

ТОО «Костанайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

УДК: 633.853.494: 631.4 (574.2)

На правах рукописи

ЖАМАЛОВА ДИНАРА БУЛАТОВНА

**Приемы возделывания льна масличного
в условиях Северного Казахстана**

06.01.01 - общее земледелие, растениеводство

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор **Васин В.Г.**

Костанай - 2017

Содержание

	Стр.
Введение	4
1 Обзор литературы	8
1.1 Лен масличный – значение культуры, общая характеристика, районы возделывания	8
1.2 Сроки посева льна масличного	18
1.3 Нормы высева льна масличного	24
1.4 Применение регуляторов роста	28
1.5. Подбор сортов льна масличного	35
2 УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	41
2.1 Природно-климатические условия возделывания льна масличного на южных черноземах Северного Казахстана	41
2.2 Агрометеорологические условия в годы исследований	44
2.3 Характеристика опытного участка, агротехника, схема опыта и методика исследований	49
3 Влияние сроков сева и норм высева на рост, развитие и урожай маслосемян льна масличного	55
3.1 Фенологические наблюдения и гидротермические условия вегетационного периода льна масличного	55
3.2. Водный режим почвы	60
3.3 Пищевой режим почвы в посевах льна масличного.	62
3.4 Густота стояния растений и засоренность льна масличного.	64
3.5 Фотосинтетическая деятельность посевов льна масличного.	67
3.6 Структура урожая. Урожайность.	73
3.7 Качество полученного урожая	78
4 Влияние регуляторов роста на рост, развитие и урожайность	80
4.1 Фенологические наблюдения и льна масличного в зависимости от применения регуляторов роста	83
4.2 Урожай маслосемян, структура урожая	85
4.3 Оценка качества масла	86
5. Изучение сортов льна масличного	87
6 Экономическая и энергетическая оценка изучаемых агроприемов	93
6.1 Экономическая эффективность возделывания льна масличного	93
6.2 Агроэнергетическая оценка эффективности возделывания льна масличного	94

Заключение	96
Предложения производству	98
Список использованных источников	99
Приложения	114

Введение

Актуальность работы. Производство масличных культур имеет перспективу роста во всех областях Республики Казахстан. Наибольший потенциал имеют области северного региона. Государственные средства не должны идти на поддержку простого увеличения площадей посева. Практика показала, что это привело к расширению посевов масличных культур при одновременном снижении урожайности. Принято решение поощрять только тех, кто освоил технологию их возделывания и уже доказал это фактическими данными урожайности за ряд лет хотя бы на небольших площадях. Таким образом, будет стимулироваться расширение площадей под масличными культурами без снижения их урожайности. (М.К. Сулейменов, 2014).

В связи с этим разработка приемов возделывания льна масличного, несомненно, актуальна и представляет существенную производственную значимость.

Степень разработанности проблемы. В условиях Республики Казахстан лён масличный ещё мало изучен. Повышенный интерес к этой культуре проявился в последние годы, когда появилась необходимость поиска альтернативы подсолнечнику и горчице. Анализируя выращивание альтернативных кормовым культурам растений сои, ярового и озимого рапса, горчицы, можно сказать, что эти культуры, наряду с позитивными показателями, имеют ряд агрономических недостатков: низкую урожайность, позднее созревание, резкое снижение урожайности в условиях засухи, проблемы с вредителями и болезнями. Таким образом, с учётом выше сказанного перспективу расширения посевных площадей имеет такая культура, как лён масличный. Вместе с тем, вопросы совершенствования технологии и разработка приемов возделывания в Российской Федерации, достаточно хорошо изучена (Поляков А.В., 2000; Живетин В.В., 2002; Гайнуллин Р.М., 2005; Горлов С.Л., 2010).

Цель и задачи исследований.

Цель исследований – разработка основных агротехнических приемов возделывания льна на маслосемена в системе целостного сберегающего земледелия.

ля, обеспечивающие получение высококачественной и экологически чистой пищевой продукции с наименьшими затратами материальных и энергетических ресурсов на единицу продукции в условиях засушливой степи Северного Казахстана.

Для выполнения поставленной цели были намечены следующие задачи:

– установить оптимальные сроки посева, нормы высева и эффективность регуляторов роста, способствующих увеличению урожая семян и повышению его качества.

– изучить параметры формирования урожая и качество продукции льна в зависимости от основных элементов технологии: сроки посева и нормы высева, применение регуляторов роста на посевах льна на маслосемена.

– дать экономическую и агроэнергетическую оценку различным вариантам технологии возделывания льна.

Научная новизна. Впервые на южных черноземных почвах Северного Казахстана в условиях засушливой степной зоны изучены основные элементы технологии возделывания льна на маслосемена в системе целостного берегающего земледелия с применением современных средств защиты растений. Изучено влияние сроков сева, норм высева, регуляторов роста на урожайность и качество продукции льна на маслосемена. Дано агробиологическое обоснование возможности получения высококачественной конкурентоспособной продукции льна в условиях региона. Изучены водный и пищевой режимы почвы и выявлены биометрические показатели структуры урожая. Произведена оценка экономической эффективности различных вариантов технологии сделали анализ агроэнергетических параметров в системе целостного берегающего земледелия.

Теоретическая и практическая значимость. Изучение влияния различных факторов на рост и развитие льна масличного представляет определённый теоретический и практический интерес при возделывании малоизученной культуры региона.

Внедрение в производство новых сортов льна масличного, сочетающих

высокую продуктивность и устойчивость к засухе, является основным средством повышения урожайности данной культуры. На основе внедрения оптимальной нормы высева, сроков посева и наиболее эффективных стимуляторов роста можно добиться создания благоприятных условий для реализации потенциальных возможностей изучаемых сортов.

Объект и предмет исследований. Предмет исследований – посевы льна масличного. Объектом исследований является опыт, заложенный по гербицидному пару, подготовка которого осуществляется с применением почвозащитной влагосберегающей технологии.

Экспериментальные исследования проводились с 2012 по 2014 год в ТОО «Костанайском научно-исследовательском институте сельского хозяйства», п. Заречный. Программа исследований включает в себя 3 полевых опыта.

1 опыт – Сроки посева и нормы высева льна на маслосемена.

2 опыт – Эффективность применения регуляторов роста при обработке посевов льна масличного.

3 опыт – Изучение сортов льна масличного.

Методология и методы исследований. Закладка опытов, учёты и наблюдения проведены согласно методическим разработкам и указаниям ВНИИР им. Н.И. Вавилова по изучению масличных культур (выпуск 2 и 3, 1976 г.), методик ГСИ сельскохозяйственных культур (выпуск 1, 1985 г.), методическим рекомендациям ВНИИМК (г. Краснодар).

Методы исследований: полевой и лабораторно-полевой.

Основные положения, выносимые на защиту

– оценка показателей фотосинтетической деятельности растений в посевах;

– влияние сроков сева и норм высева на рост, развитие и урожайность маслосемян льна масличного;

– влияние регуляторов роста на рост, развитие, и урожайность маслосемян льна масличного;

– экономическая и агроэнергетическая оценка изучаемых вариантов.

Степень достоверности. Достоверность полученных результатов подтверждается большим количеством наблюдений и учетов лабораторных и полевых опытов, а также статистической обработкой экспериментальных данных дисперсионным методом.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на Международной научно-практической конференции «Дулатовские чтения», посвященной 125-летию со дня рождения М. Дулатова, Костанай, 2010; на Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию независимости Республики Казахстан и 15-летию Костанайского инженерно-экономического университета им. М. Дулатова – Костанай, 2011; на международной конференции молодых ученых, аспирантов, студентов и учащихся «Актуальные проблемы и вопросы технологии производства продукции животноводства, растениеводства и общественного питания» - Казань 2014; на Региональной научно-практической конференции «Стратегия 2050» - путь к стабильной экономике, политике и обществу – Костанай 2016; на Международной научно-практической конференции «Инновационные достижения науки и техники АПК» - Кинель 2014...2016.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 статей, из них 2 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 113 страницах компьютерного текста (без списка литературы и приложений), состоит из введения, обзора литературы, условий и методики проведения исследований, четырех глав, включающих результаты исследований, выводов и рекомендаций производству. Содержит 24 таблиц, 4 рисунков и 4 приложений. Список литературы составляет 130 источников, в том числе 10 зарубежных авторов.

Личный вклад автора. Диссертация является результатом анализа и обобщения исследований автора за 2012-2014 гг., которые опубликованы в научных статьях. Определение актуальных направлений исследований, оценки влияния изучаемых факторов на морфологические и биологические особенности роста и развития, формирование урожая и качество продукции, выводы и предложения производству в работе выполнялись лично автором.

1 Обзор литературы

1.1 Лен масличный – значение культуры, общая характеристика, районы возделывания

В Республике Казахстан взят курс на насыщение рынка растительным пищевым маслом собственного производства за счёт расширения площади и повышения продуктивности масличных культур. Внутренний рынок при потребности 137-140 тыс. тонн масла обеспечен всего на 36%, остальное завозится из России, Украины и Ирана. Необходимость проведения селекционной и технологической работы со льном масличным обусловлена резко возрастающим спросом на растительные масла на мировом рынке.

Растительное масло изо льна – одно из лучших масел, используемое на пищу, а также на технические цели, особенно в лакокрасочной промышленности. Развитие этой отрасли в государстве приведет к повышенному спросу на масло этой культуры и, соответственно, к расширению площади посевов льна масличного [1].

Как отмечает Ш.Н. Илялетдинов, в Казахстане сложились обособленные районы возделывания масличных культур: так, Восточно-Казахстанская область специализируется на производстве подсолнечника, Уральская – горчицы, Костанайская – льна и масличного рапса [2].

Началом активного производства масличного льна в Казахстане можно считать 2009 год. После зернового бума 2008 года самые здравомыслящие аграрии выделили на своих полях клин под новую культуру – решили подстраховаться. И, конечно, не прогадали: новую технику закупать не пришлось, спрос на масличный лён на мировом рынке достаточно высок, а цены выше, чем на зерновые, при практически одинаковой урожайности. К тому же, он отлично вписывается в любой севооборот. Дальше – больше: к 2010 году экспортная цена выросла в 2,5 раза по отношению к 2007 году [3].

Лён масличный – ценная сельскохозяйственная культура многоцелевого использования. В мировом сельскохозяйственном производстве площади его посевов составляют до 3,2 млн га, а валовый сбор достигает 2,7 млн т. В Казах-

стане после кризиса в агропромышленном комплексе конца XX века, когда в 1990 г. посевные площади под льном масличным сократились до 4 тыс. га, стало наблюдаться постепенное восстановление объемов производства этой культуры и на сегодняшний день в нашей стране засеивается более 100 тыс. га ежегодно. Причём, 30,5 тыс. га приходится на долю Костанайской области [4].

