11,8	11,6	10,3	11,0
Узкорядный	12,9	13,4	11,5	13,6	11,3	10,2	12,1
Среднее (В)	11,0	13,3	10,8	12,7	11,5	10,3	
Калий							
Обычный рядо- вой (контроль)	21,8	24,1	26,4	24,5	20,7	20,5	23,0
Узкорядный	22,9	23,6	21,9	22,4	21,5	20,9	22,2
Среднее (В)	22,4	23,8	24,2	23,4	21,1	20,7	
НСР ₀₅	Азот, кг		Фосфор, кг		Калий, кг		
	частных различий	главных эффектов	частных различий	главных эффектов	частных различий	главных эффектов	
А (способ)	3,0	1,2	2,6	1,1	1,9	0,8	
В (норма)	2,8	1,8	1,4	1,0	2,0	1,4	

Независимо от способов посева, при норме высева 10 млн штук всхожих семян на 1 га лён масличный выносит с 1 т основной продукции (семена) с учётом побочной (солома) азота – 18 кг, фосфора – 10 кг, калия – 21 кг, тогда как при норме высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га вынос составляет азота – 22 кг, фосфора – 13 кг и калия – 23 кг.

6.2.7. Содержание жира в семенах и сбор масла

Абиотические условия 2012 и 2014 г. способствовали большему на 1,7 и 4,2 % соответственно содержанию жира в семенах в сравнении с аналогичным показателем в 2013 г (таблица 87). В среднем за 2012–2014 гг. исследований установлено, что лён масличный ВНИМК 620 отреагировал на нормы высева и способы посева формированием в урожае семян с массовой долей жира в них 45,1–48,9 %. Данный показатель по вариантам опыта существенно не различался.

Преимущество обычного рядового способа посева над узкорядным по урожайности семян обусловило больший на 80 кг/га или на 17 % сбор масла при НСР₀₅ главного эффекта А – 76 кг/га. Увеличение на 99–143 кг/га сбора масла льна масличного происходит

при посеве обычным рядовым способом с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га относительно сбора масла при нормах высева 5, 6, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ частных различий В – 83 кг/га). При узкорядном способе посева наибольший сбор масла обеспечил вариант с нормой высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га.

Таблица 87 - Массовая доля жира в семенах и сбор масла с урожаем семян при разных способах посева и нормах высева

Способ посева (А)	Норма высева млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)			
	5	6	7	8 (контроль)	9	10				
Массовая доля жира 2012 г., %										
Обычный рядовой (контроль)	49,2	47,5	45,7	44,5	46,6	49,7	47,2			
Узкорядный	43,7	46,9	48,5	49,2	46,3	42,8	46,2			
Среднее(В)	46,4	47,2	47,1	46,8	46,4	46,2				
Массовая доля жира 2013 г., %										
Обычный рядовой (контроль)	43,4	42,4	47,7	47,7	46,0	44,9	45,3			
Узкорядный	46,8	46,5	42,5	43,2	44,9	43,4	44,5			
Среднее(В)	45,1	42,4	47,1	44,6	46,3	44,1				
Массовая доля жира 2014 г., %										
Обычный рядовой (контроль)	46,7	45,3	48,9	51,3	49,3	49,0	48,4			
Узкорядный	45,1	49,6	51,6	51,3	52,6	49,4	49,9			
Среднее(В)	45,9	47,4	50,2	50,2	51,9	49,2				
Массовая доля жира (среднее 2012 - 2014 гг.), %										
Обычный рядовой (контроль)	46,4	45,1	47,4	46,5	48,5	47,9	47,0			
Узкорядный	45,2	46,3	48,9	47,9	47,9	45,2	46,9			
Среднее(В)	45,8	45,7	48,2	47,2	48,2	46,5				
Сбор масла (среднее 2012 - 2014 гг.), кг/га										
Обычный рядовой (контроль)	413	457	515	541	461	416	468			
Узкорядный	368	434	403	394	375	353	388			
Среднее(В)	391	443	462	468	418	385				
НСР ₀₅	массовая доля жира, %						сбор масла, кг/га			
	2012 г.		2013 г.		2014 г.				среднее	
	част. разл.	гл. эф.	част. разл.	гл. эф.	част. разл.	гл. эф.	част. разл.	гл. эф.	част. разл.	гл. эф.
А (способ)	—		—		—		F _φ < F ₀₅		186	76
В (норма)	—		—		—		—		83	58

Таким образом, при изучении способов посева и норм высева в течение трёх лет исследований выявлено, что наибольшая уро-

жайность семян 13,1 ц/га обеспечивает большой сбор масла – 541 кг/га – в варианте с обычным рядовым способом посева и с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га.

6.2.8. Посевные качества семян в урожае

Способы посева существенно не повлияли на посевные качества семян в урожае (таблица 88).

Таблица 88 – Посевные качества семян льна масличного в урожае при разных способах посева и нормах высева (среднее за 2012–2014 гг.)

Способ посева (А)	Норма высева, млн штук всхожих семян на 1 га (В)						Среднее (А)
	5	6	7	8 (контроль)	9	10	
Энергия прорастания семян, %							
Обычный рядо- вой (контроль)	95	94	93	92	92	92	93
Узкорядный	94	94	94	93	92	93	93
Среднее(В)	94	94	93	92	92	92	
Лабораторная всхожесть семян, %							
Обычный рядо- вой (контроль)	97	97	96	95	95	94	96
Узкорядный	98	97	96	95	94	95	96
Среднее (В)	97	97	96	95	94	94	
НСР ₀₅	энергия прорастания, %			лабораторная всхожесть, %			
	частных различий		главных эффектов	частных различий		главных эффектов	
А (способ)	F _ф < F ₀₅			F _ф < F ₀₅			
В (норма)	1		1	1		1	

По вариантам опыта с нормами высева энергия прорастания семян составила 92–95 %, лабораторная всхожесть – 94–98 %. При обычном рядовом посеве с заниженными нормами высева 5, 6 и 7 млн штук всхожих семян на 1 га отмечено увеличение на 1–3 % энергии прорастания семян относительно аналогичного показателя в других вариантах с изучаемыми нормами высева при НСР₀₅ частных различий В – 1 %. Независимо от способа посева, наибольшая лабораторная всхожесть семян 97 % в урожае выявлена в варианте с пониженными нормами высева 5 и 6 млн штук всхожих семян на 1 га, что на 1–3 % больше, чем лабораторная всхожесть семян в вариантах с нормами высева 7–10 млн штук всхожих семян на 1 га (НСР₀₅ главного эффекта В – 1 %).

Таким образом, в среднем за 2012–2014 гг. для льна масличного ВНИИМК 620 установлено преимущество обычного рядового способа посева с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га, при этом обеспечивается формирование наибольшей урожайности семян – 13,1 ц/га. В данном варианте густота стояния растений к уборке составила 436 шт./м², выживаемость растений в течение вегетации – 82 %, масса семян – 0,39 г и их количество – 47,6 шт. на растении. Данный вариант обеспечивал прибавку урожайности семян 0,8–3,4 ц/га или 6,1–25,9 % при большей на 1,1–8,8 тыс. м²/га площади листьев в фазе цветения, в сравнении с аналогичным показателем в вариантах с нормами высева 5, 6, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га при этом же способе посева. При узкорядном способе посева наибольшая урожайность семян 10,3 ц/га отмечена при норме высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га, их полевой всхожести 41 %, 6,3 шт. коробочек, 0,26 г массы семян на растении, 427 шт./м² растений к уборке. При обычном рядовом посеве на формирование 1 т семян с учётом соответствующего количества соломы лён масличный выносит азота – 19,8 кг, фосфора – 11,0 кг и калия – 23,0 кг. Увеличение на 99–143 кг/га сбора масла льна масличного происходит при посеве обычным рядовым способом с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га относительно сбора масла при нормах высева 5, 6, 9 и 10 млн штук всхожих семян на 1 га.

7. РЕАКЦИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ВНИИМК 620 НА ГЛУБИНУ ПОСЕВА СЕМЯН

7.1. Урожайность и обоснование её структурой

Анализ урожайности по вариантам опыта выявил реакцию льна масличного ВНИИМК 620 на глубину посева семян (таблица 89). В условиях 2012 г. наибольшую урожайность семян обеспечил вариант с глубиной посева на 3,1–4,0 см, прибавка урожайности составила 11–35 г/м² в сравнении с урожайностью семян в остальных изучаемых вариантах опыта (НСР₀₅ – 7 г/м²). Абиотические условия 2013 г. способствовали формированию урожайности семян в среднем по вариантам опыта 38 г/м². Посев семян на глубину 1,1–2,0 см, 2,1–3,0 см обусловил существенное снижение на 4–8 г/м² урожайности в отличие от данного показателя в контрольном варианте при НСР₀₅ – 2 г/м².

Таблица 89 – Урожайность семян при разной их глубине посева, г/м²

Глубина посева семян, см	Год			Средняя за 2012–2014 гг.
	2012	2013	2014	
1,1–2,0	190	33	216	146
2,1–3,0	198	37	288	174
3,1–4,0 (контроль)	209	41	295	182
4,1–5,0	174	40	271	162
5,1–6,0	179	40	215	145
Среднее	190	38	257	162
НСР ₀₅	7	2	4	3

В условиях 2014 г. посев семян на глубину 3,1–4,0 см обеспечил прибавку урожайности 7–80 г/м², в сравнении с урожайностью в вариантах с более мелкой (1,1–2,0 см, 2,1–3,0 см) и более глубокой (4,1–5,0 см, 5,1–6,0 см) глубиной посева (НСР₀₅ – 4 г/м²).

По результатам 3-летних исследований установлено, что глубина посева семян на 3,1–4,0 см способствовала возрастанию на 8–37 г/м², или на 4,4–20,3 %, урожайности семян относительно аналогичного показателя в других изучаемых вариантах опыта (НСР₀₅ – 3 г/м²).

Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на глубину посева семян проявилась и в урожайности соломы (таблица 90).

Таблица 90 – Урожайность соломы при разной глубине посева, г/м²

Глубина посева семян, см	Год			Среднее	Отношение урожайности семян к урожайности соломы
	2012	2013	2014		
1,1–2,0	278	69	172	173	0,8
2,1–3,0	270	71	174	171	1,0
3,1–4,0 (контроль)	332	69	180	194	0,9
4,1–5,0	353	72	167	198	0,8
5,1–6,0	357	64	180	200	0,7
Среднее	318	69	175	187	-
НСР ₀₅	8	3	6	4	0,1

В условиях 2012 г. урожайность соломы при глубине посева семян на 3,1–4,0 см составила 332 г/м², что на 58–62 г/м² выше относительно аналогичного показателя в вариантах, где был проведён посев на более мелкую глубину (1,1–2,0 см, 2,1–3,0 см). Существенное увеличение на 21–25 г/м² урожайности соломы отмечено при глубине посева семян 4,1–5,0 см и 5,1–6,0 см, по отношению к данному показателю в контрольном варианте при НСР₀₅ – 8 г/м².

В абиотических условиях 2013 г. по вариантам опыта сформировалась урожайность соломы 64–72 г/м². При посеве семян на глубину 1,1–2,0 см и 2,1–3,0 см существенного изменения урожайности соломы в сравнении с урожайностью в контрольном варианте не выявлено (НСР₀₅–3 г/м²). Прибавка урожайности соломы 5 г/м² сформировалась при глубине посева семян соответственно на 4,1–5,0 см и 5,1–6,0 см по отношению к аналогичному показателю в контрольном варианте.

В 2014 г. снижение на 6–13 г/м² урожайности соломы льна масличного выявлено при посеве семян на глубину 1,1–2,0 см, 2,1–3,0 см и 4,1–5,0 см в сравнении с данным показателем при глубине посева на 3,1–4,0 см (НСР₀₅ –6 г/м²). При самой глубоком посеве семян получена урожайность соломы (180 г/м²) на одном уровне с урожайностью в контрольном варианте.

В среднем за 2012–2014 гг. исследований урожайность соломы при разной глубине посева варьировала от 171 до 200 г/м². Бо-

лее глубокий посев семян на 4,1–5,0 см и 5,1–6,0 см способствовал формированию большей на 4–6 г/м², или на 2–3 %, урожайности соломы, чем данный показатель в контрольном варианте опыта при НСР₀₅ – 4 г/м², а более мелкий посев семян (1,1–2,0 см и 2,1–3,0 см) обусловил снижение на 21–23 г/м² (10,8–11,8 %) урожайности соломы.

Растения льна масличного при глубине посева на 2,1–3,0 см имеют соотношение урожайности семян к урожайности соломы 1,0 : 1,0, в контрольном варианте опыта 0,9 : 1,0.

Изменения урожайности семян и соломы при различной глубине посева обусловлены различием элементов её структуры (таблица 91). Посев семян на глубину 2,1–3,0 см способствовал формированию одинаковой их полевой всхожести – 60 %, выживаемости растений за вегетационный период – 79 %, и густоты стояния растений перед уборкой – 376–378 шт./м², чем аналогичные значения в контрольном варианте.

Таблица 91 – Элементы структуры урожайности при разной глубине посева семян (среднее за 2012–2014 гг.)

Глубина посева семян, см	Полевая всхожесть семян, %	Выживаемость растений за вегетацию, %	Растений к уборке, шт./м ²
1,1–2,0	59	73	344
2,1–3,0	60	79	378
3,1–4,0 (контроль)	60	79	376
4,1–5,0	57	78	353
5,1–6,0	53	78	331
НСР ₀₅	1	1	4

Более мелкая глубина посева семян 1,1–2,0 см и более глубокая – 4,1–5,0 см, 5,1–6,0 см значительно снижали на 1–7 % полевую всхожесть семян и на 1–6 % выживаемость растений за вегетационный период, в отличие от данных показателей в контрольном варианте (НСР₀₅ – 1 % и 1 % соответственно). При чём в этих же вариантах наблюдали меньше на 23–45 шт./м² (6–12 %) растений к уборке, в сравнении с данным показателем при посеве на глубину 3,1–4,0 см при НСР₀₅ – 4 шт./м².

За 2012–2014 гг. исследований растения с наибольшим количеством коробочек 9,9 шт., семян 57,3 шт. и их массой 0,47 г на растении сформировались при глубине посева 3,1–4,0 см (таблица 92). Растения с меньшим на 0,7–1,3 шт. коробочек, семян – на 2,3–6,3 шт., их массы – на 0,02–0,05 г на растении сформировались во всех вариантах опыта сравнительно аналогичного показателя в контрольном варианте (НСР₀₅ – 0,1 шт., 0,9 шт., 0,01 г соответственно). Этим и обусловлена большая на 4,4–20,3 % урожайность семян при их посеве на глубину 3,1–4,0 см. Возрастание на 0,2 г массы 1000 семян выявлено в вариантах с более глубоким их посевом 4,1–5,0 см и 5,1–6,0 см, чем аналогичный показатель в варианте с посевом на глубину 3,1–4,0 см (НСР₀₅ – 0,1 г). При посеве на глубину 1,1–2,0 см сформировались в урожае относительно мелкие семена, с массой 1000 штук на 0,2–0,4 г меньше, чем данный показатель во всех остальных изучаемых вариантах опыта.

Таблица 92 – Продуктивность растения при разной глубине посева семян (среднее за 2012–2014 гг.)

Глубина посева семян, см	На растении, шт.		Масса семян растения, г	Масса 1000 семян, г	Масса растения, г
	коробочек	семян			
1,1–2,0	9,1	53,8	0,42	7,7	0,49
2,1–3,0	8,6	55,0	0,45	7,9	0,44
3,1–4,0 (контроль)	9,9	57,3	0,47	7,9	0,50
4,1–5,0	9,0	53,2	0,44	8,1	0,54
5,1–6,0	9,2	51,0	0,42	8,1	0,57
НСР ₀₅	0,1	0,9	0,01	0,1	0,01

Существенное увеличение на 0,04–0,07 г массы растения обеспечила глубина посева семян на 4,1–5,0 см и 5,1–6,0 см; снижение на 0,01–0,06 г массы растения – глубина посева на 1,1–2,0 см и 2,1–3,0 см в сравнении с аналогичным показателем в варианте с глубиной посева на 3,1–4,0 см при НСР₀₅ – 0,01 г.

Лён масличный на глубину посева семян отреагировал также изменением морфологических показателей растений (таблица 93). По вариантам опыта сформировались растения, имеющие в среднем общую длину стебля – 37,6–38,2 см, техническую длину –

19,9–22,1 см и диаметром стебля – 1,58–1,73 мм. Различий по вариантам опыта по общей длине стебля растений льна не выявлено.

Таблица 93 – Показатели морфологического анализа растений при различной глубине посева семян (среднее за 2012–2014 гг.)

Глубина посева семян, см	Общая длина стебля, см	Техническая длина стебля, см	Диаметр стебля, мм
1,1–2,0	37,6	20,8	1,64
2,1–3,0	37,8	19,9	1,73
3,1–4,0 (контроль)	37,8	20,2	1,68
4,1–5,0	37,6	22,1	1,61
5,1–6,0	38,2	21,3	1,58
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_{05}$	0,7	0,03

Большая на 1,1–1,9 см техническая длина стебля отмечена при увеличении глубины посева семян до 4,1–5,0 см, 5,1–6,0 см, чем аналогичный показатель в контрольном варианте (НСР₀₅ – 0,7 см). Растения с наибольшим диаметром стебля 1,73 мм сформировались при посеве семян на 2,1–3,0 см. Во всех остальных изучаемых вариантах с глубиной посева семян растения имели меньший на 0,05–0,15 мм диаметр при НСР₀₅ – 0,03 мм.

Положительная сильная корреляционная связь урожайности семян льна масличного ВНИИМК 620 выявлена (таблицы 94 и 95) с массой семян растения ($r=0,93$), с густотой стояния растений к уборке ($r=0,92$), с количеством семян на растении ($r=0,79$), прямая средняя корреляционная связь – с полевой всхожестью семян ($r=0,65$), с выживаемостью растений в течение вегетации ($r=0,55$), с диаметром стебля ($r=0,43$), с количеством семян в коробочке ($r=0,32$).

Таблица 94 – Коэффициенты корреляции и детерминации между урожайностью семян и элементами её структуры (среднее за 2012–2014 гг.)

Вариант	r	s _r	d _{yx}	t _r
Масса семян растения	0,93*	0,04	0,87	24,16
Растений к уборке	0,92*	0,04	0,84	21,89
Семян на растении	0,79*	0,07	0,62	11,63
Полевая всхожесть семян	0,65*	0,09	0,42	7,41
Выживаемость растений в течение вегетации	0,55*	0,10	0,30	5,59
Диаметр стебля	0,43*	0,11	0,19	3,89
Семян в коробочке	0,32*	0,12	0,11	2,68

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

Установлена положительная сильная корреляционная связь урожайности соломы льна масличного ВНИИМК 620 с массой растения ($r=0,85$), прямая средняя корреляция – с выживаемостью растений ($r=0,33$), с технической длиной стебля ($r=0,32$), отрицательная средняя связь с диаметром стебля ($r=-0,48$).

Таблица 95 – Коэффициенты корреляции и детерминации между урожайностью соломы и элементами её структуры (среднее за 2012 – 2014 гг.)

Вариант	r	s _r	d _{yx}	t _r
Масса растения	0,85*	0,06	0,72	14,75
Выживаемость растений в течение вегетации	0,33*	0,12	0,11	2,72
Техническая длина стебля	0,32*	0,12	0,10	2,62
Диаметр стебля	-0,48*	0,18	0,23	-2,68

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

На основе полученных результатов по выявлению реакции льна масличного ВНИИМК 620 на глубину посева семян была рассчитана доля влияния изучаемого приёма и абиотических условий на формирование урожайности семян (таблица 96).

Таблица 96 – Доля влияния глубины посева и абиотических условий на урожайность семян, %

Глубина посева (А)	Год (В)	Сочетание (А х В)	Случайные факторы
2,4*	94,1*	2,7*	0,8

Примечание: * – достоверно на 95 % уровне вероятности.

Доля влияния абиотических условий на урожайность семян льна масличного составила 94,1 %. Глубина посева и случайные факторы меньше влияли на изменение урожайности семян (2,4 и 0,8 % соответственно).

7.2. Сопутствующие наблюдения и исследования

7.2.1. Содержание жира в семенах и сбор масла

В урожае семена, при различной их глубине посева в годы исследований, имели содержание жира 32,7–45,2 %. В условиях 2012 и 2013 г. в среднем по вариантам опыта семена содержали жира 40,1–40,4 % соответственно. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на абиотические условия 2014 г. проявились относительно

большим содержанием жира в семенах в среднем по вариантам опыта, по сравнению с данным показателем в 2012 и 2013 гг.

По усредненным за годы исследований данным массовая доля жира в семенах при разной глубине посева составила 38,7–43,0 % (таблица 97).

Таблица 97 – Массовая доля жира в семенах и сбор масла с урожаем семян при разной глубине посева

Глубина посева семян, см	Массовая доля жира в семенах, %				Сбор масла, кг/га (среднее за 2012–2014 гг.)
	год			средняя за 2012–2014 гг.	
	2012	2013	2014		
1,1–2,0	40,9	43,2	44,9	43,0	554
2,1–3,0	41,8	41,6	45,2	42,9	669
3,1–4,0 (контроль)	36,8	42,4	43,2	40,8	650
4,1–5,0	41,5	42,3	45,3	43,0	623
5,1–6,0	39,4	32,7	44,1	38,7	523
Среднее	40,1	40,4	44,5	—	604
НСР ₀₅	—	—	—	F _φ < F ₀₅	F _φ < F ₀₅

За 2012–2014 гг. исследований сбор масла по вариантам опыта составил 604 кг/га. Существенных различий по массовой доле жира в семенах и сбору масла с урожаем семян между вариантами опыта не установлено.

7.2.2. Содержание луба в соломе льна масличного

При разной глубине посева солома содержала луба 13–15 % (таблица 98).

Таблица 98 – Содержание луба в соломе при разной глубине посева семян (среднее 2012–2014 гг.)

Глубина посева семян, см	Содержание луба, %
1,1–2,0	15
2,1–3,0	15
3,1–4,0 (к)	14
4,1–5,0	13
5,1–6,0	14
НСР ₀₅	1

Повышение содержания луба в соломе на 1 % выявлено в вариантах с посевом семян на глубину менее 3,1 см, а снижение

на 1 % – при посеве семян на 4,1–5,0 см, в сравнении с содержанием луба в соломе в контрольном варианте при НСР₀₅ – 1 %.

7.2.3. Химический состав семян и соломы

В 2012–2014 гг. исследований большее на 0,20–0,41 % содержание азота в урожае семян наблюдали при их посеве на глубину 1,1–3,0 см и на 4,1–5,0 см, чем данный показатель в варианте контроля при НСР₀₅ – 0,15 % (таблица 99).

Таблица 99 – Содержание азота, фосфора и калия в семенах при разной их глубине посева, % на сухое вещество (среднее за 2012–2014 гг.)

Глубина посева семян, см	Азот	Фосфор	Калий
1,1–2,0	3,39	1,54	1,49
2,1–3,0	3,18	1,45	1,40
3,1–4,0 (контроль)	2,98	1,49	1,43
4,1–5,0	3,27	1,55	1,42
5,1–6,0	3,09	1,47	1,43
НСР ₀₅	0,15	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

По содержанию фосфора и калия в урожае семян по вариантам опыта не выявили существенных различий. Содержание данных элементов в семенах варьировало от 1,45 до 1,55 % и от 1,40 до 1,49 % соответственно.

Солома льна масличного содержала азота 0,46–0,52 %, при этом также значимых различий варианты опыта не проявили (таблица 100).

Таблица 100 – Содержание азота, фосфора и калия в соломе при разной глубине посева семян, % на сухое вещество (среднее за 2012–2014 гг.)

Глубина посева семян, см	Азот	Фосфор	Калий
1,1–2,0	0,50	0,28	1,98
2,1–3,0	0,46	0,32	2,03
3,1–4,0 (контроль)	0,46	0,30	1,94
4,1–5,0	0,49	0,34	2,05
5,1–6,0	0,52	0,25	1,84
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_{05}$	0,04	0,09

Посев семян на глубину 4,1–5,0 см способствовал повышению на 0,04 % содержания фосфора в соломе, а вариант с посевом на

глубину 5,1–6,0 см – снижению на 0,05 %, по отношению к аналогичному показателю в контрольном варианте ($НСП_{05} = 0,04$ %). При разной глубине посева семян солома содержала калия 1,84–2,05 %. Увеличение на 0,09–0,11 % содержания калия в соломе наблюдали в вариантах с глубиной посева семян 2,1–3,0 см и 4,1–5,0 см, в сравнении с данным показателем в контрольном варианте опыта при $НСП_{05} = 0,09$ %. Более глубокий посев семян на 5,1–6,0 см способствовал существенному снижению на 0,10 % содержания калия в соломе, по отношению к аналогичному показателю в варианте с глубиной посева семян на 3,1–4,0 см.

7.2.4. Вынос азота, фосфора и калия с льнопродукцией

В среднем за годы исследований лён масличный ВНИИМК 620 с урожаем семян выносит N 39,3–43,6 кг/га, P_2O_5 18,7–23,7 кг/га, K_2O 18,2–22,8 кг/га (таблица 101). Наибольший вынос фосфора с урожаем семян 23,7 кг/га выявлен при посеве семян на глубину 3,1–4,0 см, что на 1,5–5,0 кг/га больше выноса фосфора с урожаем семян в остальных изучаемых вариантах опыта. Вынос азота с урожаем соломы льна масличного при разной глубине посева семян составил 6,4–6,9 кг/га, фосфора – 3,4–5,0 кг/га, калия – 24,7–30,2 кг/га. Средняя потребность льна масличного в основных элементах на 1 т семян с учётом урожайности соломы составила соответственно N – 27,8 кг, P – 13,8 кг и K – 26,3 кг.

Таблица 101 – Вынос азота, фосфора и калия с урожаем льнопродукции при разной глубине посева семян (среднее за 2012–2014 гг.)

Глубина посева семян, см	Семена, кг/га			Солома, кг/га			На 1 т семян с соответствующим количеством соломы, кг		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
1,1–2,0	43,6	19,8	19,2	6,4	3,7	28,1	28,9	13,6	27,3
2,1–3,0	48,6	22,2	21,5	6,4	4,7	29,9	32,1	15,7	30,0
3,1–4,0 (контроль)	47,2	23,7	22,8	6,9	4,7	29,6	28,0	14,7	27,2
4,1–5,0	46,4	22,1	20,3	6,9	5,0	30,2	27,0	13,7	25,5
5,1–6,0	39,3	18,7	18,2	6,8	3,4	24,7	23,0	11,1	21,5
Среднее	45,0	21,3	20,4	6,7	4,3	28,5	27,8	13,8	26,3
$НСП_{05}$	0,9	0,6	1,1	$F_{\phi} < F_{05}$	0,3	1,5	0,7	0,4	1,1

Наибольший вынос азота, фосфора и калия с 1 т основной продукции (семена) с учётом побочной (солома) наблюдали в варианте с посевом на глубину 2,1–3,0 см (32,1, 15,7 и 30,0 кг соответственно).

7.2.5. Посевные качества семян в урожае

За 2012–2014 гг. исследований отмечено, что в изучаемых вариантах опыта по глубине посева сформировались семена с разной энергией прорастания и лабораторной всхожестью семян (таблица 102).

Таблица 102 – Посевные качества семян при разной глубине посева в урожае (среднее за 2012–2014 гг.)

Глубина посева семян, см	Энергия прорастания семян, %	Лабораторная всхожесть семян, %
1,1–2,0	90	93
2,1–3,0	89	92
3,1–4,0 (контроль)	91	93
4,1–5,0	91	94
5,1–6,0	90	93
Среднее	90	93
НСР ₀₅	1	$F_{\phi} < F_{05}$

Все изучаемые варианты опыта снижали энергию прорастания на 1–3 %, кроме варианта с глубиной посева 4,1–5,0 см, сравнительно аналогичного показателя в варианте контроля при НСР₀₅ – 1 %. Лабораторная всхожесть семян льна масличного, полученная в урожае по вариантам опыта составила 92–94 % и не зависела от глубины посева семян.