Доля Казахстана в мировом производстве масличных составляет 2%. Рынок масличных в Казахстане определяется на протяжении последних лет тремя цифрами. Как отмечает Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, доля импорта в потреблении растительного масла в стране составляет больше 45%. Общая производственная мощность по переработке маслосемян в Казахстане составляет около 1,3 млн. тонн в год. При внутреннем валовом производстве масличных культур по результатам 2012-2013 гг. в объеме 850 тыс. тонн дефицит маслосырья составляет более 35%. По факту этот показатель доходит до 50%, в то время как в России он колеблется в пределах 10-15% [5].

По данным Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан, значительный прирост клина масличных произошел в 2010 году, когда к 1185 тысячам гектаров прибавилось сразу 564 тысячи, что составило почти треть от всех посевных угодий, занятых под масличными. В дальнейшем клин был сохранен, и в 2011 году казахстанские аграрии отдали маслосеменам 1817 тыс. га, а в 2012 – 1853 тыс. га [6].

В Стратегии развития Республики Казахстан до 2030 года [Долгосрочная стратегия развития Казахстана «Казахстан – 2030» – Нурсултан Назарбаев] важное место отводится обеспечению населения продуктами питания и вопросу продовольственной безопасности страны, а также бережному использованию энергоресурсов, как невозобновляемых, так и альтернативных, на основе разработки и внедрения в производство научно обоснованных рекомендаций и предложений по рациональному применению природных ресурсов [7].

Ведущей экспортной культурой в Казахстане является лен. В июле-декабре 2012 года его поставлено за рубеж 75,5 тыс. тонн. Это вдвое меньше поставок первой половины 2012-го, но такой тренд обусловлен привлекатель-

ной ценой на внутреннем рынке. В среднем в месяц отгружается на экспорт от 8-10 до 30 тысяч тонн. С начала 2013 года льна экспортировано 9651 тонн в январе, 7106 тонн было закуплено бельгийскими партнерами. В феврале экспорт составил 11230 тонн. К основному импортеру Бельгии прибавились Турция (3399 тонн), Польша (1181 тонн) и Германия (1152 тонн). В марте вместо трех последних стран потребность в казахстанском льне образовалась в Нидерландах (3389 тонн). Казахстан начал активно экспортировать маслосемена льна и уже вышел по этому показателю на 3-е место в мире, подвинув других игроков рынка. Так, по информации, опубликованной на сайте Министерства сельского хозяйства Канады (мирового лидера), эта страна прогнозирует дальнейшее снижение своего экспорта льна масличного, а значит и производства, из-за конкуренции со стороны Республики Казахстан. Кроме того, рост продаж льна масличного из трех бывших республик Советского Союза – России, Казахстана и Украины – обусловлен экологичностью нашей продукции. Европейский Союз, который является крупнейшим импортером льняных семян, обнаружил в канадской продукции добавки генетически модифицированных культур льна.

В итоге, канадские поставки на мировой рынок значительно сократились. Совокупный же экспорт из трех государств бывших республик Советского Союза вырос до 510 тысяч тонн до конца июля 2012 года, что более чем в два раза превышает этот показатель за 2011 год (237 тысяч тонн). Стоит отметить, что десять лет назад совокупный экспорт из России, Казахстана и Украины составил всего одну (!) тысячу тонн. [8,9].

Лен – санитарная культура, после его посева на полях остается минимальное количество болезнетворных инфекций и вредителей.

Лен можно сеять практически после любой культуры, после него можно размещать любую культуру. Он является отличным предшественником в севообороте.

Лен – технологичная культура. При соблюдении элементарных требований агротехники может давать высокий экономический эффект. Для его возде-

львания применяется обычная зерновая технология, а так же техника (сеялки, жатки, комбайны) применяемые на зерновых культурах.

Это экологически чистая культура. При ее возделывании требуется минимальное количество химических средств защиты и удобрений. Посевы льна освобождают почву от тяжелых металлов и радионуклидов. Семена льна, полученные с зараженных земель, не имеют даже следов радиации [10].

В последнее время во всем мире возрос интерес к использованию льняного масла в пищу из-за его лечебных свойств, обусловленных высоким содержанием линоленовой кислоты. Оно улучшает обмен веществ, выводит из организма холестерин, нормализует артериальное давление, уменьшает вероятность образования опухолей. Масло льна снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний и используется для лечения сахарного диабета.

Жмых и шрот – это ценный концентрированный корм для животных, по содержанию белка ничуть не уступает жмыху рапса. В одном килограмме льняного жмыха содержится 1,14 кормовых ед. и 285 г. перевариваемого протеина. За счёт содержания в жмыхе пектинового вещества он благотворно влияет на пищеварение и подходит для кормления всех видов животных [11].

Солома льна используется как сырьё для производства ниток, шпагата, тонкой бумаги и волокна. Из льняной ткани шьют одежду, с уникальными санитарно-гигиеническими свойствами, обладающая бактерицидным действием.

Масло льна высыхающее, с высоким йодным числом, является лучшим сырьем для лакокрасочной промышленности и олифования. Оно используется для производства мягких сортов мыла, клеёнок, линолеума.

Возможность утилизации изделий биологическими методами особенно привлекает мировую [12].

Солома льна масличного используется для получения пакли, которая широко применяется в строительстве и пользуется большим спросом. Также она может использоваться в качестве грубого корма и подстилки. Лучшие сорта писчей и сигаретной бумаги, картона изготавливают из соломки масличного льна. По данным Смирнова И.Щ. (1953), Минкевича И.А. (1957) семена льна

содержат 25-45% масла и до 30% белка, также в их состав входит азот - до 5%, зола до 4%, клетчатка до 4,5% [13].

В льняном масле содержится до 16-20% олеиновой жирной кислоты, 14-17% линолевой, 50-60% линоленовой, 5-7% пальмитиновой, 3-4% стеариновой кислоты. Высокое содержание в масле наиболее непредельной из жирных кислот – линоленовой – определяет его способность к быстрому высыханию и высокую ценность как технического масла, а также высокую биологическую активность [14].

Лён – возделывается во всех частях света. Эта культура главным образом умеренного пояса, сравнительно реже встречающаяся в тропических странах. Масличный лён широко распространён в Южной Америке (Аргентина, Уругвай и др.), Азия (Индия, Афганистан, Китай, Япония), Северной Америке (Канада, США), а также незначительно в Европе (Великобритания, Германия и др.), Австралии и Новой Зеландии. Наиболее далеко на север культура льна заходит в европейскую часть СНГ: огибая Белое море она поднимается по р. Мезени до 65,5 с.ш. Южная граница льна спускается в южном полушарии (Аргентина) до 38 юлы [13].

На Кавказе в Тушетии и восточной Грузии посеvy льна размещают над уровнем моря до 2350-2375 м, в Верхней Сванетии - 1700 м, на северном склоне Кавказского хребта - 1850 м. В горах Дагестана масличный лён сеется на высоте 2150 м (Н.И. Вавилов, 1926) [15].

Кроме Великобритании, в европейских странах посевные площади льна масличного невелики. Однако, в последние годы резко возрос интерес к этой культуре в странах ЕЭС (Германия, Дания, Франция, Италия, Испания, Чехия, Венгрия, Румыния) (Ф.М. Галкин, ВНИИМК г. Краснодар, 2000 г) [16].

По данным ФАО (2000), в настоящее время в мире засевают льном более 3,4 млн. га. В Европе площади посева льна составляют свыше 598 тыс. га, Наиболее значительный удельный вес посевов масличного льна в настоящее время имеют Индия — 930 тыс. га, Канада - 811,5 тыс. га, Китай - 570 тыс. га, США- 135,2 тыс. га, Германия- 110,1 тыс. га [17].

У льна состав жирных кислот зависит от места его возделывания. Северные суровые условия благоприятствуют образованию и накоплению линоленовой кислоты, а южные мягкие – образованию и накоплению олеиновой кислоты. Промежуточное положение занимает линолевая кислота.

Высокое содержание в масле линоленовой кислоты приводит к его быстрому окислению и прогорканию, что ограничивает сроки его пищевого использования до двух месяцев и таким образом снижает экономическую ценность, в условиях промышленного производства.

В настоящее время в Канаде созданы сорта, в масле которого содержится менее 2% линоленовой кислоты. Эти сорта занимают в настоящее время в Канаде, до 10 % площади и широко используется в пищу (Dribnenki J.C.P., Green A.G., 1995, Dribnenki J.C.P., Green A.G., Atlin G.N., 1996, Dribnenki J.C.P., McEachern S.F., Green A.G., 1999). Таким образом, возможность разнообразного использования продукции льна масличного характеризует его как весьма ценную культуру. [18; 19; 20].

Выращивание масличных культур является важной частью сельскохозяйственного производства многих стран. Получаемые из них растительные масла составляют, с одной стороны, основу питания человека, с другой стороны, – это необходимое сырье для различных отраслей промышленности [21].

Считается, что масличный лен неприхотлив к условиям возделывания, обеспечивает высокие урожаи маслосемян, отличается сравнительно высокой стабильностью продуктивности, не требует для возделывания специальных сельхозмашин.

В последние годы во всем мире возрос интерес к этому полезному растению, использованию льняного масла в пищу в связи с его лечебными свойствами. Получаемое из льняных семян методом холодного прессования масло по своей биологической ценности стоит на первом месте среди пищевых масел. Жирно-кислотный состав льняного масла, благодаря содержанию насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот благотворно влияет на здоровье. Оно имеет выраженные лечебно-профилактические свойства при нарушениях

жирового обмена, атеросклерозе, онкологических заболеваниях, способствует снижению холестерина в крови.

Доказано омолаживающее и ранозаживляющее действие льняного масла при ожогах, обморожениях, лучевых поражениях кожи. Новые сорта льна масличного формируют достаточно высокий урожай семян (2,3-2,6 т/га) с содержанием масла в них до 49,5-53,0% [22,23].

Выращивание масличного льна способствует решению и белковой проблемы в животноводстве. Остающийся после отжима масла жмых, пригоден для кормления всех видов сельскохозяйственных животных. В нем содержится в среднем 33-36% белка и 9-15% жира. Благодаря этому льняной жмых является очень ценным энергонасыщенным кормом. Его добавки к концентрированным зерновым кормам позволяют сбалансировать их по протеину, жиру и незаменимым аминокислотам [24].

Культура масличного льна наиболее распространена в районах с теплым и сухим климатом Южной, Центральной и Западной Азии, а также Северной, Центральной и Южной Америки. В северных приморских районах Центральной и Северной Европы лен на волокно выращивается издавна. За последние десятилетия проведены многочисленные опыты с целью выяснить, насколько целесообразна культура масличного льна в Центральной Европе. Основанием для постановки опытов послужили довольно значительные посевные площади масличного льна и промежуточных форм льна в соседних странах Южной и Восточной Европы. Хотя в Германии и граничащих с ней западных странах в настоящее время площади посева масличного льна столь малы, что не учитываются статистикой, однако, можно утверждать, что в более сухих местностях этих стран, где климат переходит в полуконтинентальный, масличный лен является сравнительно надежной среднеурожайной масличной культурой, дающей превосходное масло [25].

Особенно это относится к тем районам, в которых посевы прядильного льна невозможны или дают низкие урожаи плохого качества.

Масличный лен находится в близком родстве с прядильным льном (оди-

наковое число хромосом $n = 15$); они оба являются разновидностями вида *Linum typlcum* Schilling, который произошел от *L. angustifolium* Huds. В Индии, Западной Азии, в степных областях России и отдельных районах Африки преобладают мелкосемянные формы (*microsperma*), которые образуют или низкорослые растения с несколькими стеблями (*multi- mules*), или одностебельные растения средней высоты (*unicaules*). Оба типа характеризуются сильным ветвлением стебля, которое может начинаться на любой его высоте. В Европе более целесообразно возделывание крупносемянных типов масличного льна (*macrosperma*), которые распространены в средиземноморских странах и Юго-Восточной Европе. В мировых посевах масличного льна этот тип за последний период выдвинулся на передний план. Он высевается на больших площадях в Южной Америке (особенно в Аргентине) и в Северной Америке, преимущественно в северных центральных штатах. Он относится к средиземноморскому типу, который по сравнению с прядильным льном отличается не только более крупными семенами, но и крупными цветками и более крупными листьями [26].

Возделываются главным образом сорта с растениями средней высоты с одним стеблем (*unicaules*), не ветвящимся от основания, но начинающим ветвиться с половины высоты. При этом образуются ветви не только 1-го, но и 2-го и 3-го порядков. Стебель, как правило, более мощный, чем у прядильного льна, и содержит меньше волокна, которое может частично использоваться в качестве пакли. В последнее время волокно масличного льна используется для котонизации или получения бумаги, что весьма распространено в Америке [27].

Лён масличный однолетнее растение с сильно ветвящимся у основания стеблем и большим числом коробочек (30-60 и более). Соцветие льна рыхлая развалина или зонтиковидная кисть. Цветок состоит из пятилепестковой чашечки, реснитчатой по краям и оставшейся после цветения на плоде.

Плод имеет округлую или яйцевидную коробочку, заостренную сверху. Стебли прямостоячие, листья ланцетные, зеленые, голые с восковым налетом.

Для прорастания семян льна требуется такая же температура воздуха и

почвы, как и для яровых зерновых культур. Для полного его созревания требуется сумма положительных температур за вегетационный период 1600-1800°C. Всходы переносят весенние заморозки до 4-5°C. Повышенные требования к теплу лён предъявляет лишь в период созревания.

В начальный период развития льна быстро растет корневая система, и к периоду интенсивного роста стебля она достигает хорошего развития. Имея более развитую корневую систему, чем лён-долгунец, масличный лён менее требователен к влаге. Транспирационный коэффициент у него равен 372, у подсолнечника – 470, у горчицы – 414. От посева до фазы ёлочка (высота 15-17 см) отличается значительной засухоустойчивостью, а в период бутонизации и цветения лён особенно требователен к обилию влаги. Этот критический период в его развития, как правило, совпадает с наблюдающимся в условиях Северного Казахстана летним июльским максимумом осадков. Наполнение сухих веществ и масла в семенах льна идёт наиболее интенсивно во 2 и 3 декадах после полного цветения и поступления их прекращается за 2-3 пятидневки до наступления полной спелости.

Созревание льна заканчивается до наступления первых заморозков.

Лучшими почвами для возделывания льна являются обыкновенные среднегумусные черноземы, малогумусные несолонцеватые чернозёмы, темнокаштановые [28,29,30].

Таким образом, почвенно-климатические условия районов 1 и 2 зоны Костанайской области вполне соответствуют биологическим особенностям данной культуры. Северный Казахстан по климатическим условиям отвечает требованиям для возделывания льна масличного на маслосемена с гарантированным урожаем. Основными льносеющими районами Казахстана являются Костанайская, Кокшетауская и Северо-Казахстанская области [31].

Казахстанский сельскохозяйственный техникум, Карабалыкская опытная станция и ряд хозяйств Федоровского, Карабалыкского и Карасуского районов ежегодно получают по 10-15 ц/га семян льна.

Необходимо отметить, что даже при урожайности 2-3 ц/га производство льна оправдывает себя, так как в этих же условиях урожай пшеницы, в сравнении необходимо получать в 2,5-3 раза больше.

Все работы по селекции льна масличного в Казахстане проводились, в основном, в Костанайской области на Карабалыкской опытной станции. Сорты, выведенные здесь, возделываются во многих регионах Казахстана и России. Сорты «Карабалыкский 7» и «Костанайский янтарь» районированы в 1979 и 1994 годах, соответственно. Их урожай в среднем составляет 14-16 ц/га, масличность не ниже 43%, вегетационный период 80-90 суток.

Селекционная работа по льну масличному в Костанайском научно-исследовательском институте сельского хозяйства начата в 1994 г. Коллекционный исходный материал был получен из Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции, где до 1987 года проводилась селекционная работа по льну масличному.

В начале было проведено изучение и тестирование образцов из генофонда коллекции Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции. Затем были сформированы питомники, и была начата селекционная работа по полной схеме. Созданию исходного материала, получению новых сортов и гибридов льна масличного.

Селекционная работа по льну масличному ведется на повышение продуктивности, высокое содержание масла в семенах, крупносемянности, придание устойчивости к полеганию, болезням и вредителям, а так же созданию сортов с коротким вегетационным периодом [10].

Ежегодно на участке гибридизации проводится 20-25 комбинаций скрещиваний. В гибридном питомнике 2-5 годов высевается 150-170 номеров, в селекционном питомнике 1-го года – 450-600 номеров, в селекционном питомнике 2-го года – 150-170 номеров, в конкурсном сортоиспытании – 25-30 сортообразцов. На участке размножения два новых сорта. В результате проведенной селекционной работы получен разнообразный перспективный селекционный материал. Выделены сортообразцы с ценными хозяйственными признаками,

стабильно, в течение ряда лет превышающими стандарт по продуктивности и масличности. С 2005 г. районирован новый сорт «Казар». В 2006 г. передан в госсортоиспытание один новый сорт «Костанайский 5». В 2008 г. передан в ГСИ еще один новый перспективный сорт льна масличного «Славячил». [32].

Поддерживается сотрудничество с учеными из Сибирской опытной станции ВНИИМК (Россия), ведущих аналогичные исследования по селекции льна масличного. Проводятся встречи, обмен селекционным материалом, а также достижениями в данной области исследований [33].

1.2 Сроки посева льна масличного

Одним из определяющих моментов при разработке технологии возделывания сельскохозяйственных культур является выбор оптимального срока посева. Данный агрономический прием в значительной степени влияет на формирование урожая и его качество. Этот вопрос обычно решается с учетом многих факторов, к которым можно отнести: биологические особенности культуры, чистоту полей, гранулометрический состав почвы и погодные условия. Главное, сохранить влагу в почве, получить дружные и сильные всходы и обеспечить оптимальные условия для их развития [34,35].

М.С. Савицкий считал, что биологические факторы, то есть элементы урожая, являются ведущими, а агротехнические условия, почвенные и географические, направляющими факторами для получения высоких и устойчивых урожаев [36].

По данным Сибирской опытной станции оптимальным сроком является конец второй декады мая, когда почва прогрета до 8-10⁰С на глубине заделки семян. К этому времени появляются всходы ранних однолетних сорняков (гречишка выюнковая и развесистая, горчица полевая и др.).

При прогреве почвы до 10-12⁰С появляются массовые всходы поздних яровых сорняков, таких как, щирица обыкновенная, куриное просо, марь белая и др. При таком сроке посева, при своевременном и качественном проведении предпосевной культивации, уничтожается до 90 % (с учётом уничтожения про-

ростков) ранних однолетних сорняков, обеспечиваются дружные всходы семян льна масличного и ускоренное развитие растений.

При ранних сроках посева, когда почва прогрета до 6-80С, период посев – всходы затягивается до 10 дней, многие проростки льна загнивают и может начаться развитие болезней.

При поздних сроках посева, уборка льна масличного может совпасть с массовой уборкой зерновых, что тоже не желательно.

При посеве льна позже оптимального срока увеличивается вегетационный период, снижается масличность и может начаться вторичное цветение.

При посеве льна в оптимальные сроки критический период его развития совпадает с летним максимумом осадков, характерным для лесостепной и степной зоны Западной Сибири. Это совпадение обеспечивает лучший налив семян и повышение урожайности.

В годы, отличающиеся малым запасом влаги, накопленной в почве за зимне-весенний период, и с засушливым характером весны приступать к посеву следует несколько раньше, в таких условиях оттягивание сроков посева может привести к иссушению верхнего слоя почвы, что повлечет за собой недружные всходы и изреженность посевов [37,38,39].

В результате трехлетних исследований Н.Ф. Максимова в лесостепной зоне Омской области установлено, что посев льна в средние сроки обеспечивает более высокие урожаи, нежели ранние[41].

Посев в первый срок (первая декада апреля) снижает урожайность на 41% или 0,8 т/га, при позднем посеве недобор урожая составляет 22% (1,51 т/га).

Вегетационный период основных сортов масличного льна в большинстве случаев продолжительней, чем сортов долгунца, хотя наиболее скороспелым карликовым абиссинскому и эритрейскому льнам для завершения вегетации в условиях юга России требуется не более 75 и даже 65 дней.

По продолжительности периода от всходов до созревания И.А. Минкевич делит все формы масличного льна на пять групп: очень раннеспелые – не более 75 дней, раннеспелые – от 76 до 82 дней, среднеспелые – от 83 до 95 дней, средне-

позднеспелые – от 96 до 105 дней, а у очень позднеспелых форм продолжительность вегетации может превышать 150 дней.

На основе многолетних наблюдений в разных зонах огромного ареала распространения масличного льна М.Д. Сафонов пришел к выводу, что продолжительность вегетации создаваемых сортов должна находиться в пределах от 85 до 95 дней, хотя в отдельные годы вегетационный период таких сортов может удлиняться на 10-13 дней.