В целом по результатам 3-летних исследований, проведённых на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве для льна масличного ВНИИМК 620 определена оптимальная глубина посева семян – 3,1–4,0 см, которая обусловила формирование наибольшей урожайности семян 182 г/м², с густотой стояния растений перед уборкой 376 шт./м², и с массой семян растения – 0,47 г. Прибавка урожайности семян 4,4–20,3 % при посеве на глубину 3,1–4,0 см сопровождалось большим на 0,7–1,3 шт. коробочек, семян – на 2,3–6,3 шт. и их массой – на 0,02–0,05 г на растении, чем аналогич-

ные показатели, полученные в вариантах с уменьшением или увеличением глубины посева. В среднем по вариантам опыта вынос на 1 т семян с соответствующим количеством соломы составил: N 27,8 кг, P_2O_5 13,8 кг и K_2O 26,3 кг. При разной глубине посева семян содержание жира в семенах составила 36,8–45,2 %, сбор масла с урожаем семян – 523–669 кг/га.

8. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ

8.1. Производственные испытания

Производственные испытания эффективности приёмов посева льна масличного ВНИИМК 620 проводили в 2012 г. в ОАО «Мир» Сарапульского района, в 2013–2014 гг. в СПК им. Калинина Дебёсского района.

Предпосевная обработка семян льна масличного препаратом Борогум М и смесью микроудобрений в производственных испытаниях повышала урожайность семян на 0,7–1,8 ц/га (7,6–19,6 %) и тресты на 2,3–2,7 ц/га (9,3–10,9 %), по сравнению с данными показателями в варианте без обработки при НСР₀₅–0,3 и 2,2 ц/га соответственно (таблица 103). Прибавка урожайности семян при предпосевной обработке смесью микроудобрений существенно превышает на 1,1 ц/га прибавку урожайности при обработке семян Борогумом М.

Таблица 103 – Результаты производственного испытания предпосевной обработки семян льна масличного ВНИИМК 620 (ОАО «Мир» Сарапульского района, 2012 г.)

Предпосевная обработка семян	Урожайность, ц/га		Растений к уборке, шт./м ²	Масса, г		Общая длина стебля, см	На растении	
	семян	соломы		семян растения	1000 семян		коро- бочек	семян
Без обработки (контроль)	9,2	24,8	516	0,22	7,82	35,8	6,6	28,6
Борогум М	9,9	27,1	551	0,23	7,85	37,7	6,7	29,3
Смесь микроудобрений	11,0	27,5	548	0,26	7,95	38,5	7,0	33,0
НСР ₀₅	0,3	2,2	20	0,01	0,07	1,6	0,3	1,7

Большая урожайность семян и соломы при обработке семян перед посевом препаратом Борогум М и смесью микроудобрений сопровождалась возрастанием растений к уборке на 32–35 шт./м² (НСР₀₅ – 20 шт./м²) и формированием растений с большей массой

семян – на 0,01–0,04 г (НСР₀₅ – 0,01 г). Обработка семян перед посевом смесью микроудобрений способствовала увеличению на 0,4 шт. коробочек (НСР₀₅ – 0,3 шт.), на 4,4 шт. – семян (НСР₀₅ – 1,7 шт.) на растении и на 0,13 г – массы 1000 семян (НСР₀₅ – 0,07 г), чем аналогичные показатели в контрольном варианте. Предпосевная обработка семян смесью микроудобрений характеризовалась повышенной на 11 % урожайностью семян, в отличие от урожайности семян при обработке Борогумом М и обусловлена большим на 0,3 шт. коробочек, на 3,7 шт. – семян на растении, на 0,03 г – массой семян на растении и на 0,1 г – массой 1000 семян. Изучаемые варианты обработки семян перед посевом льна масличного увеличивали общую длину стебля на 1,9–2,7 см, по отношению к общей длине стебля в варианте контроля при НСР₀₅ – 1,6 см.

В 2013 г. производственную проверку эффективности приёмов технологии возделывания льна масличного ВНИИМК 620, включающую посев в возможно ранний срок, обычный рядовой способ посева, норму высева – 8 млн штук всхожих семян на 1 га и глубину 3,0–4,0 см, проводили в СПК им. Калинина Дебёсского района (таблица 104). При данных приёмах посева лён масличный сформировал урожайность семян 8,6 ц/га и соломы 11,9 ц/га. При этом густота стояния растений к уборке составила 477 шт./м², масса семян растения – 0,23 г. Комплекс приёмов посева способствовал формированию общей длины стебля 32,5 см с его диаметром 1,5 мм.

Таблица 104 – Результаты производственного испытания приёмов посева льна масличного ВНИИМК 620 (СПК им. Калинина Дебёсского района, 2013 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га		Растений к уборке, шт./м ²	Масса семян растения, г	Семян на растении, шт.	Масса 1000 семян, г
	семян	соломы				
Приёмы посева (срок посева – возможно ранний; способ посева – обычный рядовой; норма высева – 8 млн штук всхожих семян на 1 га; глубина посева – 3,0–4,0 см)	8,6	11,9	477	0,23	29,5	7,8

В 2014 г. при производственной проверке разных сроков посева льна масличного Северный и ВНИИМК 620 в СПК им. Калинина Дебёсского района возможно ранний срок обеспечил увеличение на 2,7 и 3,6 ц/га урожайности семян соответственно, чем урожайность семян в варианте с запаздыванием с посевом на 10 суток от возможно раннего (таблица 105). Лен масличный сорта Северный сформировал прибавку урожайности семян за счет увеличения на 263 шт./м² растений к уборке, на 0,8 г массы 1000 семян, по сравнению с аналогичными показателями при позднем сроке посева. Однако посев льна масличного сорта Северный в возможно ранний срок способствовал снижению на 4,3 шт. коробочек и на 27,0 шт. семян растений, в сравнении с данными показателями при посеве 10 сутки от возможно раннего. Наибольшая урожайность семян льна масличного сорта ВНИИМК 620 при возможно раннем сроке посева обусловлена формированием с большей на 0,5 г массой 1000 штук и на 0,13 г массой семян на растении, а также увеличением на 3,4 шт. коробочек и на 12,5 шт. семян на растении в сравнении с данными показателями в варианте посева через 10 суток от возможно раннего.

Таблица 105 – Результаты производственного испытания сроков посева в технологии возделывания сортов льна масличного (СПК им. Калинина Дебёсского района, 2014 г.)

Предпосевная обработка семян	Урожайность, ц/га		Растений к уборке, шт./м²	Масса, г		Общая длина стебля, см	На растении	
	семян	соломы		семян растения	1000 семян		коробочек	семян
Северный								
Возможно ранний (контроль)	15,6	7,7	707	0,46	7,2	60	12,4	64,3
Через 10 суток	12,9	10,3	444	0,59	6,4	54	16,7	91,3
ВНИИМК 620								
Возможно ранний (контроль)	14,2	10,6	537	0,57	7,7	64	14,3	73,8
Через 10 суток	10,6	7,5	555	0,44	7,2	58	10,9	61,3

Таким образом, производственные испытания подтверждают закономерности, которые были получены раньше в полевых и микрополевых опытах.

8.2. Энергетическая оценка

Энергетическая оценка технологии возделывания льна масличного ВНИИМК 620 с разными сроками посева на опытном поле ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА» в 2012–2014 гг. показала преимущество посева в возможно ранний срок и на 5 сутки от него (таблица 106).

Коэффициент энергетической эффективности в обоих сроках посева составил 1,98, что на 0,11–0,44 выше, чем данный коэффициент при остальных изучаемых сроках посева. При этом выход биоэнергии с 1 га также возрастает на 1 654–6 825 МДж/га при ранних сроках посева по сравнению с выходом биоэнергии при посеве на 7 и 10 сутки от возможно раннего срока.

При посеве льна масличного ВНИИМК 620 обычным рядовым способом с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га было затрачено 13 898 МДж/га энергии, что на 1 554 МДж/га больше, чем затраты энергии при посеве узкорядным способом с нормой высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га. При этом коэффициент энергетической эффективности на получение продукции льна масличного при обычном рядовом способе посева с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га превышал на 0,22 единицы коэффициент энергетической эффективности при посеве узкорядным способом с нормой высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га.

Энергетическая оценка технологии возделывания льна масличного ВНИИМК 620 с разной предпосевной обработкой семян в ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА» показала преимущество обработки семян перед посевом ТМТД отдельно, совместно со смесью микроудобрений и совместно с гуматом калия, где был обеспечен коэффициент энергетической эффективности 2,30–2,32.

Таблица 106 – Энергетическая оценка возделывания льна масличного
ВНИИМК 620 при разных приёмах посева на опытном поле
ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА» (среднее за 2012–2014 гг.)

Вариант	Полные затраты энергии		Выход био-энергии, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
	МДж/га	МДж/кг продукции		
Срок посева семян				
Возможно ранний (контроль)	14 198	10,4	28 125	1,98
Через 5 суток	13 998	10,4	27 711	1,98
Через 7 суток	13 939	11,1	26 057	1,87
Через 10 суток	13 822	13,4	21 300	1,54
Норма высева и способ посева				
Обычный рядовой способ посева с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га	13 898	10,6	27 091	1,95
Узкорядный способ посева с нормой высева 6 млн штук всхожих семян на 1 га	12 344	12,0	21 300	1,73
Предпосевная обработка семян				
1. Без обработки (контроль)	15 161	10,2	30 606	2,02
2. Вода (контроль)	15 170	10,3	30 400	2,00
3. Экстракт из проростков озимой ржи	15 572	9,2	34 949	2,24
4. Гумат калия	15 350	9,2	34 329	2,24
5. ТМТД	15 735	9,0	36 190	2,30
6. Смесь микроудобрений (В, Cu, Zn)	15 679	9,1	35 570	2,27
7. Смесь микроудобрений и ТМТД	15 728	8,9	36 397	2,31
8. Экстракт из проростков озимой ржи и ТМТД	15 891	9,0	36 397	2,29
9. Гумат калия и ТМТД	15 863	8,9	36 810	2,32
10. Борогум М	14 823	9,1	33 708	2,27

Анализ энергетической эффективности технологии возделывания льна масличного в ОАО «Мир» Сарапульского района показал, что предпосевная обработка семян Борогумом М и смесью микроудобрений приводит к снижению затрат энергии на 0,9–2,3 МДж за 1 кг полученной продукции и повышению на 1447–3722 МДж/га выхода биоэнергии по отношению к аналогич-

ным показателям в контрольном варианте без обработки (таблица 107).

Таблица 107 – Энергетическая оценка предпосевной обработки семян льна масличного ВНИИМК 620 в ОАО «Мир» Сарапульского района, 2012 г.

Вариант	Полные затраты энергии		Выход биоэнергии, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
	МДж/га	МДж/кг продукции		
Без обработки (контр.)	15 167	16,5	19 026	1,25
Борогум М	15 457	15,6	20 473	1,32
Смесь микроудобрений	15 605	14,2	22 748	1,46

Это привело к возрастанию на 0,07–0,21 коэффициента энергетической эффективности в данных вариантах с предпосевной обработкой семян.

В 2013 г. применение разработанного комплекса приёмов посева в технологии возделывания льна масличного ВНИИМК 620 в СПК им. Калинина Дебёсского района более эффективно: выход валовой биоэнергии составил – 17 785 МДж/га, при это затраты энергии на 1 кг продукции – 16,3 МДж (таблица 108). Анализ энергетической оценки внедрения изучаемых приёмов посева показал, что коэффициент энергетической эффективности составил 1,27.

Таблица 108 – Энергетическая оценка приемов посева льна масличного ВНИИМК 620 в СПК им. Калинина Дебёсского района, 2013 г.

Вариант	Полные затраты энергии		Выход биоэнергии, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
	МДж/га	МДж/кг продукции		
Приёмы посева (срок посева – возможно ранний; способ посева – обычный рядовой; норма высева всхожих семян – 8 млн шт./га; глубина посева – 3,0–4,0 см)	13 976	16,3	17 785	1,27

В результате исследований в СПК им. Калинина Дебёсского района в 2014 г. выявлено, что наиболее энергетически эффективным был вариант с возможно ранним сроком посева льна масличного сортов ВНИИМК 620 и Северный (таблица 109). Полные затраты энергии производства 1 кг льнопродукции обоих сортов при посеве семян в возможно ранний срок снижались на 1,5–2,5 МДж, по сравнению с аналогичным показателем при посеве на 10 суток от возможно раннего срока, за счет большего на 5 584–7 445 МДж/га выхода биоэнергии.

Таблица 109 – Энергетическая оценка сроков посева в технологии возделывания сортов льна масличного в СПК им. Калинина Дебёсского района, 2014 г.

Вариант	Полные затраты энергии		Выход биоэнергии, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
	МДж/га	МДж/кг продукции		
Северный				
Возможно ранний (контроль)	14 164	9,1	32 261	2,28
Через 10 суток	13 726	10,6	26 677	1,94
ВНИИМК 620				
Возможно ранний (контроль)	13 601	9,6	29 366	2,16
Через 10 суток	12 857	12,1	21 921	1,70

Поэтому возможно ранний срок посева льна масличного Северный и ВНИИМК 620 обеспечил повышение коэффициента энергетической эффективности на 0,34 и 0,46 соответственно в сравнении с данным коэффициентом в варианте с более поздним сроком посева.

8.3. Экономическая оценка

Трёхлетние исследования, проведённые на опытном поле ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА» показали, что посев льна масличного ВНИИМК 620 в возможно ранний срок и через 5 суток от него позволил получить наибольшую урожайность семян – 13,6 и 13,4 ц/га соответственно, при этом данные варианты способствова-

ли снижению на 24,9–116,9 р. себестоимости производства 1 ц семян относительно аналогичного показателя в вариантах с остальными изучаемыми сроками посева (таблица 110). При этом обеспечивался уровень рентабельности производства семян 65–67 %.

Таблица 110 – Экономическая эффективность возделывания льна масличного при разных приёмах посева на опытном поле ОАО «Учхоз Июльское ИжГСХА» (среднее за 2012–2014 гг.)