Такие отклонения в значительной степени обусловлены температурными условиями периода вегетации.

Например, по данным А.И. Руденко, в полевых опытах с межеумком Шатиловский К-39, проведенных в течение ряда лет в разных зонах России, число дней от даты сева до созревания варьировало от 80 дней при средней температуре за вегетацию 21,4 °С до 96 дней при 16,7 °С [43].

В течение своего непродолжительного жизненного цикла растения льна претерпевают последовательный ряд изменений физиологических функций и органообразовательных процессов.

По внешним морфологическим проявлениям эти изменения отмечаются как фазы развития и роста льна.

Необходимость их учета обусловлена тем, что периоды онтогенеза льна существенно различаются как по отношению растений к факторам внешней среды, так и по степени влияния этих факторов на формирование урожаев.

При фенологических наблюдениях за развитием и ростом льна кроме даты сева могут отмечаться следующие фазы: всходы; третья пара настоящих листьев; нижнее ветвление; начало, середина и конец «елочки»; бутонизация; цветение; зеленая спелость; ранняя желтая спелость; желтая спелость; полная спелость.

При детальном изучении отмечаются еще фазы максимального прироста стебля и дифференциации конуса нарастания. Фаза всходов отмечается при появлении над поверхностью почвы разъединившихся семядолей. Отмечают также появление третьей пары настоящих листьев [44].

В отличие от долгунцов для посевов масличного льна важной является фаза нижнего ветвления побега (кущения).

Признаком ее наступления условно принято считать достижение 10-15 мм длины боковых побегов, развившихся у основания стебля в пазухах семядолей. Менее четко определены признаки достижения фазы «елочка». Ю. П. Буряков с соавторами считают, что у масличного льна она наступает при наличии у растений 8-10 пар настоящих листьев, а, по мнению А. Р. Рогаша, в фазе «елочки» растения долгунцов имеют 5-6 пар листьев.

По мнению О. И. Рыжеевой, фаза «елочки» наступает при достижении растениями масличного льна высоты 8-12 см, а Ю. П. Буряков с соавторами принимают за начало этой фазы высоту растений 5-7 см.

Официальные методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом предписывают отмечать фазу «елочки» при высоте растений 5-10 см, а Н. Г. Абрамов указывает для этой фазы еще более широкий диапазон величин высоты растений долгунца от 5 до 15 см. С. М. Маштаков с соавторами расчленяют эту фазу на три этапа.

По их мнению, к началу фазы «елочка» высота растений льна достигает 4-5 см, а к середине этой фазы 8-10 см и к ее концу 15- см. Однако Н. Г. Абрамов считает, что фаза «елочки» заканчивается при достижении растениями долгунца высоты 15 см, после чего начинается следующая фаза быстрого роста стебля.

В специальной литературе встречается мнение, что фаза «елочки» у растений льна-долгунца начинается с образования первой пары настоящих листьев. По этому поводу необходимо отметить следующее.

Во-первых, очевидна неприемлемость такого подхода к описанию фенологии масличного льна, поскольку это требует признания, что фаза «елочки» начинается раньше важной для этой культуры фазы нижнего ветвления побега.

Во-вторых, это требует уточнения логического содержания понятия «физиологическая фаза развития растения». В переводе с греческого *phasis* – появление.

Это соответствует требованию достаточно точно определять при фенологических наблюдениях дату наступления той или иной фазы по появлению характерных внешних признаков растений.

Поэтому по рекомендации отмечать начало всходов (10%) или начало цветения растений льна, следует записывать в журнале даты этих фенологических явлений.

А «периоды между двумя последующими фазами называются межфазными». Те же авторы, которые началом очередной фазы считают день регистрации предыдущей фазы, понятие «фенологическая фаза» воспринимают как период развития, который большинством авторов описывается как межфазный период. Неприемлемость понимания фенологической фазы не как состояния растения, а как периода его развития очевидна для фазы всходов, а фазой цветения надо было бы считать период от бутонизации до начала зацветания растений.

В связи с изложенным началом фазы «елочка» у растений льна, особенно льна масличного, не может быть образование одной или двух пар настоящих листьев [45,46].

По описаниям разных авторов различаются также внешние морфологические признаки наступления фазы бутонизации при развитии растений масличного льна. А. И. Руденко рекомендует отмечать дату этой фазы в день появления в пазухах верхних листьев главного побега одного-двух маленьких бутонов, для обнаружения которых необходимо раздвигать листья на верхушке стебля. О. И. Рыжеева считает, что регистрировать эту фазу следует позже, при появлении веточек соцветия с бутонами на них [47].

Признаком начала фазы цветения считается раскрытие лепестков первого цветка соцветия главного стебля. В связи с несовпадением сроков достижения технической спелости посевов льна, возделываемых на волокно и на семена, различают четыре градации фазы спелости: зеленую, раннюю желтую, желтую и полную, различающиеся по цвету коробочек, семян, стеблей и листьев, а также степени сформированности семян и волокна. В фазе зеленой спелости лишь

65-75% коробочек выполненные с семенами нормальной величины; стебли, все коробочки и семена зеленые.

При ранней желтой спелости 65-75% коробочек желто-зеленые, семена в них бледно-зеленые с желтым носиком; остальные коробочки желтые, бурые или зеленые; стебли зеленовато-желтые, волокно в них достигает наилучшего качества.

В фазе желтой спелости около 50% коробочек желтые с желтыми семенами, остальные бурые с коричневыми семенами или желто-зеленые с бледно-зелеными семенами, стебли желтые с более грубым и хрупким волокном. При полной спелости все коробочки бурые с твердыми коричневыми, с характерным блеском семенами. При встряхивании соцветий такие семена «гремят» в коробочках[47].

После даты сева всходы льна могут появляться через 6-дней, по данным И. В. Якушкина, или в среднем через 11 дней.

В разные по погодным условиям годы и при разных сроках сева масличного льна число дней этого периода варьирует от 5 до 18, а в различных зонах страны его средняя продолжительность изменяется от 8 до 13 дней.

При достаточной влажности почвы число дней до всходов последовательно возрастало от 4 при температуре воздуха 24,0 °С до 11 при температуре 10,3 °С. Прорастают же высеянные во влажную почву семена льна уже через сутки при температуре почвы на глубине 10 см 7-10 °С, а в лаборатории при оптимальных условиях даже через часов после замачивания. Третья пара настоящих листьев появлялась у сеянцев масличного льна после даты всходов через 6-7 дней при температуре 16-18 °С и через 12 дней при 10,6 °С, а повышение средней температуры до 21 °С не сокращало продолжительность этого периода [48].

Использование разными авторами неодинаковых критериев регистрации наступления фазы «елочка» у растений льна, а также влияние разных экологических условий на скорость развития в течение межфазного периода всходы-«елочка» являются причиной различных оценок длительности этого периода,

приведенных в разных публикациях. А. Р. Рогаш считает, что фаза «елочки» наступает через 15 и более дней от появления всходов, а по И. В. Якушкину этот период в среднем равен 19 дням.

В опытах Л. Д. Фоменко продолжительность периода всходы массовая «елочка» варьировала от 13 до 20 дней в зависимости от срока высева льна-долгунца и типа почвы. Фенологические наблюдения в разных зонах возделывания льна показали, что среднее число дней от всходов до образования «елочки» варьирует от 6 до 13 дней [49].

Высев льна, как холодоустойчивой культуры, возможен при первой возможности выхода в поле. Тем не менее, по данным опытов О. Масляного оптимальным сроком высева является первая декада апреля, который совпадает с окончанием посева ранних яровых и началом посева сахарной свеклы.

По данным исследований на базе опытного хозяйства института в пос. Крымская роза Белогорского района АР Крым, посев льна 15-20 марта является оптимальным сроком, позволяющим иметь за вегетацию достаточное количество осадков и сумму активных температур, близкую к 1600-1800 °С [40].

По результатам научно-исследовательской работы Нургасенова Т.Т. и др., которые были представлены в рекомендации, установлено, что оптимальным сроком посева льна масличного в условиях юго-востока Казахстана является посев при температуре почвы на глубине 0-10 см, 6-8 °С, что календарно соответствует второй декаде апреля, при посеве в более поздние сроки (третья декада апреля) полевая всхожесть семян снижается на 5,1%. Календарные сроки посева льна масличного в зонах его возделывания не совпадают. Необходимо дифференцированно подходить к срокам посева, так как оптимум срока определяется биологическими особенностями сорта, характером выпадения весенних осадков, засорённостью полей и температурным режимом почвы [42].

1.3 Нормы высева льна масличного

Норма высева любой культуры зависит от морфологических и биологических особенностей. Чем меньше размер растения, тем меньшую площадь оно занимает.

Растения льна-долгунца занимают до 0,06 м², это означает, что на 1 га можно разместить до 25 млн. шт. растений, такая норма высева применяется при возделывании льна на льносолону.

В загущенных посевах растения начинают активно расти в высоту, из-за чего снижается ветвистость и, следовательно, ухудшаются качественные характеристики маслосемян [50].

При возделывании льна масличного такие факторы, как норма высева и срок посева являются ключевыми критериями для получения высоких и стабильных урожаев.

Не менее важным является учёт климатических условий возделывания, а именно температурный режим и количество осадков в период вегетации, поэтому для каждой конкретной почвенно-климатической зоны Республики Казахстан нормы высева могут существенно различаться [51].

Существуют несколько способов сева льна масличного: рядовой, узкорядный и перекрёстный. При рядовом ширина междурядий составляет 0,15 м, а глубина заделки не должна превышать 0,07 м. Норма высева должна равняться 7-8 млн шт. на гектар, в количественном эквиваленте это около 50 кг/га.

По мнению И.В. Бородина, для Омской области оптимальная норма высева не должна превышать 8 млн. штук на 1 гектар [52].

А в Пензенской области селекционерами был получен максимальный урожай масло семян льна масличного при норме 7,5 млн штук на 1 гектар [39].

Оптимальной нормой высева льна масличного в Свердловской области следует считать 8-9 млн. всхожих семян на 1 га.

Дальнейшее повышение нормы высева не сопровождается ростом урожайности. Рекомендуемая ранее норма высева 7 млн. семян на 1 га для тяжелых по механическому составу почв является недостаточной.

Г.В. Кулик и др. считали, что перед уборкой густота стояния льна масличного не должна быть менее 400 растений на 1 м². Неправильно выбранная норма высева влияет на фитосанитарное состояние посевов.

В случаях изреженного посева начинается активное развитие сорной растительности.

Но повышение нормы высева никак нельзя считать основной мерой борьбы с ней.