Вариант	Урожай- ность, ц/га		Стои- мость продук- ции, тыс.р./га	Всего затрат на 1 га, тыс.р.	Уровень рента- бельно- сти, %	Себесто- имость, р./ц (семена)
	се- мена	трес ты				
Срок посева семян						
Возможно ранний (контроль)	13,6	13,4	48,3	28,9	67	424,7
Через 5 суток	13,4	13,4	47,6	28,8	65	429,2
Через 7 суток	12,6	14,1	44,8	28,7	57	454,1
Через 10 суток	10,3	14,0	36,7	27,9	32	541,6
Норма высева и способ посева семян						
Обычный рядовой способ посева с нор- мой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га	13,1	11,6	46,4	28,0	66	427,4
Узкорядный способ посева с нормой вы- сева 6 млн штук всхожих семян на 1 га	10,3	8,9	36,5	25,4	43	493,9
Предпосевная обработка семян						
1. Без обработки (кон- троль)	14,8	17,9	42,3	28,2	50	380,8
2. Вода (контроль)	14,7	18,1	42,1	28,1	50	382,6
3. Экстракт из про- ростков озимой ржи	16,9	18,6	48,3	28,6	69	338,0
4. Гумат калия	16,6	17,6	47,4	28,7	65	346,2
5. ТМТД	17,5	19,8	50,0	29,4	70	336,5
6. Смесь микроудоб- рений (В, Cu, Zn)	17,2	19,9	49,2	29,3	68	340,9
7. Смесь микроудоб- рений и ТМТД	17,6	19,6	50,3	29,5	71	334,8
8. Экстракт из про- ростков озимой ржи и ТМТД	17,4	20,7	49,8	29,6	68	339,8
9. Гумат калия и ТМТД	17,8	20,6	50,9	29,7	71	333,6
10. Борогум М	16,3	19,7	46,6	28,9	61	355,1

Экономическая оценка результатов исследований по изучению норм и способов посева льна масличного ВНИИМК 620 показала, что обычный рядовой способ посева при норме высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га способствовал возрастанию производственных затрат на 2,6 тыс. руб./га, по сравнению с данным показателем при узкорядном способе. Однако стоимость продукции компенсирует данные затраты за счёт чего уровень рентабельности увеличивается на 23 %. Данный способ посева способствовал снижению на 66,5 руб. себестоимости 1 ц семян.

Результаты исследований в 2012–2014 гг. показали, что в вариантах опыта с предпосевной обработкой семян ТМТД отдельно, совместно со смесью микроудобрений и ТМТД совместно с гуматом калия получена наименьшая себестоимость семян – 333,6–336,5 р./ц. Данные варианты опыта позволили сформировать прибавку 2,7–3,1 ц/га урожайности семян, при этом уровень рентабельности повышался на 20–21 % сравнительно аналогичных показателей в вариантах контроля.

Экономическая оценка производственного испытания с предпосевной обработкой семян льна масличного ВНИИМК 620 Борогумом М и смесью микроудобрений в ОАО «Мир» Сарапульского района в 2012 г. обусловила получение производственных затрат 27,9–28,0 тыс. р./га (таблица 111). Себестоимость 1 ц семян в данных вариантах опыта была на 31,8–91,0 р. ниже, чем себестоимость семян в контрольном варианте без обработки.

Таблица 111 – Экономическая эффективность предпосевной обработки семян льна масличного ВНИИМК 620 в ОАО «Мир» Сарапульского района, 2012 г.

Вариант	Урожайность, ц/га		Стоимость продукции, тыс.р./га	Всего затрат на 1 га, тыс.р.	Уровень рентабельности, %	Себестоимость, р./ц (семена)
	семена	тресты				
Без обработки (контроль)	9,2	14,9	32,9	27,6	20	598,0
Борогум М	9,9	16,3	35,5	28,0	27	566,2
Смесь микроудобрений	11,0	16,5	39,3	27,9	41	507,0

Результаты исследований, проведённых в 2013 г. в СПК им. Калинина Дебёсского района, показали, что комплекс приёмов посева: возможно ранний срок, обычный рядовой способ, норма высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га, глубина посева 3,0–4,0 см, способствовал формированию урожайности семян 8,6 ц/га и получению стоимости продукции 30,5 тыс. р/га (таблица 112). При комплексе приёмов посева, применяемых в технологии возделывания льна масличного ВНИИМК 620 производственные затраты составили 26,0 тыс. руб./га, при этом уровень рентабельности был 17 %.

Таблица 112 – Экономическая эффективность технологии возделывания льна масличного ВНИИМК 620 в СПК им. Калинина Дебёсского района, 2013 г.

Вариант	Урожайность, ц/га		Стоимость продукции, тыс.р./га	Всего затрат на 1 га, тыс.р.	Уровень рентабельности, %	Себестоимость, р./ц (семена)
	семена	тресты				
Приёмы посева (срок посева – возможно ранний; способ посева – обычный рядовой; норма высева – 8 млн штук всхожих семян на 1 га; глубина посева – 3,0-4,0 см)	8,6	7,1	30,5	26,0	17	604,3

Экономическая оценка по результатам исследований в СПК им. Калинина Дебёсского района в 2014 г. при разных сроках посева льна масличного Северный и ВНИИМК 620 показала, что экономически выгодно высевать лен масличный Северный и ВНИИМК 620 в возможно ранний срок, так как при этом снижается себестоимость продукции на 55,5 и 95,1 р./ц соответственно, по отношению к аналогичными показателям при посеве на 10 сутки от возможно раннего срока (таблица 113).

Таблица 113 – Экономическая эффективность сроков посева в технологии возделывания сортов льна масличного в СПК им. Калинина Дебёсского района, 2014 г.

Вариант	Урожайность, ц/га		Стоимость продукции, тыс.р./га	Всего затрат на 1 га, тыс.р.	Уровень рентабельности, %	Себестоимость, р./ц (семена)
	семян	тресты				
Северный						
Возможно ранний (контроль)	15,6	4,6	54,8	26,7	106	342,0
Через 10 суток	12,9	4,3	45,4	25,6	77	397,5
ВНИИМК 620						
Возможно ранний (контроль)	14,2	6,4	50,0	26,0	92	366,4
Через 10 суток	10,6	4,5	37,3	24,5	53	461,5

При этом уровень рентабельности производства семян сортов Северный и ВНИИМК 620 при посеве в возможно ранний срок составил 106 и 92 % соответственно.

Таким образом, энергетическая, экономическая оценки и производственные испытания по приёмам посева показали преимущество посева в возможно ранний срок (коэффициент энергетической эффективности 1,98; себестоимость семян – 424,7 р./ц) обычным рядовым способом с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га (коэффициент энергетической эффективности 1,95; себестоимость семян – 427,4 р./ц). Варианты с предпосевной обработкой семян ТМТД отдельно, совместно со смесью микроудобрений и ТМТД совместно с гуматом калия имели больший на 0,28–0,32 коэффициент энергетической эффективности, относительно аналогичных показателей в вариантах без обработки и смачивание семян водой.

В 2012 г. в ОАО «Мир» Сарапульского района предпосевная обработка семян Борогумом М и смесью микроудобрений приводила к снижению затрат энергии на 0,9–2,3 МДж за 1 кг полученной продукции и себестоимости 1 ц семян на 31,8–91,0 р., по отношению к аналогичным показателям в контрольном варианте – без об-

работки. В 2014 г. в СПК им. Калинина Дебесского района установлено, что в технологии возделывания льна масличного Северный и ВНИИМК 620 преимущество имеет возможно ранний срок, при коэффициенте энергетической эффективности 2,28 и 2,16, уровне рентабельности – 106 и 92 % и себестоимости семян – 342,0 и 366,4 р./ц соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Реакция сортов ВНИИМК 620, Clark, Barbara на абиотические условия Среднего Предуралья выразилась формированием наибольшей урожайности семян – 139, 141 и 140 г/м² соответственно, при густоте стояния растений перед уборкой – 400–418 шт./м² с массой семян растения – 0,34–0,36 г, семян на растении – 48,6–57,0 шт. Сорта ВНИИМК 620 и Северный сформировали семена с массой 1000 шт. на 0,2–1,3 г, превышающей массу 1000 семян у остальных изучаемых сортов.

2. Наибольшая отзывчивость на условия года (коэффициент пластичности выше единицы) отмечена у сортов Clark ($b_i = 1,34$), Ставропольский край ($b_i = 1,18$), Culbert ($b_i = 1,11$). Сорта Norlin, ЛМ-96, N 3829, Atalante, Северный и Flanders ($b_i = 0,84–0,92$) реагировали слабее на изменение условий среды. Наименьшей стабильностью урожайности характеризовался сорт Clark.

3. Сорт Северный, в отличие от других сортов, на засушливые условия 2013 г. отреагировал формированием семян с относительно большим содержанием жира – 42,7 % в сравнении с данным показателем в 2012 и 2014 гг. (37,2 и 41,8 % соответственно).

4. Сорт льна масличного ВНИИМК 620 имеет соотношение урожайности семян к урожайности соломы 0,8 : 1,0, а сорта ЛМ-92, Северный и Ставропольский край – 0,5 : 1,0. Вынос азота, фосфора и калия на 1 т семян с соответствующим количеством соломы в среднем по всем сортам составляет: N – 28 кг, P₂O₅ – 10 кг и K₂O – 24 кг.

5. Реакция льна масличного ВНИИМК 620 на предпосевную обработку биологическими препаратами, микроудобрениями и фунгицидами проявилась прибавкой урожайности семян 16–31 г/м² (11–21 %) при НСР₀₅ – 3 г/м². Увеличение урожайности семян обусловлено возрастанием полевой всхожести на 1–5 %, густоты стояния растений к уборке – на 35–58 шт./м², массы семян с растения – на 0,02–0,04 г.

6. Лён масличный ВНИИМК 620 положительно отреагировал на возможно ранний срок посева и в течение 5 суток от него. Большая урожайность семян – 12,9–13,3 ц/га - в этих вариантах сформировалась за счёт повышения на 4–15 % полевой всхожести семян, на 0,02–0,06 г массы семян растения, на 2,4–7,8 шт. их количества, на 1,4–3,6 тыс. м²/га площади листовой поверхности в фазе цветения, на 56–202 тыс. м² х сут./га фотосинтетического потенциала за вегетационный период, и снижения на 5–8 шт./м² количества многолетних сорняков перед уборкой льна масличного относительно аналогичных показателей, полученных при посеве через 7 и 10 суток от возможно раннего срока.

7. Обычный рядовой способ посева льна масличного имел преимущество по урожайности семян 2,0 ц/га (17,8 %) над узкорядным способом посева. Прибавка урожайности семян обусловлена повышением полевой всхожести семян на 3 %, выживаемости растений за вегетацию – на 4 %, густоты стояния растений к уборке – на 47 шт./м², семян на растении – на 4,0 шт., их массы на растении – на 0,02 г.

8. Оптимальная норма высева семян для льна масличного при обычном рядовом способе посева – 8 млн штук всхожих семян на 1 га, при которой сформировалась наибольшая урожайность семян 13,1 ц/га при 436 шт./м² растений перед уборкой, 47,6 шт. – семян на растении, 0,39 г – массе семян с растения. Оптимальной нормой высева льна масличного при узкорядном способе посева является – 6 млн штук всхожих семян на 1 га, которая обусловила среднюю урожайность семян 10,3 ц/га при густоте стояния растений перед уборкой 309 шт./м², количестве семян с растения – 51,8 шт. и их массе – 0,42 г.

9. Наибольшая урожайность семян льна масличного сформировалась при глубине посева 3,1–4,0 см. Изменение глубины посева семян от контрольной на ± 2 см способствовало снижению на 8–37 г/м², или на 4,4–20,3 %, урожайности семян вследствие уменьшения на 2,3–6,3 шт. семян и на 0,02–0,05 г их массы на растении.

10. Содержание 70 химических элементов в семенах сортов льна масличного ВНИИМК 620 и ЛМ-98 зависело от сорта и абиотических условий вегетационного периода.

11. В урожай семян, полученных в вариантах с их предпосевной обработкой и с посевом в возможно ранний срок и в течение 5 суток от него, отмечено повышение на 1–5 % лабораторной всхожести семян в урожай относительно лабораторной всхожести семян, полученных в вариантах без обработки семян и увлажнении их водой, и с посевом через 7 и 10 суток от возможно раннего срока.

12. Растения льна масличного ВНИИМК 620 на 1 т основной продукции (семян) с соответствующим количеством побочной продукции (соломы) при разных приёмах посева выносят: N – 19,6–36,9 кг; P_2O_5 – 11,6–14,2 кг; K_2O – 21,5–26,3 кг.

13. Предпосевная обработка семян фунгицидом отдельно или совместно со смесью микроудобрений, или совместно с регулятором роста, посев в возможно ранний срок и первой пятидневке от него обычным рядовым способом с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на 1 га на глубину 3,1–4,0 см являются энергетически и экономически эффективными приёмами. Коэффициент энергетической эффективности составил 1,95–2,32 при уровне рентабельности 65–71 %.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В Среднем Предуралье на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве для адаптации технологии возделывания льна масличного рекомендовать следующий комплекс:

1. Наряду с сортом льна масличного ВНИИМК 620, допущенного к использованию в производство, возделывать сорт Северный, выделившийся по крупности семян и слабее реагирующий на изменение условий среды. Сорты Clark и Barbara, как перспективные по урожайности семян, передать на государственное сортоиспытание.

2. Перед посевом семена льна масличного ВНИИМК 620 обрабатывать отдельно фунгицидом ТМТД (ВСК 400 г/л, 4 л/т) или совместно со смесью микроудобрений (H_3BO_3 50 г д.в./т, CuSO_4 100 г д.в./т, ZnSO_4 40 г д.в./т), или совместно с гуматом калия (150 мл/т).

3. Лён масличный ВНИИМК 620 высевать в возможно ранний срок и в течение 5 суток от него обычным рядовым способом с нормой высева 8 млн штук всхожих семян на глубину – 3,1–4,0 см.

4. Для установления доз минеральных удобрений под лён масличный ВНИИМК 620 на 1 т семян с соответствующим количеством соломы использовать показатели выноса: N – 28,5 кг; P_2O_5 – 12,9 кг; K_2O – 23,7 кг.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абзалов, А. А. Значение координационных соединений микроэлементов в питании хлопчатника / А. А. Абзалов, Р. И. Хасанов, Т. П. Пирахунов // Микроэлементы в биологии и их применение в медицине / под ред. Б. А. Ягодина. – Самарканд, 1990. – С. 109–110.
2. Абрамов, Е. И. Хорошие семена – необходимое условие получения высокого урожая льна / Е. И. Абрамов // Возделывание льна-долгунца: сборник статей. – М., 1955. – 220 с.
3. Агротехника высоких урожаев масличных культур (на Юго-Востоке). – М.: Россельхозиздат, 1966. – С. 108–119.
4. Агроклиматический справочник по Удмуртской АССР. – Л. : Гидрометеорологическое изд-во, 1961. – 120 с.
5. Агроклиматические ресурсы Удмуртской АССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 115 с.
6. Адаптивная технология возделывания масличных культур: метод. рек. – Краснодар: ООО «Альбатрос плюс», 2011. – 185 с.
7. Александрова, Т. А. Хозяйственная ценность новых сортов льна-долгунца / Т. А. Александрова, А. Н. Марченков, Н. И. Лошаков [и др.] // Селекция, семеноводство, возделывание и первичная обработка льна-долгунца: сборник научных трудов ВНИИЛ. – Торжок, 1994. – Вып. 28-29. – С. 38–41.
8. Афанасьев, А. А. Почвенно-климатическая характеристика / А. А. Афанасьев // Льноводство. – М., 1949. – С. 45–49.
9. Аюханов, М. Б. Масличные культуры / М. Б. Аюханов. – Уфа: Башкирское книжное издательство, 1982. – 176 с.
10. Бейлис, В. М. Машины для возделывания зерновых культур и трав / В. М. Бейлис, В. Г. Егоров, А. П. Минеев – М. : Россельхозиздат, 1981. – 144 с.
11. Белопухов, С. Л. Агроэкологическая оценка последствия органико-минеральных удобрений при выращивании масличного льна на лёгких дерново-подзолистых почвах / С. Л. Белопухов, Н. К. Сюняев, О. И. Сюняева [и др.] // Агрохимия. – 2015а. – № 6. – С. 37–43.
12. Белопухов, С. Л. Влияние сернокислотных дождей на урожай и качество масличного льна в модельном эксперименте / С. Л. Белопухов, И. И. Дмитриевская, Д. С. Степанов [и др.] // Агроэкология. – 2015б. – Т. 1. – № 1. – С. 44–47.
13. Белопухов, С. Л. Микроэлементный состав льняного масла / С. Л. Белопухов, И. И. Дмитриевская, А. В. Жевнеров, А. Ю. Волков // Достижения науки и техники. – 2011. – № 7. – С. 54–56.

14. Белопухов, С. Л. Определение микроэлементного состава продукции льноводства / С. Л. Белопухов, А. В. Жевнеров, Е. В. Калабашкина [и др.] // Бутлеровские сообщения. – Т. 32. – № 10. – 2012. – С. 72–75.
15. Бельский, А. И. Магнитно-лазерные технологии в растениеводстве / А. И. Бельский, А. Плавинская // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 1. – С. 10.
16. Блиев, С. Г. Влияние густоты стояния растений на урожайность зерна кукурузы в условиях горной зоны / С. Г. Блиев // Кукуруза и Сорго. – 1997. – № 4. – С. 9–10.
17. Богдан, Т. М. Анализ генетико-селекционных параметров изменчивости признаков семенной продуктивности у сортов льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) / Т. М. Богдан // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2007. – № 2. – С. 45–48.
18. Бородин, И. В. Лен масличный в Западной Сибири / И. В. Бородин. – Новосибирск. – 1958. – С. 56.
19. Буряков, Ю. П. Масличный лен / Ю. П. Буряков, В. К. Ивановский, П. Ф. Осипов. – М. : Россельхозиздат, 1971. – С. 111.
20. Вавилов, Н. И. Центры происхождения культурных растений / Н. И. Вавилов // Труд по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Петербург, 1926. – 248 с.
21. Вайнруб, А. И. Индустриальная технология производства льна / А. И. Вайнруб, В. А. Гаубе, Б. С. Петухов. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1984. – С. 135.
22. Ваулин, В. А. Определение достоверности средних многолетних показателей краткосрочных полевых опытов при обработке результатов исследований методом дисперсионного анализа / В. А. Ваулин // Агрохимия. – № 12. – 1998. – С. 71–75.
23. Вафина, Э. Ф. Микроудобрения и формирование урожая овса в Среднем Предуралье: монография / Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов, В. Г. Колесникова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 144 с.
24. 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 др.] // Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствования технологии возделывания и первичная переработка льна-долгунца. – Торжок, 2000. – С. 83–85.
25. Виноградов, В. Ф. Экспериментальное обоснование технологии выращивания льна масличного сорта Санлин / В. Ф. Виноградов, А. В. Поляков, А. А. Кунцевич // Вестник ФГБОУ ВПО РГАСУ. – Рязань. – 2013. – № 2 (18). – С. 7–12.
26. Возделывание зерновых культур / Д. Шпаар. – М.: Аграрная наука; ИК «Родник», 1998. – 336 с.

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

28. Гаврилов, К. А. Климаты и почва / К. А. Гаврилов // Эффективное применение удобрений в Нечерноземной зоне. – М.: Россельхозиздат, 1983. – С. 4–8.

29. Гайнуллин, Р. М. Продуктивность льна масличного в зависимости от некоторых элементов технологии его возделывания в лесостепи Среднего Поволжья / Р. М. Гайнуллин // Инновационные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур: материалы VI конференции молодых ученых и специалистов. – Краснодар, 2011. – С. 51–54.

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

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

32. Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т. 1 Общая генетика растений / Науч. ред. А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. – Минск: Белорус наука, 2008. – 551 с.

33. Гореева, В. Н. Качество тресты льна-долгунца в зависимости от предпосевной обработки семян минеральными и комплексными формами микроудобрений / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова // Науке нового века – знания молодых: материалы научной конференции аспирантов и соискателей. Министерство сельского хозяйства РФ, Вятская ГСХА. – Киров, 2008. – С. 20–23.

34. Гореева, В. Н. Энергетическая и экономическая оценки применения микроудобрений в технологии возделывания льна-долгунца Восход / В. Н. Гореева, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов // Инновационному развитию АПК – научное обеспечение: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию Пермской ГСХА – Пермь, 2010. – С. 39–42.

35. ГОСТ 20081–74. Семеноводческий процесс сельскохозяйственных культур. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1974. – 41 с.

36. ГОСТ 20433–75. Земледелие. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1976. – 37 с.

37. ГОСТ 12042–80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян // Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа. Введен 01.07.82 – М.: ИПК изд-во стандартов, 2004. – С. 107–109.

38. ГОСТ 21507–81. Защита растений. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1981. – 56 с.

39. ГОСТ 12037–81 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян // Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа. Введен 01.07.82 – М.: ИПК изд-во стандартов, 2004. – С. 13–31.

40. ГОСТ 12038–84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести // Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа. Введен 01.07.82 – М.: ИПК изд-во стандартов, 2004. – С. 32–60.

41. ГОСТ 26 483–85 Определение реакции почв потенциометрическим способом // Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков; под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 222–223.

42. ГОСТ 27 821–88 Почвы. Определение суммы поглощённых оснований по методу Каппена. – Введен 1895-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 5 с.

43. ГОСТ 16265–89 Земледелие. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 21 с.

44. ГОСТ 26 212–91 Определение гидролитической кислотности по Каппену рН-метрическим методом в модификации ЦИНАО // Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков [и др.]; под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 232–234.

45. ГОСТ 26 207–91 Определение подвижного фосфора и обменного калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО / И. В. Пустовой, В. И. Филин, А. В. Корольков; под ред. И. В. Пустового // Практикум по агрохимии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1995. – С. 210–212.

46. ГОСТ 26 213–91 Определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО / И. В. Пустовой, В. И. Филин, А. В. Корольков ; под ред. И. В. Пустового // Практикум по агрохимии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1995. – С. 172–175.

47. ГОСТ 13496.15–97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания сырого жира. – М.: Стандартинформ, 2011. – 12 с.

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

49. ГОСТ Р 52784–2007. Термины и определения. – Изд-во стандартов, 2007. – 11 с.

50. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации и ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений». – Москва, 2012. – 468 с.

51. Гриценко, В. В. Семеноведение полевых культур / В. В. Гриценко, З. М. Калошина. – М. : Колос, 1984. – 272 с.
52. 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: научные труды Омского сельскохозяйственного института. – Омск, 1973. – С. 106–108.
53. Гуляев, Г. В. Селекция и семеноводство полевых культур / Г. В. Гуляев, Ю. Л. Гужов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 447 с.
54. Давидян, Г. Г. Возделывание льна-долгунца и конопли / Г. Г. Давидян. – Л.: Колос, Ленингр. отд-ние, 1979. – 192 с.
55. Давыденко, О. Г. Анализ параметров стабильности у образцов и сортов масличного льна различного эколого-географического происхождения / О. Г. Давыденко – Гилем, 1958. – 86 с.
56. Давыденко, О. Г. Сорта льна масличного / О. Г. Давыденко, Л. В. Хотылева, Л. М. Полонецкая [и др.] // Доклады НАН Беларуси. – 2004. – Т. 48. – № 5. – С. 73–75.
57. Даниленко, А. А. Селекция льна масличного / А. А. Даниленко // Агротехника и селекция масличных культур. – Краснодар, 1939. – С. 105–109.
58. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
59. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
60. Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Туликов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.
61. Доронин, С. В. Лён-долгунец. Технология возделывания и селекции : монография / С. В. Доронин, С. Ф. Тихвинский. – Киров: Вятская ГСХА, 2003. – 112 с.
62. Доронин, С. В. Экологические и генетические основы селекции льна-долгунца в Северо-восточном регионе Европейской части России / С. В. Доронин, А. Н. Дудина [и др.] // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2005. – № 7. – С. 27–28.
63. Дудина, А. Н. Изменчивость некоторых количественных признаков у образцов льна-долгунца / А. Н. Дудина // Агрономическая наука - достижения и перспективы: тезисы докладов научной конференции, посвящённой 50-летию агрономического факультета Кировского СХИ. – Киров. 1994. – С. 29–30.
64. Дьяков, А. Б. Физиология и экология льна / А. Б. Дьяков. – Краснодар, 2006. – 224 с.

65. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России / Почвенный институт им. В. В. Докучаева. – М., 2014.
66. Ежов, Р. И. Состояние и перспективы применения микроудобрений в земледелии / Р. И. Ежов, Е. И. Григорьев, И. Н. Чумаченко // Химия в сельском хозяйстве. – 1983. – № 3. – С. 3–8.
67. Живетин, В. В. Лён вчера, сегодня, всегда. / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург, А. И. Рыжов – М.: ИП «Полигран», 1995. – 120 с.
68. Живетин, В. В. Лен и его комплексное использование / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург, О. М. Ольшанская. – М., 2002. – 94 с.
69. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-географические основы) / А. А. Жученко. – Кишинев, 1988. – С. 285–295.
70. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В трех томах. Том 2 / А. А. Жученко. – М.: Агрорус, 2009. – 1098 с.
71. Жученко, А. А. мл. Лён в России и мировые тенденции его производства / А. А. Жученко // Селекция, семеноводство, возделывание и первичная обработка льна-долгунца. – Торжок, 1994. – С. 5–24.
72. Жученко, А. А. Мобилизация генетических ресурсов льна / А. А. Жученко, Т. А. Рожмина. – Старица, 2000. – С. 9.
73. Закон Российской Федерации «О селекционных достижениях» // Селекция и семеноводство. – 1993 – № 5–6. – С. 48–59.
74. Захарова, Я. Н. Продуктивность сортов льна-долгунца при обработке гербицидами в Среднем Предуралье / Я. Н. Захарова, Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практической конференции ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2013. – С. 18–23.
75. Зубцов, В. А. Льняное семя как функциональная пища / В. А. Зубцов, Т. И. Лебедева, Л. Л. Осипова // Селекция, семеноводство, агротехника, экономика и первичная обработка льна-долгунца / Научные труды ВНИИЛ. Вып. 30. Т. 1. – Торжок, 2002. – С. 152–158.
76. Изучение коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.): методические указания / Сост.: С. Н. Кутузова, А. Г. Питько. – Ленинград: Всесоюзный НИИ растениеводства имени Н. И. Вавилова (ВИР), 1988. – 67 с.
77. Искаков, К. А. Лён масличный в Кустанайской области / К. А. Искаков // Масличные культуры. – 1986. – № 5. – С. 28.
78. Исмагилов, Р. Р. Влияние средств химической защиты растений на качество зерна озимой ржи / Р. Р. Исмагилов, А. Г. Федоров // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 3. – С. 66.
79. Касаева, К. А. Формирование высокопродуктивных посевов зерновых колосовых культур / К. А. Касаева. – М., 1986. – 50 с.

80. Касаткина, Н. И. Приёмы возделывания многолетних бобовых трав в Среднем Предуралье : монография / Н. И. Касаткина, И. Ш. Фатыхов. – Ижевск : ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. – 239 с.
81. Карпунин, Ф. М. Агротехника льна-долгунца в условиях интенсивного земледелия / Ф. М. Карпунин Ю. Т. Карпунина // Технические культуры. – М.: Агропромиздат, 1990. – 59 с.
82. Кильчевский, А. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева // Генетика. – 1985. – Т. XXI, № 9. – С. 1491.
83. Коконов, С. И. Приёмы возделывания пивоваренного ячменя в Среднем Предуралье: монография / С. И. Коконов, И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2003. – 161 с.
84. Коконов, С. И. Формирование урожайности зерна сортов проса в зависимости от глубины посева / С. И. Коконов // Научный потенциал – аграрному производству: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 450-летию вхождения Удмуртии в состав России / ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2008. – С. 127–130.
85. Колесникова, В. Г. Реакция сортов овса на предпосевную обработку семян / В. Г. Колесникова, А. И. Кубашева // Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практической конференции ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2013. – С. 45–48.
86. Колесникова, В. Г. Реакция сортов овса на предпосевную обработку семян в Среднем Предуралье / В. Г. Колесникова, А. И. Кубашева // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 9. – № 4 (34). – С.135–138.
87. Колотов, А. П. Влияние агрометеорологических условий вегетационного периода на формирование урожайности семян льна масличного / А. П. Колотов, О. В. Синякова // Аграрный вестник Урала. – 2015 а. – № 6 (136). – С. 6–9.
88. Колотов, А. П. Лён масличный на Среднем Урале / А.П. Колотов, С. Л. Елисеев // Пермский аграрный вестник. – 2014. – № 1 (5). – С. 16–20.
89. Колотов, А. П. Особенности возделывания льна масличного в Свердловской области / А. П. Колотов // Нива Урала. – 2013. – № 1/2. – С. 6–8.
90. Колотов, А. П. Перспективы выращивания льна масличного в условиях Свердловской области / А. П. Колотов // Нива Урала. – 2011. – № 3. – С. 22–23.