Для борьбы с сорняками должны использоваться гербициды, соблюдаться севообороты, качественно и своевременно проводиться предпосевные обработки почвы [53].

Лен масличный сеют обычным рядовым (междурядья шириной 0,15 м), узкорядным (0,075 м) и перекрёстным способами, сеялками типа СЗ – 3,6. Глубина заделки семян 0,03-0,05 м, норма высева 7-8 млн. штук/га.

В.М. Лукомец считает, что чрезмерно большие нормы высева неблагоприятно сказываются на урожайности семян.

Слишком плотная густота стояния повышает опасность полегания, поражения болезнями, усиливает конкуренцию за свет, влагу, питательные вещества, снижает жизнеспособность отдельных растений, ухудшает соотношение между семенами и соломой.

При слишком низкой норме посева интенсивно развиваются сорняки, снижаются компенсационные возможности посевов, усложняется уборка урожая. Оптимальная густота стояния растений льна масличного перед уборкой – 500-700 шт./м², а минимальная – 400 шт./м² [54].

И.И. Синягин утверждает, что при выборе нормы высева необходимо учитывать засорённость поля.

Из опытов, проведённых Новосибирскими учёными-аграриями, известно, что повышение нормы высева от 30 кг/га до 100 кг/га привело к резкому снижению массы сорняков от 4321 до 127 г/м², из чего ими рекомендуется на засорённых участках применять повышенную норму высева льна масличного, равную 50-60 кг на гектар всхожих семян (при массе 1000 семян равной 6-7 грамм) [55].

Для разных климатических зон Поволжья Ю.Я. Шанским рекомендованы различные нормы высева льна масличного.

Оптимальные фенотипы растений формируются при норме в 60-80 кг на 1 гектар.

При таких нормах число растений на 1 м² в начале вегетации должно составлять до 780 шт. на 1 м², а к уборке – до 650 шт. на 1 м² [56].

Для Северного Кавказа и Ростовской области оптимальной нормой высева льна масличного является 50-60 кг/га, отклонение от неё приводит к снижению урожайности [57].

В середине 50-х годов XX в. на сортоиспытательных участках Ставропольского края были изучены и рекомендованы производству нормы высева льна масличного в зависимости от зон: восточной – 40-45 кг/га, северо-восточной – 30-40 кг/га, центральной – 50-55 кг/га, предгорной и горной – 60-70 кг/га [58].

А в Англии норма высева льна масличного варьируется от 4 млн. до 7 млн. шт. всхожих семян на 1 гектар [59].

В лесостепной зоне Западной Сибири оптимальной нормой высева является 8 млн. всхожих семян, что в весовом отношении с учетом абсолютного веса семян (7-8 г) составляет 55-65 кг/га.

С продвижением на юг норма высева снижается до 6 млн. всхожих семян на гектар.

Величина оптимальной глубины заделки семян зависит от температуры, увлажненности и типа почвы. Во влажную почву семена льна высевают на глубину 3-4см, при подсыхании верхнего слоя до 5-6 см.

Заглубление семян сверх нормы должно сопровождаться увеличением нормы высева, так как это снижает полевую всхожесть и выживаемость льна масличного.

Норму посева устанавливают с учетом не только сорта, но и зональных условий, назначения посева.

Во влажные годы при повышенных нормах высева возможно полеганий растений, которые затрудняют уборку и первичную обработку льна.

На бедных почвах загущенные посевы опасны, где лен получается низкорослым.

Однако на сильно засоренных, а также на тяжелых, заплывающих почвах, на которых ко времени уборки сохраняется меньшее количество растений, норма высева семян должно быть повышена на 10-15% [60].

Норма высева семян 50-60 кг/га в лесостепных районах Сибири, 40-50 кг/га в степных районах Казахстана, Средней Азии.

Норма высева устанавливается с учетом сортовых особенностей, качества семян, а также почвенно-климатических условий.

Рамазанов А.У. и др. для условий лесостепной зоны Северного Казахстана оптимальной густотой стояния считают 7 млн. шт/га всхожих семян [61].

1.4 Применение регуляторов роста

Интенсификация сельскохозяйственного производства предусматривает разработку и внедрение новых, прогрессивных и экономически выгодных приёмов относится применение регуляторов роста.

Регуляторы роста растений определяют, как органические соединения, которые влияют на физиологические процессы роста и развития растений и, в отличие от удобрений, применяются в низких концентрациях, и не являются источником питания.

Для практических целей регуляторы роста растений можно определить как природные и синтетические химические вещества, которые применяют для обработки семян и растений, чтобы изменить процессы жизнедеятельности или структуру с целью улучшения их качества, увеличения урожайности или облегчения уборки.

Регуляторами роста растений называются специальные органические вещества натурального или синтетического происхождения, предназначенные для такого стимулирования (или подавления) роста и развития растений, которое не приводит к их гибели. В сельском хозяйстве регуляторы роста способствуют повышению урожайности, улучшению качества сельскохозяйственной продукции, сокращению сроков созревания, повышению у фруктовых, зерновых и

овощных культур устойчивости к различного рода заболеваниям и насекомым-вредителям. Используются регуляторы роста преимущественно в виде дисперсий и растворов, которыми растения опрыскиваются на стадии вегетации или осуществляется обработка ими семян, очень редко путем внесения в почвенный слой [62].

Анализ тенденций химизации мирового растениеводства показывает, что всеобщее повышение требований безопасности использования агрохимикатов для человека и природной среды влияет на масштабы производства и применения удобрений и пестицидов.

Вместе с тем возрастает научный и практический интерес к регуляторам роста и развития растений. Это обусловлено тем, что в последние годы углубилось понимание механизма действия многих известных регуляторов роста, созданы новые препараты узконаправленного действия, например активаторы и ингибиторы фитогормонов, регуляторы метаболизма, фотосинтеза, транспирации и других процессов. Уже вышли на стадию внедрения и применения препараты третьего поколения, гектарные дозы применения которых исчисляются миллиграммами [63].

Регуляторы роста растений позволяют усиливать и ослаблять признаки и свойства растений в пределах нормы реакции, определяемой генотипом, наследственностью.

Регуляторы роста оказывают широкий спектр воздействия на растения: ускоряют созревание, увеличивают продуктивность и улучшают качество урожая сельскохозяйственных культур, а также снижают отрицательное влияние неблагоприятных факторов внешней среды. По современным данным, существует восемь групп фитогормонов, пять из которых относятся к классическим (ауксины, гиббереллины, цитокинины, АБК и этилен) и три открыты сравнительно недавно.

Представителем классических фитогормонов являются ауксины. Они широко распространены в растениях. Наиболее богаты ими растущие части: верхушки стебля и корня, молодые листья, развивающиеся семена и пыльца [64].

Ауксины регулируют ряд ростовых и формообразовательных процессов. Они участвуют в закладке вегетативных почек и корней, в прорастании пыльцы, в разрастании завязи и росте плодов, в формировании и прорастании семян, влияют на распределение питательных веществ, предотвращают опадение плодов и листьев.

Ко второй группе относятся гиббереллины, которые синтезируются в основном в листьях и стимулируют вегетативный рост растения, активизируя процессы растяжения и деления клеток, ускоряют прорастание семян, инициируют цветение некоторых групп растений в неиндуктивных условиях, способствуют образованию партенокарпических плодов, особой мужского пола, активизируют деятельность многих, особенно гидролитических, ферментов.

Третья группа представлена цитокининами, которые в растениях образуются в корнях. Вместе с током воды они передвигаются по клеткам и распространяются по всему растению.

Присутствуют там, в чрезвычайно малых количествах, наиболее богаты ими развивающиеся семена. Известно еще одно удивительное свойство цитокининов – задерживать процесс старения.

Кроме этого свойства, они дают толчок к дифференцированию тканей, усиливают действие света на рост побегов и закладку почек, ускоряют прорастание семян, прерывают период покоя спящих почек, клубней, задерживают верхушечное доминирование и стимулируют рост боковых (пазушных) почек, вызывают открытие устьиц [65].

Такими же свойствами, помогающими растению хорошо сбалансировать стимулирующие и тормозящие процессы, обладает газообразное вещество этилен. Он образуется в листьях многих растений, а также выделен в качестве метаболита в цветках.

Присутствующий в растениях этилен тормозит деление клеток и способствует старению тканей, в результате чего опадают листья и генеративные органы, индуцирует созревание плодов. Обработывая растения этиленом, можно ускорить сбрасывание листьев, стимулировать цветение и созревание, вызвать

появление корней и их переориентацию, образование корней с большим числом спящих почек, подавить удлинение побегов и корней, изменить соотношение женских и мужских цветков в сторону образования женских [66].

Абсцизовую кислоту часто называют «хранителем покоя».

Это связано с тем, что, накапливаясь в семенах созревающих плодов, в кожуре покоящихся клубней, в осенних почках растений, она способна подавлять ростовые процессы - прорастание семян и клубней, распускание почек, образование корней, рост стебля.

Однако роль абсцизовой кислоты сводится не только к торможению отдельных процессов жизнедеятельности растительного организма.

В низких концентрациях она может стимулировать корнеобразование, рост растяжением и др.

Поэтому ряд авторов причисляет ее к фитогормонам.

Брассиностероиды - новая группа фитогормонов, открытых в 70-х годах. Они содержатся в малых количествах в тканях цветков, листьев и молодых стеблях растений.

Наибольшая концентрация их обнаружена в пыльце рапса и ольхи, из которой они были впервые выделены Митчеллом с сотрудниками в 1970 г.

Среди недавно открытых фитогормонов следует назвать жасминовую и салициловую кислоты, которые также оказывают влияние на биосинтез гормонов в растениях.

Под действием жасминовой кислоты резко увеличивается уровень другого гормона - абсцизовой кислоты.

Она также регулирует уровень этилена, стимулируя его биосинтез в молодых растущих тканях и снижая в старых.

Первое сообщение о гормональном действии салициловой кислоты появилось в 1988 г., когда был установлен эффект повышения температуры прорастающего снег крокуса, контролируемый салициловой кислотой.

Известен и ряд других ее эффектов: блокирование биосинтеза этилена на уровне его образования из 1-аминоциклопропан-1-карбоновой кислоты, преры-

вание восстановления нитратов на уровне NO, индуцирование зацветания короткодневных растений, находящихся в условиях длинного дня.

Все это свидетельствует о том, что гормональная система растений значительно сложнее, чем представлялось до недавнего времени [67,68].

В растении имеет место сложное взаимодействие между отдельными гормонами. Они влияют на синтез, распад и транспорт друг друга.

Изменение уровня одного из компонентов фитогормональной системы неизбежно приводит к изменению всей системы.