91. Колотов, А. П. Реализация генетического потенциала семенной продуктивности льна масличного в условиях Среднего Урала / А. П. Колотов, О. В. Синякова // АПК России. – 2015 б. – № 72/1. – С. 92–96.
92. Корепанова, Е. В. Адаптивная технология возделывания льна-долгунца в Среднем Предуралье / Е. В. Корепанова // Агроэкологическая роль плодородия почв и современные агротехнологии: материалы Международной научно-практической конференции, Башкирский ГАУ. – Уфа, 2008. – С. 161–164.
93. Корепанова, Е. В. Влияние глубины посева семян на урожайность и качество льна-долгунца Восход / Е. В. Корепанова, Р. Н. Сибгатуллин // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007а. – № 3 (13). – С. 8–12.
94. Корепанова, Е. В. Влияние предпосевной обработки семян минеральными и комплексными формами микроудобрений на урожайность и качество льна-долгунца Восход / Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева // Проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса: материалы Всероссийской научно-практической конференции ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2009. – С. 107–111.
95. Корепанова, Е. В. Лен-долгунец в адаптивном земледелии Среднего Предуралья: монография / Е. В. Корепанова, И. Ш. Фатыхов, Л. А. Толканова; под ред. Е. В. Корепановой. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2004. – 204 с.
96. Корепанова, Е. В. Метеорологические условия и урожайность льна-долгунца в Среднем Предуралье // Проблемы и перспективы развития региональных АПК: материалы Всероссийской научно-практической конференции / Под. ред. А. В. Голубева; ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2007. – С. 42–45.
97. Корепанова, Е. В. Микроудобрения в формировании урожая льна-долгунца в Среднем Предуралье : монография / Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева, И. Ш. Фатыхов; под науч. ред. И. Ш. Фатыхова. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2011а. – 156 с.
98. Корепанова, Е. В. Особенности адаптивной технологии возделывания льна-долгунца в Среднем Предуралье / Е. В. Корепанова // Аграрный научный журнал. – 2011. – № 5. – С. 17–20.
99. Корепанова, Е. В. Приёмы предпосевной обработки семян и ухода за посевами льна-долгунца в Среднем Предуралье : монография / Е. В. Корепанова, П. А. Кузьмин, И. Ш. Фатыхов; под ред. И. Ш. Фатыхова. – Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2010. – 130 с.
100. Корепанова, Е. В. Реакция сортов льна-долгунца на норму высева в Среднем Предуралье / Е. В. Корепанова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 33. – № 1–1. – С. 58–62.

101. Кошелева, Л. Л. Физиология питания и продуктивность льна-долгунца / Л. Л. Кошелева. – Мн.: Наука и техника, 1980. – 200 с.
102. Краснова, Д. А. Селекционная ценность образцов льна масличного в условиях лесостепи среднего Поволжья / Д. А. Краснова. – Казань, 2010. – С. 3–5.
103. Куанышкалиев, А. Т. Продуктивность льна масличного в зависимости от нормы высева, сроков посева и уровня минерального питания на чернозёме южном Саратовского Правобережья : 06.01.09, 06.01.04. автор. канд. с.-х. наук. – Саратов, 2006. – 191 с.
104. Куанышкалиев, А. Т. Влияние сроков, способов посева и норм высева на урожайность льна масличного в Саратовском Правобережье / А. Т. Куанышкалиев // Аграрный научный журнал. – 2009. – № 2. – С. 23–25.
105. Кузин, А. М. Общая химия / А. М. Кузин. – М.: Госиздат «Высшая школа», 1961. – 254 с.
106. Кузнецов, М. Ф. Микроэлементы в почвах Удмуртии. / М. Ф. Кузнецов. – Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1994. – 287 с.
107. Кузьмин, П. А. Реакция льна-долгунца на приемы предпосевной обработки семян и ухода за посевами в Среднем Предуралье: автореф. дис. канд. с.-х. наук / П. А. Кузьмин. – Ижевск, 2009. – 19 с.
108. Курылева, А. Г. Эффективность применения биопрепаратов и фунгицидов при предпосевной обработке семян ячменя Раушан / А. Г. Курылева, И. Ш. Фатыхов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1. – С. 15–19.
109. Курылева, А. Г. Эффективность предпосевной обработки семян ячменя / А. Г. Курылева, И. Ш. Фатыхов // Защита и карантин растений. – 2012. – № 1. – С. 21–22.
110. Кутузова, С. Н. Лён / С. Н. Кутузова // Генетика культурных растений. – СПб.: ВИР, 1998. – С. 6–52.
111. Лапковская, Т. Н. Эффективность противозлаковых гербицидов в посевах льна-долгунца / Т. Н. Лапковская // Проблемы сорной растительности и методы борьбы с ней. – Горки, 2004. – С. 54–58.
112. Ларионов, Г. И. Экологически чистый регулятор роста Силк на яровой пшенице / Г. И. Ларионов, В. Н. Стребков, С. В. Кулемин // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 4. – С. 17–19.
113. Ларионов, Ю. С. Вопросы семеноводства зерновых культур: некоторые аспекты теории и практики / Ю. С. Ларионов. – Курганский СХИ, 1992. – 190 с.
114. Ларцев, Н. И. Возделывание масличных культур на Ставрополье / Н. И. Ларцев, Н. И. Перегудов. – Ставрополье: Ставр. кн. изд-во, 1955. – 108 с.

115. Лён–долгунец / Под общ. ред. М. М. Труша. – М.: Колос, 1976. – С. 352.
116. Лён и его комплексное использование / В. В. Живетин, Л. Н. Гинзбург, Л. Н. Ольшанская. – М.: Информ-Знание, 2002. – 400 с.
117. Лён масличный на Ставрополье: монография / под общей редакцией В. К. Дридигера, А. Н. Есаулко, Г. Р. Дорожки. – Ставрополь : Ставропольское издательство «Параграф», 2013. – 148 с.
118. Лён масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / Ф. М. Галкин, В. И. Хатнянский, Н. М. Тишков. – Краснодар, 2008. – 191 с.
119. Ленточкин, А. М. Биологические потребности – основа технологии выращивания яровой пшеницы: монография / А. М. Ленточкин. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. – 436 с.
120. Лошакова, Н. И. Идентификация рас возбудителя фузариоза льна и определение их вирулентности для целей селекции / Н. И. Лошакова // Селекция, семеноводство, агротехника, экономика и первичная переработка льна-долгунца: научные труды ВНИИЛ. Вып. 30. Т. 1 – Торжок, 2002. – С. 44–47.
121. Лукомец, В. М. Лён масличный / В. М. Лукомец, Г. В. Козьмин. – М.: Колос, 2010. – 25 с.
122. Льноводство / А. Р. Рогаш, Н. Г. Абрамов, В. А. Толковский. – М.: Колос, 1967. – С. 584.
123. Мазунина, Н. И. Урожайность ячменя Раушан при предпосевной обработке семян микроэлементами на разных фонах макроудобрений / Н. И. Мазунина, И. Ш. Фатыхов, С. И. Коконов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 3 (109). – С. 6–9.
124. Макарова, В. М. Структура урожайности зерновых культур и её регулирование / В. М. Макарова. – Пермь, 1995. – 144 с.
125. Максимов, Н. Ф. Сроки посева льна масличного в лесостепной зоне / Н. Ф. Максимов, Г. Д. Атаров. – М.: Сельхозгиз, 1986. – 45 с.
126. Малакотина, С. М. Опыт удмуртских льноводов / С. М. Малакотина // Лён и конопля. – № 2 – М.: ВО «Агропромиздат», 1982. – С. 28–29.
127. Малакотина, С. М. Лён / С. М. Малакотина, М. Я. Малакотин, Г. Ф. Яковлева. – Ижевск: Удмуртия, 1976. – С. 23–26.
128. Мамонов, Н. Н. Влияние нормы высева и удобрений на урожайные и посевные качества овса Урал / Н. Н. Мамонов // Технология производства зерна и семян в зоне Нечерноземного Урала: тр. УралНИИСХ. – Свердловск, 1985. – С. 23–31.
129. Марин, В. И. Густота стояния и продуктивность / В. И. Марин, В. И. Кондратьев, Н. В. Конарева // Технические культуры. – 1990. – Вып. 2. – С. 9–10.

130. Маркин, В. А. Предпосевная обработка семян микроэлементами / В. А. Маркин, И. Н. Чумаченко // Земледелие. – 1983. – № 4. – С. 44–46.
131. Марков, Н. Н. Удобрение и урожай льносоломой / Н. Н. Марков // Лён и конопля. – 1975. – № 11. – С. 29.
132. Метелица, З. Д. Вместе с партнерами / З. Д. Метелица // Лён и конопля. – № 4. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – С. 23–24.
133. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск третий / Под общ. ред. М. А. Федина: Госком. по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при МСХ СССР. – М., 1983. – 45 с.
134. Методика по испытанию сортов растений на отличимость, однородность и стабильность / Отв. ред. А. М. Старовойтов. – Мин.: ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений», 2004. – 274 с.
135. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. ред. В. М. Лукомца, д-ра с.-х. наук. – 2 изд., перераб. доп. – Краснодар, 2010. – 327 с.
136. Методика расчёта и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. – Уфа, 2005. – 100 с.
137. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом / Мин-во сельского хозяйства СССР. Главное управление хлопководства и лубяных культур. – М., 1969. – 40 с.
138. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом / Мин. сельского хозяйства СССР. Главное управление хлопководства и лубяных культур. – М., 1978. – 72 с.
139. Методические указания по селекции льна-долгунца. – М.: ВНИИЛ, 2004. – 43 с.
140. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / ФГНУ «Росинформагротех». – М., 2003. – 183 с.
141. Методические указания ЦИНАО по определению тяжёлых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 32 с.
142. Методические указания по энергетической оценке технологии возделывания сельскохозяйственных культур / Сост. П. Ф. Сутыгин. – Ижевск, 1997. – 35 с.
143. Мечников, И. И. Избранные биологические произведения / И. И. Мечников; под ред. В. А. Догеля и А. Е. Гайсиновича. – М., 1950. – 792 с.
144. Мильчакова, А. В. Приёмы ухода уборки льна-долгунца в Среднем Предуралье: монография / А. В. Мильчакова, Е. В. Корепанова,

И. Ш. Фатыхов; под редакцией А. В. Мильчаковой. – Ижевск: ФГОУ ВО Ижевская ГСХА, 2008. – 151 с.

145. Минкевич, И. А. Возделывание льна масличного в колхозах / И. А. Минкевич. – Краснодар, 1940.

146. Минкевич, И. А. Масличные культуры / И. А. Минкевич, В. Е. Борковский. – М.: Селхозгиз, 1955. – 414 с.

147. Минкевич, И. А. Лен масличный. – М., 1957. – С. 178.

148. Морозов, И. В. Формирование урожаев льна масличного при двустороннем использовании / И. В. Морозов // Совершенствование технологий возделывания с.-х. культур в Верхневолжье. Вып. 2. – Владимир, 2000. – С. 263–272.

149. Наумов, Г. Ф. Методические рекомендации по получению физиологически активного экстракта из проросших семян озимой пшеницы и обработка им семян полевых культур / Г. Ф. Наумов, Л. Ф. Насонова. – Харьков, 1987. – 15 с.

150. Наумов, Г. Ф. Биологические приёмы оздоровления семян озимой пшеницы от болезней / Г. Ф. Наумов, А. В. Михайленко // Экологически безопасные и беспестицидные технологии получения растениеводческой продукции: материалы Всероссийского научно-производственного совещания. – Пушкино, 1994. – Ч. 2. – С. 29–32.

151. Нелюбина, Ж. С. Оценка продуктивности агрофитоценозов многолетних трав в системе зелёного конвейера / Ж. С. Нелюбина, Н. И. Касаткина // Кормопроизводство. – 2010. – № 3. – С. 12–14.

152. Никандрова, М. Л. Новые сорта льна-долгунца и их характеристика / М. Л. Никандрова, Н. В. Никитина, Т. А. Рысева // Современные проблемы на Северо-Западе РФ. – Псков, 2000. – С. 15–16.

153. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 93 с.

154. Ничипорович, А. А. Энергетическая эффективность и продуктивность фотосинтезирующих систем как интегральная система / А. А. Ничипорович // Физиология растений. – 1978. – Т. 25. – С. 922–937.

155. Норов, М. С. Научное обоснование технологии выращивания сафлора на богаре Центрального Таджикистана: дис. ... д-р с.-х. наук / М. С. Норов. – М., 2006. – 273 с.

156. Объедков, М. Г. Лён-долгунец / М. Г. Объедков. – М.: Россельхозиздат, 1979. – С. 76–101.

157. Орманджи, К. С. Технологическая дисциплина – основа повышения урожайности / К. С. Орманджи // Техника в сельском хозяйстве. – 1983. – № 8. – С. 2–3.

158. Пат. 2535143 Российская Федерация, МПК А 01 G 1/00, А 01 № 63/04, А 23 К 1/00. Способ выращивания льна масличного / С. Л. Белопухов, И. И. Дмитриевская, Е. В. Калабашкина, Е. Ю. Федорова,

А. И. Григораш, М. А. Григораш, А. И. Макланов, Е. А. Макланова, Н. А. Шкондина; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Гелла-Фарма», ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА имени Тимирязева К. А. – заявл. 2013130339/045271; опубл. 10.12.2014.

159. Пейве, Я. В. Удобрение в льноводстве / Я. В. Пейве, А. С. Радов, В. Е. Егоров. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 223 с.

160. Петербургский, А. В. Практикум по агрономической химии / А. В. Петербургский. – М.: Колос, 1968. – 496 с.

161. Петрова, Л. И. Влияние известкования на условия почвенного питания и продуктивность льняного севооборота / Л. И. Петрова, Т. Е. Филиппова // Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствования технологии возделывания и первичной обработки льна-долгунца: сб. науч. трудов. – Торжок, 2000. – С. 102–103.

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

163. Питько, Г.А. Изучение сортов масличного льна в условиях Кубани с целью выделения исходного материала / Г. А. Питько // Науч.-тех. бюл. ВИР. – 1989. – Вып. 189. – С. 55–58.

164. Плохинский, Н. А. Алгоритмы биометрии / Н. А. Плохинский. – М.: Издательство МГУ, 1967. – 81 с.

165. Погода в Ижевске. Температура воздуха и осадки. [Электронный ресурс]. – Прогноз погоды. 2012. – URL: <http://www.pogoda.ru.net>.