Таким образом, без учета взаимовлияния фитогормонов однозначно решать вопрос о специфичности их действия очень трудно.

Проблема регуляции роста и развития растений с помощью физиологически активных веществ в настоящее время является одной из самых актуальных в современной биологии.

Интерес к данной группе соединений обусловлен широким спектром их действия на растения, возможностью направленно регулировать отдельные этапы роста и развития с целью мобилизации потенциальных возможностей растительного организма, а, следовательно, для повышения урожайности и качества сельскохозяйственной продукции. Как показали многие исследования, эффективность различных химических препаратов в значительной мере определяется восприимчивостью не только отдельных видов, но и сортов культурных растений [69].

Адаптация растений к действию различных регуляторов роста связана с многообразными изменениями ряда физиологических процессов - дыхания, фотосинтеза, нуклеиново-белкового обмена и др.

В институте биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины в сотрудничестве с рядом других учреждений созданы регуляторы роста широкого спектра действия, специфически влияющие на разные сельскохозяйственные культуры. Данные регуляторы роста растений являются синтетическими производными М-оксида пиридина, его комплексами с протоно-донорами (ивин, потейтин, аксалин, формин, альфа, триман 1) и композициями с природными фито

гормонами: зеастимулин (формин + эмистим С), агростимулин (ивин + эмистим С), протон (триман 1 + эмистим С) и др.

Получен регулятор природного происхождения - эмистим С. Эти препараты применяются в микродозах как для предпосевной обработки семян, так и для опрыскивания вегетирующих растений.

Обеспечивают существенные прибавки урожая и повышение качества продукции сельскохозяйственных культур [70,71].

Таким образом, установленные экспериментальным путем свойства регуляторов роста в сочетании с их экологической безопасностью и благоприятными токсиколого-гигиеническими данными позволяет судить о больших возможностях их применения для повышения урожайности и устойчивости к неблагоприятным условиям произрастания сельскохозяйственных культур.

Способность данных соединений наряду с функциями регуляторов роста осуществлять роль защиты растений от болезней, снижать содержание токсических веществ, тяжелых металлов и радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и кормах, предсказывает им еще большие перспективы практического применения в растениеводстве и кормопроизводстве.

Высокая экономическая эффективность применения регуляторов роста растений сегодня уже не вызывает сомнения и лежит в основе поиска новых препаратов, разработки более оптимальных способов и расширение области их использования [72].

В настоящее время на территории Казахстана сельхозпроизводителями применяются различные виды регуляторов роста растений отечественного и импортного производства.

Эффективность регуляторов роста зависит от множества факторов – почвенно-климатических условий, наличия в почве макро и микроэлементов, биологических особенностей культур, увлажненности посевов в период вегетации растений, их способности подавлять патогенную микрофлору почвы.

Важной особенностью регуляторов роста растений является их способность к антидепрессивному воздействию на растения, применяемых в условиях

богарного земледелия ядохимикатов. Регуляторы роста растений при правильно подобранном виде удобрения способны повысить урожай зерновых культур до 15 % на богаре и 25 % на орошении, что является хорошим резервом повышения урожайности и обеспечения продовольственной безопасности республики.

Основной положительный момент, вследствие которого отмечается широкое применение регуляторов роста растений, является их дешевизна относительно минеральных удобрений. Норма внесения минеральных удобрений на 1 га под пшеницу на богаре стоит в среднем 3–3,5 тыс. тенге, а регуляторов роста 700–950 тенге. Вторым положительным фактором регуляторов роста является возможность их применения с ядохимикатами. При этом регуляторы роста выступают не только как источник внекорневой подкормки макро и микроэлементами растений, но и как антидепрессант, сглаживающий угнетающее действие ядохимиката на культурное растение.

Таким образом, применение регуляторов роста, позволяет значительно увеличить урожайность и повысить содержание белка в кормах, сократить затраты на сельскохозяйственное производство [73].

Фундаментальными исследованиями доказано, что совместное применение регуляторов роста растений с современными гербицидами и инсектицидами дает возможность снизить на 20-25 % норму использования пестицидов на 1 га посевов без снижения защитного эффекта.

При создании регуляторов роста (Ивин, Эмистим С, Агростимулин, Бета-стимулин, Зеастимулин и другие) в изучении механизма физиологического действия, отдельных элементов технологий применения, токсиколого-исследовательских учреждений, начало выполнения программы работ по созданию полифункциональных биорегуляторов с биозащитным эффектом земледелия.

Эмистим С – высокоэффективный биостимулятор роста растений широкого спектра действия - продукт биотехнологического выращивания грибов-эпифитов из корневой системы целебных растений. Прозрачный водно-спиртовой раствор. Широкий спектр действия препарата обусловлен наличием

в его составе сбалансированной композиции 75 физиологически активных веществ, среди которых имеются фитогормоны ауксиновой, гиббереллиновой, цитокининовой природы, насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, аминокислоты, углеводы, микроэлементы. Механизм действия росторегулятора основан на активизации белок синтезирующей системы.

Под его влиянием установлено снижение показателя перекисного окисления липидов мембран, что контролируется ядерными и цитоплазматическими генами. В корнях растений ускоряет митотическое деление клеток. Увеличивает энергию прорастания и полевую всхожесть семян, устойчивость растений к болезням (бурой ржавчине, корневым гнилям и др.) и стрессовым факторам (высоким и низким температурам, засухе, фито-токсическому действию пестицидов), повышает урожай и улучшает качество продукции.

Агростимулин - композиционный препарат с природными фитогормонами (ивин + эмистим С), аминокислотами, микроэлементами и синтетическими аналогами фитогормонов. Объединяет физиологическую активность своих компонентов – ауксинподобную активность ивина и цитокининподобную активность эмистима С. Прозрачный водно-спиртовой раствор.

Препарат широкого спектра действия. Механизм росторегулирующего действия на растения следующий: образует комплексы с промежуточными белками, которые опосредованно влияют на состояние хроматина; участвует в окислительно-восстановительных реакциях; регулирует активность фермента H^+ -АТФазы; ускоряет процессы транскрипции и трансляции в клетках, митотическое деление клеток; увеличивает проницаемость клеточных мембран, в результате чего активируются все ростовые процессы в растительном организме. Повышает урожай, улучшает качество продукции, увеличивает устойчивость растений к полеганию, болезням, стрессовым факторам. Применяется для обработки семян и опрыскивания посевов [74,75].

1.5. Подбор сортов льна масличного

Культурный лен относится к виду *Linum usitatissimum* L., семейства льновых *Linaceae* Dum. Он отличается большим разнообразием форм. Насчитывает

ся около 40 таких видов. По морфологическим и хозяйственным признакам различают 5 разновидностей культурного льна: долгунцы, межеумки, кудряши, крупносеменные и стелющиеся.

Лен-долгунец имеет гладкий стебель, высотой 0,70-1,25 м. В густых посевах лен-долгунец – одностебельное, неветвящееся растение с 1-3 коробочками, содержание волокна в стебле у таких растений достигает 30%. В основном возделывается на волокно. Семена этой разновидности льна также представляют большую ценность, поскольку содержат до 35% жира.

Лён-межеумок – растение средней высоты (до 0,7 м). Стебель часто начинает ветвиться у основания, с развитым соцветием и большим количеством коробочек в нем. По основным признакам занимает промежуточное положение между долгунцом и кудряшом. Его выращивают в основном для получения масла, реже – волокна. Различные сорта льна-межеумка содержат до 48% жира в семенах и до 20% волокна в стеблях.

Лен-кудряш – растение низкорослое (0,3-0,5 м), стебель сильно ветвящийся у основания. Количество коробочек на одном растении достигает 60 штук. Этот лен возделывается только как масличная культура, максимальная урожайность маслосемян составляет 2 т с 1 га. В семенах льна-кудряша содержание масла доходит до 45%. Вегетационный период составляет 80-100 суток. Его возделывают в Армении и Средней Азии.

Крупносеменной лен – растение средней высоты (0,45-0,60 м). Стебель ровный, соцветие небольшое. Отличается наиболее крупными семенами, масса 1000 штук составляет 11-13 г. Главным образом его возделывают как масличную культуру, так как в маслосеменах этой разновидности содержание жира составляет 38-42%. Распространён в Египте, Марокко, Тунисе и других Средиземноморских странах.

Стелющийся полуозимый лен – густооблиственное растение со стелющимся кустом, высота растений составляет 0,45-0,70 м. При яровом посеве – позднеспелый, как озимую культуру высевают только в южных странах, таких как Азербайджан и Грузия. Содержание жира в семенах составляет 36...40%.

На семена для получения масла высевают в основном кудряши и межеумки [76,77,78].

Для получения высоких и стабильных урожаев немаловажное значение принадлежит сортовым особенностям культуры. Так А.В. Поляков придерживался мнения, что особенности сортов льна масличного имеют большую роль в формировании количественных и качественных показателей урожайности маслосемян [79].

В современной селекции масличных культур, помимо высокой урожайности, скороспелости, устойчивости к засухе, вредителям и болезням высокие требования предъявляются к содержанию масла в семенах. Также при выборе сорта льна масличного, уделяется большое внимание его технологичности [80].

В зависимости от биологических и морфологических признаков, И.А. Сизов выделял следующие разновидности льна: межеумок, долгунец, кудряш, стелющийся и крупносеменной. В сельскохозяйственном производстве наибольшее распространение имеет разновидность межеумки (*intermedia*), из-за её двустороннего использования (для получения и волокна и масла) [81].

В своих исследованиях Я.В. Губанов отмечал, что все современные сорта льна кудряша являются менее продуктивными, чем сорта льна межеумка [82].

Поэтому большинство возделываемых сортов льна являются разновидностью льна-межеумка. Ценность этой разновидности ещё сильнее увеличивается, ввиду возможности использования их соломки на волокно [83].

Из сообщения J. Smitha в Южной Дакоте (штат США) выведен новый сорт льна масличного Rahab, с потенциальной урожайностью до 3,5 т/га семян и содержанием масла до 45%, этот факт подчёркивает большой генетический потенциал этой культуры [84].

Все современные сорта льна масличного, которые внесены в Государственный реестр по Северо-Кавказскому региону, являются разновидностью льна-межеумка. Их потенциал составляет 2,0-2,5 т/га маслосемян. В Ставропольском крае наиболее распространены сорта ВНИИМК620 и Циан.

В Ставропольском крае в середине XX века возделывались следующие

сорта льна масличного: Ставропольский 79, Старт, Воронежский 1308, Крупносеменной 3, Исилькульский 1. Но потенциальная урожайность этих сортов не превышала 1,2 т/га семян [85,86].