166. Погода в Ижевске. Температура воздуха и осадки. [Электронный ресурс]. – Прогноз погоды. – 2013. – URL: <http://www.pogoda.ru.net>.

167. Погода в Ижевске. Температура воздуха и осадки. [Электронный ресурс]. – Прогноз погоды. – 2014. – URL: <http://www.pogoda.ru.net>.

168. Полонецкая, Л. М. Анализ параметров стабильности у образцов и сортов масличного льна различного эколого-географического происхождения / Л. М. Полонецкая, О. Г. Давыденко, Л. В. Хотылева [и др.] // Доклады НАН Беларуси. – 2004. – Т. 48. – № 5. – С. 73–75.

169. Полонецкая, Л. М. Потенциал генетической изменчивости у сортов масличного льна (*Linum usitatissimum* L.) / Л. М. Полонецкая, Л. В. Хотылева, О. Г. Давыденко [и др.] // Весці НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2004. – № 1. – С. 58–63.

170. Пономарёва, М. Л. Селекционно-генетические аспекты изучения льна масличного в условиях Республики Татарстан / М. Л. Пономарева, Д. А. Краснова. – Казань : Фэн АН РТ, 2010. – 114 с.

171. Попова, Е. А. Масличные культуры / Е. А. Попова. – Новосибирск, 1954. – С. 61.

172. Посыпанов, Г. С. Теоретические основы норм, сроков, способов посева и глубины заделки семян полевых культур / Г. С. Посыпанов, Т. П. Кобозева. – М.: МСХА, 1994. – С. 23.
173. Практикум по агрохимии / Б. А. Ягодин, И. П. Дерюгин, Ю. П. Жуков [и др.] // Под ред. Б. А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 119.
174. Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев. – М.: КолосС, 2004. – 424 с.
175. Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР. – М.: Колос, 1983. – 336 с.
176. Производство льна-долгунца в Среднем Предуралье: учеб. пособие / И. Ш. Фатыхов, С. М. Малакотина, Л. А. Толканова – 2-е изд., перераб. доп. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2004. – 148 с.
177. Растениеводство / Под ред. П. И. Подгорного. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Сельхозиздат, 1963. – 480 с.
178. Растениеводство / П. П. Вавилов, В. В. Гриценко, В. С. Кузнецов; под ред. П. П. Вавилова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.
179. Растениеводство / Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов, Б. Х. Коренев и др.; под ред. Г. С. Посыпанова. – М.: Колос, 2006. – С. 458–462.
180. Рекомендации по возделыванию и уборке льна-долгунца. – М.: Колос, 1977. – 43 с.
181. Рекомендации по возделыванию льна в Южном Федеральном округе / С. Л. Горлов, Ф. М. Галкин, Л. Г. Рябенко. – Ставрополь, 2008. – С. 31.
182. Рекомендации по семеноводству льна масличного / Министерство сельского хозяйства СССР, Сортсемпром, ВАСХНИЛ, ВНИИМК. – М.: Колос, 1983. – 15 с.
183. Рогаш, А. Р. возделывание льна-долгунца в колхозах и совхозах / А. Р. Рогаш, Б. С. Долгов, Т. В. Ефремова // Мин. Сельского хозяйства СССР. Главное управление хлопководства и лубяных культур. – М.: Колос, 1968. – 36 с.
184. Рожмина, Т. А. Генетическое изучение источников и выделение доноров устойчивости льна-долгунца к фузариозному увяданию и ржавчине / Т. А. Рожмина, А. Р. Рогаш, А. Е. Куликова // Растениеводство, селекция и генетика технических культур. – Л.: 1989. – С. 69–74.
185. Рожмина, Т. А. Мобилизация генетических ресурсов льна / Т. А. Рожмина, А. А. Жученко. – Старица, 2000. – С. 22.
186. Рожмина, Т. А. Основные направления исследований по мобилизации «Национальной коллекции русского льна» для решения при-

оритетных задач селекции / Т. А. Рожмина // Генетические ресурсы культурных растений. – Торжок, 2001. – С. 162–164.

187. Руководство по анализу кормов. – М.: Колос, 1982. – С. 32–39.

188. Рыжеева, О. И. Лён масличный / О. И. Рыжеева // Руководство по селекции и семеноводству масличных культур. – М.: КолосС, 1967. – С. 121–172.

189. Рысев, М. Н. Основные направления селекции льна-долгунца в условиях Северо-запада России на современном этапе / М. Н. Рысев, М. Л. Никандрова, Т. А. Рысева // Современные проблемы на северо-западе РФ. – Псков, 2000. – С. 14–15.

190. Рябова, Т. Н. Формирование урожайности овса Конкур в зависимости от предпосевной обработки семян / Т. Н. Рябова, И. Ш. Фатыхов, Ч. М. Исламова // Актуальные проблемы селекции и технологии возделывания полевых культур: материалы международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора С. Ф. Тихвинского / ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА. – Киров, 2013. – С. 113–117.

191. Салимова, Ч. М. Приемы посева ярового рапса Галант в Среднем Предуралье: монография / Ч. М. Салимова, Э. Ф. Вафина, И. Ш. Фатыхов; под редакцией И. Ш. Фатыхова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2011. – 143 с.

192. Самсонов, В. П. Предпосевная обработка семян / В. П. Самсонов. – Минск: БелНИИ экономики, 1996. – 23 с.

193. Северов, В. И. Технология возделывания льна масличного в Тульской области / В. И. Северов. – Тула, 2000. – С. 26.

194. Северов, В. И. Лён масличный в Тульской области / В. И. Северов, К. Г. Калашников // Технические культуры. – 1992. – № 4. – С. 25–27.

195. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения качества. – Ч. 2. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 415 с.

196. Семенов, А. Я. Инфекция хлебных злаков / А. Я. Семенов, Р. Н. Федорова. – М.: Колос, 1984. – 94 с.

197. Сизов, И. А. Лен / И. А. Сизов. – М.: Сельхозгиз, 1955. – 255 с.

198. Синягин, И. И. Площади питания растений / И. И. Синягин. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 384 с.

199. Система семеноводства сельскохозяйственных культур в Российской Федерации / Под ред. В. И. Нечаева. – М.: КолосС, 2010. – 127 с.

200. Склянчук, В. М. Лён в надежных руках / В. М. Склянчук, И. П. Карпец // Технические культуры. – 1989. – № 5. – С. 32–34.

201. Скрипачева, А. Я. За высокое качество льняного волокна / А. Я. Скрипачева. – Калинин : Кн. изд-во, 1954. – 20 с.

202. Собенников, Е. В. Ускоренное размножение семян зерновых культур / Е. В. Собенников. – Ижевск: Удмуртия, 1976. – 59 с.

203. Соловьёв, А. Я. Льноводство / А. Я. Соловьёв. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.

204. Сорочинская, М. А. Мировая коллекция льна как исходный материал для селекции / М. А. Сорочинская, Ф. М. Галкин // Научно-технический бюллетень ВНИИ масличных культур. – 1986. – № 4. – С. 16–19.

205. Составление проекта на применение удобрений: рекомендации / МСХ РФ. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2000. – 154 с.

206. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии. Нечерноземная зона Европейской части РСФСР. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 527 с.

207. Справочник льновода / Сост. В. Б. Ковалев. – М.: Московский рабочий, 1978. – С. 36–38.

208. Справочник льновода / Под ред. М. И. Афолина. – Мн.: Ураджай, 1973. – С. 98–118.

209. Стебут, И. А. Избранные сочинения / И. А. Стебут // Вопросы земледелия, растениеводства и образования. – М.: Сельхозгиз, 1957. – Т. 2. – 631 с.

210. Степанова, М. А. Абиотические условия и урожайность сортов овса в Среднем Предуралье / М. А. Степанова, В. Г. Колесникова, И. Ш. Фатыхов // Эффективность адаптивных технологий: материалы научно-производственной конференции, проходившей в СХПК имени Мичурина Вавожского района / Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2003. – С. 154–160.

211. Строт, Т. А. Фитосанитарная диагностика полевых культур / Т. А. Строт, Н. В. Шмакова. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 1997. – 93 с.

212. Технические культуры / Я. В. Губанов, С. Ф. Тихвинский, Е. П. Горелов [и др.]; под ред. Я. В. Губанова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 287 с.

213. Технические культуры в Сибири: учебное пособие / Р. Р. Галеев, С. Х. Вышегуров, А. Ф. Кондратов [и др.] / Новосиб. гос. аграрн. ун-т. – Новосибирск, 2006. – 182 с.

214. Технология возделывания льна масличного в зоне Среднего Поволжья / А.А. Санин, Л. А. Косых, В. В. Борисов; Россельхозакадемия; ГНУ Поволжский НИИСС 2006. – Кинель, 2006. – 17 с.

215. Технология производства продукции растениеводства / В. А. Федотов, А. Ф. Сафонов, С. В. Кадыров; под ред. А. Ф. Сафонова и В. А. Федотова. – М.: КолосС, 2010. – 487 с.

216. Тихвинский, С. Ф. Методы выведения сортов льна-долгунца, устойчивых к неблагоприятным условиям среды / С. Ф. Тихвинский, С. В. Доронин // Научные проблемы создания новых сортов сельскохозяйственных культур, адаптированных к современным условиям произ-

водства и переработки : материалы научной сессии 21–22 июля. – СПб., 1998. – С. 174–175.

217. Тихвинский, С. Ф. Полевые культуры на северо-востоке Европейской части России / С. Ф. Тихвинский, С. В. Доронин, А. Н. Дудина, О. В. Тючкалов. – Киров, 2007. – 352 с.

218. Тихвинский, С. Ф. Повысить урожайность семян / С. Ф. Тихвинский, А. Н. Дудина, Т. П. Шестакова [и др.] // Лён и конопля. – 1985. – № 3. – С. 35–36.

219. Тихвинский, С. Ф. Русский лён / С. Ф. Тихвинский. – Киров: Вятская ГСХА, 2010. – 138 с.

220. Тихвинский, С. Ф. Селекция льна-долгунца на качество волокна / С. Ф. Доронин, А. Н. Дудина, Н. С. Игитова [и др.] // Современные проблемы на северо-западе РФ / В. Б. Воробьев, М. Н. Рысев, Г. В. Васяев [и др.]. – Псков, 1984. – С. 17–19.

221. Тихомирова, В. Я. Агрохимические и микробиологические свойства почвы в очагах физиологического угнетения льна-долгунца / В. Я. Тихомирова, В. М. Белова // Вест. Российской академии с.-х. наук. – 1994. – № 3. – С. 30–32.

222. Тихомирова, В. Я. Опасность для льна-долгунца очагового переизвесткования почвы и способы её ослабления / В. Я. Тихомирова // Вопросы известкования почв. – М.: Агроконсалт, 2002. – С. 192–194.

223. Тихонова, О. С. Влияние нормы высева семян на качество зерна озимых зерновых культур в Среднем Предуралье / О. С. Тихонова, И. Ш. Фатыхов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4 (24). – С. 14–16.

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

225. Толканова, Л. А. Приёмы подготовки и посева семян в технологии возделывания овса сорта Улов / Л. А. Толканова, И. Ш. Фатыхов // Материалы научно-практической конференции Агрономического факультета Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, посвящённой 45-летию его основания / Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2000. – С. 125–128.

226. Толканова, Л. А. Приёмы посева овса посевного в Среднем Предуралье : монография / Л. А. Толканова, В. М. Макарова, И. Ш. Фатыхов; под редакцией И. Ш. Фатыхова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 148 с.

227. Трапезников, В. П. Регуляторы роста ГУМИ на озимой ржи и ячмене / В. П. Трапезников // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 8. – С. 23–24.

228. Хаердинова, З. М. Приемы посева гречихи в Среднем Предуралье: монография / З. М. Хаердинова, И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. – 159 с.

229. Цвик, С. М. Нет мелочей – все главное / С. М. Цвик, А. К. Сотниченко // Лён и конопля. – № 1. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – С. 7.

230. Цупак, В. Ф. Полевые культуры Нечерноземной зоны / В. Ф. Цупак, Л. А. Синякова, Ф. Г. Гусинцев. – Л.: Колос. Ленингр. отделение, 1980. – 326 с.

231. Фатыхов, И. И. Нормы высева и приемы уборки льна-долгунца на семена в Среднем Предуралье: автореф. дис... канд. с.-х. наук / И. И. Фатыхов. – Пермь, 2012. – 19 с.

232. Фатыхов, И. Ш. Абиотические условия и урожайность ячменя Торос на Удмуртии / И. Ш. Фатыхов // Зерновые культуры. – 2001а. – № 2. – С. 18–20.

233. Фатыхов, И. Ш. Адаптивная технология возделывания ячменя в Предуралье / И. Ш. Фатыхов // Современному земледелию – адаптивные технологии: труды научно-практической конференции – Ижевск: Шеп, 2001. – С. 235–239.

234. Фатыхов И. Ш. Влияние предпосевной обработки семян на урожайность и качество льна-долгунца Восход / И. Ш. Фатыхов, Е. В. Корепанова, П. А. Кузьмин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 2. – С. 39–41.

235. Фатыхов, И. Ш. Влияние предпосевной обработки семян озимых зерновых на урожайность / И. Ш. Фатыхов, О. С. Тихонова // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 3. – С. 26–27.

236. Фатыхов, И. Ш. Зависимость урожайности сортов овса от метеорологических условий в Среднем Предуралье / И. Ш. Фатыхов, В. Г. Колесникова, М. А. Степанова // Зерновое хозяйство. – 2004. – № 8. – С. 14–16.

237. Фатыхов, И. Ш. Метеорологические условия и урожайность сортов ячменя на госсортоучастках Удмуртии / И. Ш. Фатыхов // Зерновые культуры. – 2001б. – № 3. – С. 23–25.

238. Фатыхов, И. Ш. Приёмы возделывания озимой пшеницы в Среднем Предуралье / И. Ш. Фатыхов, Л. А. Толканова, Н. Г. Туктарова // Инновационное обеспечение реализации национального проекта «Развитие АПК» в Удмуртской Республике / ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2006. – С. 4.

239. Фатыхов, И. Ш. Продуктивность полевых севооборотов при разной насыщенности минеральным азотом в условиях Западного Предуралья / И. Ш. Фатыхов // Тезисы докладов Областной науч.-практич. конф. молодых учёных и специалистов сельского хозяйства,

18–19 марта 1983 г. / НИИ Северного Зауралья [и др.]. – Тюмень, 1983. – С. 112–113.