Из исследований Е.О. Kenaschuk и У.Н. Gubbels известно, что в Канаде прибавку урожая маслосемян льна на 10% получают использованием сорто-смешанных посевов с различными по морфологии сортами [87].

Судя по литературным данным, лён масличный в подзоне светлокаштановых почв изучен недостаточно. В других почвенно-климатических зонах существенное влияние на его урожайность оказывают нормы высева, наиболее продуктивные сорта и применяемые гербициды. Причём влияние этих факторов в зависимости от зоны возделывания неоднозначно. Это и заставило нас в свои исследования включить два сорта, различные нормы высева и гербициды.

В льносеющем хозяйстве рекомендуется возделывать не более двух районированных сортов, отличающихся по биологическим и хозяйственным признакам и способствующих получению запланированных урожаев.

С учетом биологических особенностей сорта и рекомендаций необходимо соблюдать сортовую агротехнику, особенно следует уделять внимание нормам высева семян, нормам удобрения, срокам посева и уборки. Учитывая относительно низкий коэффициент размножения семян льна-долгунца (около 16) заслуживает внимания опыт ВНИИ льна и других научных учреждений по ускоренному размножению оригинальных семян за несколько лет до районирования их перспективных сортов, что ускоряет (ранее 16 лет) внедрение в производство и расширение площадей посева в колхозах и совхозах.

Семена любого районированного сорта при использовании для посева в течение ряда лет заметно ухудшают свои хозяйственно-ценные свойства, в результате чего снижаются урожай и качество волокна.

Поэтому необходимо систематически проводить плановую замену давно высеваемых семян на более урожайные и лучшие семена районированных сор-

тов, что в льносеющих хозяйствах осуществляется путем сортосмены и сортообновления [88,89].

По принятой в нашей стране схеме семеноводства льна-долгунца научно-исследовательские учреждения выращивают семена маточной элиты второй генерации (в РСФСР, на Украине, в Белоруссии и Латвии) или суперэлиты (в Литве) Эти семена поступают затем в семеноводческие хозяйства, где из них выращивают суперэлиту, семеноводческую элиту и семена I, II и III репродукции. Несеменоводческие хозяйства через 5-7 лет получают семена III репродукции и в течение этого же срока выращивают для посева собственные семена [90].

На проведение сортообновления, включая создание и размножение репродукционных семян, а также на собственное семеноводство льносеющим хозяйствам необходимо 14-16 лет.

Для возделывания льна масличного необходимо использовать только районированные и перспективные сорта. Успешное выращивание льна масличного, в первую очередь, зависит от наличия сортов, адаптированных к определенным условиям.

В Институте масличных культур ведется эффективная селекционная работа по льну масличному. Селекция проводится в двух направлениях: создание сортов на технические цели с содержанием линоленовой кислоты 70% и более, а также создание сортов на пищевые цели с повышенным содержанием олеиновой кислоты (выше 30%) [91].

Для расширения генетического разнообразия культуры применяется метод индуцированного мутагенеза.

Перспективным направлением в селекции льна масличного является также создание сортов с маркерными признаками.

В Реестр сортов растений Украины на 2006 год включено 8 сортов льна масличного, из которых 6 сортов (Південнаніч, Дебют, Айсберг, Орфей, Золотистый, Славный) – селекции Института масличных культур УААН, Эврика – селекции Института земледелия УААН и Лирина – селекции Германии. До недавнего времени разница между отдельными сортами льна масличного

была незначительной. Сейчас благодаря целенаправленной селекционной работе созданы новые сорта льна, отличающиеся по морфологическим признакам. У льна такими признаками являются окраска лепестков венчика и пыльников, форма цветка, цвет семян и т. д.

Такие характерные особенности имеют сорта Айсберг и Славный, а сорт Золотистый отличается среди других тремя маркерными признаками: белый цвет венчика, желтые семена и хлорофилльная недостаточность верхушки растения. Последний признак помогает выявить принадлежность растений к этому сорту на начальных этапах развития, что дает возможность проводить сорто-прочистки в более ранние сроки, еще в фазе «елочки».

Сорта, созданные в Институте масличных культур, отличаются также целым комплексом хозяйственно-ценных признаков [92,93].

2 Условия и методика проведения научных исследований

2.1 Природно-климатические условия возделывания льна масличного на южных черноземах Северного Казахстана

Костанайская область, расположенная в северо-западной части республики, в географическом положении занимает юго-западную окраину Западно-Сибирской низменности и большую часть Тургайской столовой страны и является одной из крупнейших в республике, её площадь превышает 19,5 млн. гектаров или 195 тыс. квадратных километров. Её территория протянулась с севера на юг на 650-700 км и с запада на восток на 300-400 км.

В связи с этим область отличается большим разнообразием природных условий, от северной границы области к южной происходит последовательная смена Западно-Сибирских лесостепных ландшафтов, ландшафтами умеренно-засушливых степей, сменяющихся на юге области сухими степями и полупустынями. На северо-западе и севере область граничит с Оренбургской, Челябинской и Курганской областями России, на востоке – с Северо-Казахстанской и Акмолинской областями, на юге и западе – с Карагандинской и Актюбинской областями.

По производственной специализации сельского хозяйства область относится к зоне развитого пшенично-зернового производства, на которое огромное влияние оказывают климатические условия области, отличающиеся резкой континентальностью.

В связи с большой протяженностью территории области климатические условия так же изменяются в довольно широких пределах, что, в общем, выражается в последовательном нарастании температур воздуха и уменьшении количества осадков с севера на юг. Показатели теплообеспеченности и влагообеспеченности в этом направлении изменяются в следующих пределах: среднегодовая температура воздуха – от 1 до 6,9 градусов, в июле – от 23 до 25,1 градусов, а в январе – от минус 18 до минус 8,2 градуса.

Средняя продолжительность безморозного периода в днях: от 114 до 160, с устойчивым снежным покровом – от 160 до 105 дней. Сумма положительных

температур – от 2478 до 3556 градусов, сумма осадков за год – от 391 до 159 мм.

Следует отметить, что на севере области хорошо выражен летний максимум осадков, а на юге осадки распределяются по сезонам более равномерно. Температурные различия по зонам наиболее заметны в теплое время года, особенно летом, зимою они сглаживаются.

Кроме того, наблюдаются отклонения в ходе температурного режима и осадков по годам. Количество осадков в засушливые годы в 2-3 раза меньше средних многолетних, а во влажные – значительно превышает их.

Так, например, в резко засушливые годы в чернозёмной зоне выпадает до 150 мм осадков, а на юге области – до 80 мм, и наоборот, в исключительно влажные годы количество осадков на севере достигает в отдельные годы 500-600, а на юге – 250-300 мм.

Зима обычно холодная и малоснежная, при ясной погоде температура иногда понижается до 30-40 градусов мороза и ниже.

Снежный покров к середине марта достигает в среднем 18-30 см. Отмечается интенсивная ветровая деятельность в зимний период, что приводит к сдуванию снега с повышенных элементов рельефа, но в то же время создает дополнительные возможности для его задержания и накопления.

Летом, средняя температура воздуха в дневное время составляет в июне и августе 21-27 градусов, в июле – 23-27 градусов.

Сумма биологически активных температур колеблется от 2100 до 3100 градусов. В отдельные годы в июне-июле месяце возможно повышение температуры воздуха днем до 40-42 градусов.

Количество осадков за тёплый период колеблется по области от 100 мм на юге, до 200 и более на севере, т.е. летом выпадает значительно больше осадков, чем в другие сезоны года. Осадки за период июнь-август составляют 30-40% от годового количества. Максимум их приходится на июль. Тем не менее, дефицит влаги, особенно в июне месяце, является главным фактором оказывающим отрицательное влияние на формирование урожая, так как испаряемость с

водной поверхности за период со среднесуточной температурой выше 10 градусов колеблется от 600 до 1000 мм.

Количество крайне сухих дней с относительной влажностью воздуха менее 30%, на севере обычно не превышает 15-20 за период вегетации, а на юге достигает 50 и более дней. Но в некоторые очень сухие годы количество их значительно возрастает. Летом довольно часты сильные суховеи, которые усиливают и без того значительную испаряемость влаги и способствуют возникновению угрозы не только атмосферной, но и почвенной засухи.

Костанайская область не гарантирована от засухи. Засухи могут быть различными по интенсивности и продолжительности, иногда отмечается только атмосферная засуха, иногда она сочетается с почвенной и наносит большой ущерб посевам.

За период с 1932 года засуха отмечалась в среднем раз в 3-4 года, из них в половине случаев, засуха охватывала не всю область, а отдельные районы, и не весь вегетационный период, а отдельные его периоды. Наиболее подвержены засухе южные пустынно-степные районы.

Кроме неустойчивой влагообеспеченности, отрицательное влияние которой в значительной мере снижается при проведении влагонакопительных и влагоберегающих агромероприятий, к неблагоприятным факторам климата для сельхозпроизводства следует отнести опасность поздних весенних и ранних осенних августовских заморозков, которые в отдельные годы могут повреждать зерновые культуры в фазе налива зерна.

Эта опасность резко снижается соблюдением зональной структуры посевов сортами с различной длиной вегетационного периода, разработанной для каждой конкретной зоны области, соблюдением оптимальных сроков сева и сортовой агротехники.

В то же время, такие особенности климата области как большая солнечная активность, высокий уровень летних температур, определенный дефицит влаги в сочетании с высокой нитрификационной способностью зональных почв, обеспечивающей довольно высокий уровень азотного питания растений.

Почвенный покров зоны проведения исследований представлен южными чернозёмами. Годовое количество осадков – 250-300 мм. Гидротермический коэффициент составляет 0,8-1,0. Сумма эффективных температур – 2200-2400 градусов.

Зона чернозёмов расположена в северной части области и занимает площадь 6,8 млн. гектаров, в том числе пашни – 3,8 млн. гектаров, или 68% всего областного количества. Зона разделяется на две подзоны – обыкновенных и южных чернозёмов.

Подзона южных чернозёмов, совпадающая со второй природно-климатической зоной области, располагается южнее подзоны обыкновенных чернозёмов и занимает площадь в 3,7 млн. гектаров, из которых пашня составляет 1,8 млн. га.

Основными почвами этой подзоны являются чернозёмы южные нормальные (1100 тыс.га.), карбонатные (750 тыс. га.), и солонцеватые (760 тыс. га.), в основном малогумусные, средне- и маломощные различного механического состава и их комплексы с лугово-чернозёмными, луговыми почвами и солонцами. Содержание гумуса в среднем 3,5-4,5%. Профиль почв обычно незасолён. Эти почвы обладают довольно высоким уровнем плодородия. Средний балл бонитета подзоны южных чернозёмов составляет 41-50 [31,94,95].