240. Фатыхов, И. Ш. Расчёт нормы высева озимой ржи Чулпан при интенсивной технологии возделывания в Удмуртии / И. Ш. Фатыхов // Вклад молодых ученых и специалистов в научно-технический прогресс сельскохозяйственного производства : тезисы докладов межвуз. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов, посвященной 60-летию Ставропольского ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственного института (17–20 февраля 1991 г.) / Ставропольский с.-х. ин-т. – Ставрополь, 1991. – С. 95–96.

241. Фатыхов, И. Ш. Расчет нормы высева овса Астор на планируемую урожайность в условиях Удмуртии / И. Ш. Фатыхов // Материалы юбилейной науч. конф. Казанского сельскохозяйственного института : [к 70-летию института] – Ч. 1. / Казанский с.-х. ин-т. – Казань, 1992. – С. 58–60.

242. Фатыхов, И. Ш. Ресурсосберегающие приемы подготовки семян зернофуражных культур к посеву / И. Ш. Фатыхов // Ресурсы энергосберегающие приемы и технологии возделывания сельскохозяйственных культур: тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 50-летию Рязанской ГСХА. – Рязань, 1998. – С. 306.

243. Фатыхов, И. Ш. Урожайность ячменя Дина на госсортоучастках Удмуртской Республики в зависимости от абиотических условий / И. Ш. Фатыхов // Всерос. науч.-практ. конф., посвящённая памяти Уральских ученых: д-ра биол. наук Н. А. Иванова, д-ров с.-х. наук В. Ф. Трушина и С. А. Чазова, 27–28 февраля 2001 г. : сборник научных трудов. Т. 2, Уральская ГСХА. – Екатеринбург, 2001в. – С. 149–160.

244. Фатыхов, И. Ш. Урожайность ячменя Торос в Предуралье в зависимости от условий вегетации / И. Ш. Фатыхов // Пермский аграрный вестник / Пермская ГСХА им. акад. Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 1998. – Вып. 2. – С. 76.

245. Фатыхов, И. Ш. Экологически чистые безотходные технологии предпосевной обработки семян зернофуражных культур в Предуралье [Применение вытяжек из прорастающих семян] / И. Ш. Фатыхов // Научные основы стратегии адаптивного растениеводства северо-востока Европейской части России : материалы научно-практической конференции, 9–10 октября 1996 г. – Ч. 1. / РАСХН, НИИ сельского хозяйства северо-востока им. Н. В. Рудницкого. – Киров, 1999. – С. 236.

246. Фатыхов, И. Ш. Эффективность расчёта норм высева ячменя сорта Абава на формирование оптимальных параметров структуры урожайности / И. Ш. Фатыхов // XXXIII научная конференция, посвященная 50-летию института (28–30 ноября 1990 г.) : тезисы докладов: агрономи-

ческий факультет / Свердловский с.-х. ин-т. – Свердловск, 1990. – С. 75–76.

247. Фатыхов, И. Ш. Яровой ячмень в адаптивном земледелии Среднего Предуралья: монография / И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2002. – 385 с.

248. Филиппов, Г. Г. Протравливание семян – обязательный технологический приём / А. К. Федоров. – М.: Россельхозиздат, 1995. – С. 30.

249. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / Пер. с чеш. З. К. Благовещенской. – М.: Колос, 1984. – 367 с.

250. Хайбуллин, М. М. Урожайность и экономическая эффективность возделывания картофеля в зернотравопропашном севообороте в условиях Предуралья РБ / М. М. Хайбуллин, Ф.Ф. Ишкинина, Э. Г. Бураканов // Проблемы и перспективы развития инновационной деятельности в агропромышленном производстве: материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках XVII Международной специализированной выставки «АгроКомплекс-2007». Ч. IV. – Уфа, 2007. – С. 203–204.

251. Хлопцева, Р. И. Снижение пестицидной нагрузки на агроэкосистемы / Р. И. Хлопцева // Защита растений. – 1995. – № 9. – С. 12.

252. Хлопцева, Р. И. Экологически безопасные методы и средства защиты растений от вредных организмов / Р. И. Хлопцева. – М.: НИИТЭИ Агропром, 1996. – С. 37–43.

253. Шанский, Ю. А. Агротехника высоких урожаев масличных культур (на юго-востоке) / Ю. А. Шанский. – М.: Россельхозиздат, 1966. – С. 108–119.

254. Шаров, И. Я. Влияние температуры на рост и развитие сортов и форм льна / И. Я. Шаров // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Т. 35, вып. 3. – 1963. – С. 83–90.

255. Шведов, И. В. Особенности химического состава семян некоторых масличных культур: сб. докл. Междунар. научно-произвдств. конф. «Технологические свойства новых гибридов и сортов масличных и эфиромасличных культур» / И. В. Шведов, Г. З. Шишков, В. С. Петибская [и др.]. – Краснодар, 2003. – С. 80–87.

256. Шеремет, Ю. В. Лен масличный в Полесье Украины / Ю. В. Шеремет // Сборник научных трудов SWORLD. – 2014. – Т. 28. – № 2. – С. 70–75.

257. Шестакова, Т. П. Продуктивность фотосинтеза у льна-долгунца в зависимости от комплексного влияния норм посева и удобрений / Т. П. Шестакова // Почва, сорт, агротехника: сборник науч. трудов. – Киров, 1994. – С. 119–121.

258. Школьник, М. Я. Микроэлементы в жизни растений / М. Я. Школьник. – Л.: Наука, 1974. – 324 с.
259. Шпаар, Д. Яровые масличные культуры / Д. Шпаар, Х. Гинапп, В. А. Щербаков. – Мин., 1999. – С. 184–206.
260. Щербаков, В. А. Масличные культуры / В. А. Щербаков; под общ. ред. В. А. Щербакова. – Краснодар, 1991. – С. 75.
261. Щербинин, Н. П. Теория и практика определения норм высева семян: автореф. дис. ... д-р с.-х. наук / Н. П. Щербинин. – Новосибирск, 1991. – 38 с.
262. Экологические факторы [Электронный каталог] / Википедия. Свободная энциклопедия/ – 2012. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>.
263. Энергосберегающая технология возделывания полевых культур / Р. Р. Исмагилов, М. Х. Уразлин, Р. Р. Гайфуллин, [и др.] / Башк. гос. аграр. ун-т. – Уфа : Гилем, 2011. – 245 с.
264. Ягодин, Б. А. Агрохимия / Б. А. Ягодин. – М.: Агропромиздат, 1987. – 639 с.
265. Ягодин, Б. А. Микроэлементы в сбалансированном питании растений, животных и человека / Б. А. Ягодин, А. А. Ермолаев // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. – № 2 – 3. – С. 18–20.
266. Яхтенфельд, П. Я. Размещение семян при разных способах посева яровой пшеницы / П. Я. Яхтенфельд, Я. Г. Зюсько // Земледелие. – 1957. – № 1. – С. 68–72.
267. Cremaschi, D. Lino : introduzione alla coltura e principali aspetti agronomici di produttività del seme / D. Cremaschi // Sementi elette. – 1997. – An. 43. – № 2. – P. 25–31.
268. Diederichsen, A. Variation patterns within 153 flax (*Linum usitatissimum* L.) genebank accessions based on evaluation for resistance to fusarium wilt, anthracnose and pasmo. / A. Diederichsen, T. Rozhmina, L. Kudrjavceva [et al.] // Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization. England. – № 6. – 2008. – P. 22–32.
269. Diederichsen, A. Comparison of genetic diversity of flax (*Linum usitatissimum* L.) between Canadian cultivars and world collection / A. Diederichsen // Plant Breeding. – 2001. – Vol. 120, № 3. – P. 360–362.
270. Drevon, C. A. N-6 and n-3 fatty acids – how much and which balance? / C. A. Drevon // Scand. J. Nutr. – 1990. – V. 34. – P. 56–61.
271. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // Crop Sci. – 1966. – V. 6. – P. 36–40.
272. Froment, M. A. Fatty acid profiles in the seed oil of linseed and fibre flax cultivars (*Linum usitatissimum*) grown in England and Scotland / M. A. Froment, J. M. Smith, D. Turley, E. J. Booth, S. P. J. Kightley // Ann. appl. Biol., 1998. – Vol. 132. suppl. – P. 60–61.

273. Goray, S. C. Inheritance of wilt resistance in linseed / S. C. Goray, H. K. Khosla, V. M. Upadhyaya [et al.] // Indian J. Agrik. Sci. – 1987. – N 57. – P. 625–627.

274. Gruzdeviene, E. Seklu stambumo itaka linu paseliui / E. Gruzdeviene // Mano ukis. – 2006. – № 3. – P. 28–31.

275. Jankauskiene, Z. Pagiriamasis zodis lino seklelei / Z. Jankauskiene. – Vilnius, 2003. – 56 p.

276. Kaul, H. P. Selection criteria for short-fibre flax Plant-Breeding / H. P. Kaul, M. Scheer Triebeer, K. U. Heyland. – German. – 1994, 113:2. – P. 130–136.

277. Limonzin, F. Reponse aux autres digo-elemente / F. Limonzin // Perspectives agricoles. – 1989. – № 135. – P. 57–61.

278. Mikelionis, S. Semeniniu linu agrotechnika / S. Mikelionis, A. Endriukaitis // Zemdirbyste. Agriculture. – 2000. – T. 69. – P. 96–107.

279. Pavelek, M. Dedicnost horisontalni resistance pradneho lnu proti fusarioze / M. Pavelek // Len a konopi. – 1983. – N 19. – P. 7–64.

CONTENTS

INTRODUCTION	5
1. MODERN CONDITION OF THE QUESTION (literature review)	8
1.1. Abiotic conditions and yield of oil flax	8
1.2. The role of the variety in the formation of yield.....	12
1.3. Preparation of seeds for sowing	15
1.4. Seeding dates.....	19
1.5. Seeding rate and seeding method.....	23
1.6. Seed depth	31
2. OBJECT, TECHNIQUE AND CONDITIONS OF CONDUCT RESEARCH...	34
2.1. Object of research	34
2.2. Scheme and methods of research	34
2.3. Conditions for conducting experiments	38
2.3.1. Soil and climatic conditions	38
2.3.2. Meteorological conditions.....	40
2.3.3. Soil conditions.....	43
2.4. Features of the cultivation of oil flax in experiments	44
3. REACTION OF OIL FLAX VARIABLE VARIETIES TO ABIOTIC CONDITIONS	46
3.1. Yield and justification of its structure.....	46
3.2. Related observations and research	56
3.2.1. Fat content in seeds and oil collection	56
3.2.2. Content of phloem in straw varieties of oil flax	57
3.2.3. Duration of interphase development periods	58
3.2.4. Chemical composition of seeds and straw of oil flax varieties.....	61
3.2.5. Removal of nitrogen, phosphorus and potassium with flax products	66
3.2.6. Sowing qualities of seeds in a crop	67
4. REACTION OF OIL FLAX VNIIMK 620 TO PREPARE THE SEEDS.....	70
4.1. Yield and justification of its structure.....	70
4.2. Related observations and research	78
4.2.1. Fat content in seeds and oil collection	78
4.2.2. Content of phloem in the straw of oil flax	79
4.2.3. Chemical composition of seeds and straw	79
4.2.4. Removal of nitrogen, phosphorus and potassium with flax products	81
4.2.5. Sowing qualities of seeds after their pre-sowing treatment	82
4.2.6. Sowing qualities of seeds in a crop	83
5. REACTION OF OIL FLAX VNIIMK 620 AT CROPS.....	85
5.1. YIELD AND JUSTIFICATION OF ITS STRUCTURE	85
5.2. Related observations and research	91
5.2.1. Increase in dry matter of aboveground biomass	91
5.2.2. Photosynthetic activity of plants	92
5.2.3. Fat content in seeds and oil collection	94
5.2.4. Content of phloem in the straw of oil flax	95

5.2.5. Water and temperature conditions of the soil.....	96
5.2.6. Damage to oil flax flax flea.....	97
5.2.7. Prevalence of fusarial wilting of oil flax.....	99
5.2.8. Duration of interphase periods	100
5.2.9. Crop weediness.....	101
5.2.10. Chemical composition of seeds and straw	102
5.2.11. Removal of nitrogen, phosphorus and potassium with flax products	104
5.2.12. Sowing qualities of seeds in a crop	105
6. REACTION OF OIL FLAX VNIIMK 620 TO METHODS OF CROPS AND NORMAL SEEDING OF SEEDS	107
6.1. Yield and justification of its structure	107
6.2. Related observations and research	120
6.2.1. Content of phloem in the straw of oil flax.....	120
6.2.2. Increase in dry matter of aboveground biomass.....	121
6.2.3. Photosynthetic activity of plants	124
6.2.4. Flax weediness.....	128
6.2.5. Chemical composition of seeds and straw	130
6.2.6. Removal of nitrogen, phosphorus and potassium with flax products	133
6.2.7. Fat content in seeds and oil collection.....	136
6.2.8. Sowing qualities of seeds in a crop	138
7. REACTION OF OIL FLAX VNIIMK 620 TO THE DEPTH OF CROPS	140
7.1. Yield and justification of its structure	140
7.2. Related observations and research	145
7.2.1. Fat content in seeds and oil collection.....	145
7.2.2. Luba content in the straw of oil flax.....	146
7.2.3. Chemical composition of seeds and straw	147
7.2.4. Removal of nitrogen, phosphorus and potassium with flax products	148
7.2.5. Sowing qualities of seeds in a crop	149
8. INDUSTRIAL TESTS, ENERGY, ECONOMIC ASSESSMENT	151
8.1. Production tests	151
8.2. Energy assessment.....	154
8.3. Economic evaluation	157
CONCLUSION.....	163
RECOMMENDATIONS PRODUCTION	166
LIST OF USED SOURCES	167
CONTENTS.....	189

Научное издание

**Гореева Вера Николаевна
Корепанова Ксения Владимировна
Корепанова Елена Витальевна
Фатыхов Ильдус Шамилевич**

ЛЁН МАСЛИЧНЫЙ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

Монография

Редактор А. И. Трегубова

Подписано в печать 26.06.2019.
Формат 60×84 1/16. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 11,2. Уч.-изд. л. 8,7.
Тираж 500 экз. Заказ № 7802.
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА,
426069, Россия, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11