2.2 Агрометеорологические условия в годы исследований

Климат в зоне проведения исследований резко континентальный с холодной малоснежной зимой и жарким сухим летом. Затяжные холода весной, ранее похолодание осенью и поздние летние осадки типичны для климата области и отличают его от других засушливых регионов (например, Поволжья).

Большая инсоляция, резкая разница температур днем и ночью, низкая влажность воздуха, малооблачность и частые ветра вызывают интенсивное испарение влаги, в 2-5 раз превышающее сумму атмосферных осадков. Особенно засушливым бывает конец мая, и большая часть июня.

До выпадения осадков растениям приходится расходовать быстро исчезающие запасы влаги, накопившиеся в почве в результате зимних осадков. Все климатические факторы сильно варьируют в разные годы, как по напряженности, так и по времени проявления.

По многолетним данным годовая норма осадков в районе проведения опытов 340 мм. Осадки теплого периода (апрель-октябрь) составляют 75,6% от годового количества. Большая часть их выпадает во второй половине лета [96].

В 2012 году сумма осадков за сельскохозяйственный год (октябрь-сентябрь) составила 319,6 мм, то есть около многолетней нормы.

За тёплый период года выпало 252,3 мм осадков, что несколько выше среднемноголетней нормы (244,0 мм).

При этом за вегетационный период (май – август) выпало 179,0 мм, или 114,8% годовой нормы (таблица 1).

Однако более половины этих осадков (101,1 мм) выпало в августе, когда уже шла уборка урожая. Осадки же июня и июля носили грозовой характер и на опытном участке практически отсутствовали, за исключением первого дождя в начале июля интенсивностью 4,6 мм.

Таблица 1 – Распределение осадков по периодам года в сравнении с многолетней нормой, мм

Год	Сумма осадков, мм			
	всего за год (октябрь-сентябрь)	холодный период (ноябрь-март)	тёплый период (апрель-октябрь)	за вегетацию (май-август)
Многолетняя норма	323,0	98,0	244,0	156,0
2012	319,6	67,3	252,3	179,3
2013	406,5	127,2	286,2	225,3
2014	320,0	135,3	218,3	149,3

Очень неблагоприятным по осадкам, для всех масличных культур, был июнь и июль. На протяжении 50 дней не выпало ни одного мм осадков.

По нашим наблюдениям именно осадки июня в условиях Северного Казахстана (помимо прочих факторов) определяют урожай сельскохозяйственных культур.

Во второй половине лета, в августе, сумма осадков (101,1 мм), в три раза превысила многолетнюю норму (таблица 2).

Поздние осадки вызвали бурный рост сорной растительности, что значительно затруднило уборку масличных культур. Но они практически не оказали влияние на урожай, т.к. к этому времени маслосемена сформировались и растения масличных культур находились в состоянии сформировавшегося стручка (коробочки).

Таблица 2 – Распределение осадков по месяцам вегетационного периода, мм

Год	Май	Июнь	Июль	Август
Многолетняя норма	36,0	45,0	56,0	35,0
2012	28,1	26,8	23,0	101,1
2013	20,6	8,1	116,6	80,0
2014	13,5	18,9	107,5	9,4

Среднесуточная температура воздуха в весенний и летний периоды была выше среднемноголетних значений на 2,9-8,2 °С (таблица 3).

Весной, до посева, это благоприятствовало появлению всходов сорных растений и последующему их уничтожению гербицидами общеистребительного действия. В июне-июле, высокие температуры воздуха наряду с почвенной, вызывали атмосферную засуху.

В связи с повышенными среднесуточными температурами воздуха сумма эффективных температур как по месяцам, так и в целом за период вегетации была значительно выше, что при недостатке влаги ускорило развитие большинства возделываемых культур и негативно сказалось на их урожайности (таблица 4).

Май 2012 г. был преимущественно теплым. Осадков выпало за месяц 28,1 мм, при среднемноголетней норме 36,0. При закладке опытов обеспеченность почвы влагой была оптимальной.

Температура воздуха была выше к среднемноголетней – 15,7°С. Погода первой половины лета была мало дождливой, так за июнь выпало 26,8 мм при многолетней норме 45,0 мм. За июль выпало 23,0 мм осадков, что составляет

48,2% от многолетней нормы, при температуре воздуха 24,1⁰С, а среднемноголетняя составила за июль 20,2 ⁰С.

Вторая половина лета – начало осени была теплой, дождливой. В августе осадков выпало 101,1 мм, что существенно превысило среднемноголетней нормы (35,0 мм.)

В 2013 году сумма осадков за сельскохозяйственный год (октябрь-сентябрь) составила 406,5 мм, или 119,5% от многолетней нормы. Зима была многоснежной. За период ноябрь – март выпало 127,2 мм осадков, при норме 98,0 (таблица 1).

Последнее обеспечило хорошее увлажнение почвы в весенний период. Благодаря этому посев семян масличных культур происходил во влажный слой почвы. За тёплый период года выпало 286,2 мм осадков, что выше среднемноголетней нормы на 44,2 мм, или на 18,3%.

При этом за вегетационный период (май – август) выпало 225,3 мм, что составляет 144,4% многолетней нормы и даже несколько превышает сумму осадков вегетационного периода благоприятного 2011 года (198,8 мм).

Однако, 87,3% этих осадков выпало в июле (116,6 мм) и августе (80,0 мм), когда уже начиналось созревание масличных культур.

Осадки же июня в 2013 году составили всего 8,1 мм (18% нормы). В первые две декады июля осадки были с малой интенсивностью (сумма за 20 дней – 32,2 мм), носили грозовой характер и на опытном участке практически отсутствовали.

Основная часть июльских осадков (84,4 мм) выпала в третьей декаде (29.07 – 53,1 мм). В июле-августе, сумма осадков (196,6 мм), в 2,5 раза превысила многолетнюю норму. Кстати, аналогичное распределение осадков наблюдалось и в 2012 году (таблица 2).

Поздние осадки второй половины лета вызвали бурный рост сорной растительности, что значительно затруднило уборку сельскохозяйственных культур.

На производственных посевах Костанайской области впервые стали применять десикацию на сельскохозяйственных культурах.

Среднесуточная температура воздуха в весенний период (апрель, май) была на уровне среднемноголетних значений (таблица 3).

Таблица 3 – Среднесуточная температура воздуха, °С

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Многолетняя норма	3,6	13,0	18,3	20,2	17,8	11,9	2,8
2012	11,8	15,7	22,0	24,1	20,8	13,0	7,2
2013	7,4	13,6	20,2	20,4	18,8	13,0	4,7
2014	4,2	17,1	21,2	16,7	21,1	10,7	2,8

Однако частые и сильные ветра делали её холодной, сдерживали появление всходов сорняков и препятствовали своевременной и качественной предпосевной гербицидной обработке полей. В июне среднесуточная температура воздуха была на уровне многолетних значений (20,2°С).

Среднесуточная температура июля в 2013 году (20,4°С) была почти на один градус выше многолетних значений.

Сумма эффективных температур (таблица 4) как по месяцам, так и в целом за период вегетации была несколько выше среднемноголетних значений.

В целом, 2013 год был средним для льна масличного.

2014 год в сравнении с многолетней нормой (323 мм) имеет большую сумму осадков за сельскохозяйственный год (октябрь-сентябрь), сумма осадков за теплый период года (апрель-октябрь) и за вегетацию (май-август) была больше многолетней. За вегетационный период 2014 года выпало осадков больше средне минимальной нормы (таблица 1).

Однако первая половина вегетационного периода (май, июнь и до 12 июля) была острозасушливая. Так, за весь июнь выпало 18,9 мм осадков при среднемноголетней норме 45,0 мм.

Процесс накопления жира в семенах прошел при достаточном увлажнении почвы. Таким образом, по сумме осадков за вегетационный период, 2014

год характеризуется как благоприятный. Это сказалось положительно на урожайности масличных культур (таблица 2).

Среднесуточная температура воздуха на протяжении всего периода (май-август) была выше среднееголетних значений, что при наличии осадков во второй половине вегетационного периода, положительно сказалось на росте и развитии растений масличных культур (таблица 3).

Сумма эффективных температур, как по месяцам, так и в целом за период вегетации была выше нормы среднееголетних значений, что при хорошем увлажнении в почву положительно повлияло на развитие масличных культур (таблица 4).

Таблица 4 – Сумма эффективных температур, °С

Год	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Среднееголетняя норма	272	670	1142	1538	1714
2012	548,9	1059,0	1651,8	2137,7	1714,0
2013	363,1	832,9	1311,4	1736,7	1974,6
2014	422,4	909,3	1268,1	1756,2	1937,2

В целом, 2014 год был средним для льна масличного.

Вследствие вышеописанного сумма эффективных температур в 2014 году, как по месяцам, так и в целом за период вегетации была близка, но несколько выше, среднееголетних значений.

Погодные условия за вегетационный период 2012, 2013, 2014 гг. существенно отличались по основным климатическим показателям.

Различие погодных условий в годы проведения исследований определенным образом повлияло на рост и развитие льна масличного, его фотосинтетическую деятельность и, в конечном итоге на величину и качество урожая.

2.3 Характеристика опытного участка, агротехника, схема опыта и методика исследований

Почва опытного участка – южный маломощный чернозем в комплексе с солонцами до 10%. Мощность гумусового горизонта (А+В) равна 41-45 см.

Вскипание от HCl с 85 см, выделение карбонатов с той же глубины. Содержание гумуса 3,0-3,2%.

По данным анализов, выполненных лабораторией «Массовых анализов» ТОО «Костанайского научно-исследовательского института сельского хозяйства», почва опытного участка содержит валового азота (в слое 0-20 см) – 0,15-0,16%, фосфора – 0,10-0,13%.

Обеспеченность почвы подвижными формами азота (NO_3 по Грандваль-Ляжу) – 22,5-25,5 мг/кг почвы – средняя, фосфора (P_2O_5 по Чирикову) – 114-136 мг/кг почвы – повышенная и калия (K_2O по Чирикову) – более 200 мг/кг почвы – высокая.

Поглощающий комплекс насыщен кальцием и в меньшей мере магнием. Обменного натрия и калия содержится незначительное количество.

Реакция водной суспензии в пределах первого метра – слабощелочная.

Почва опытного поля широко распространена в Костанайской области и составляет 3 млн. 103 тыс. га.

Экспериментальные исследования проводились с 2012 по 2014 годы в ТОО «Костанайском научно-исследовательском институте сельского хозяйства», п. Заречный.

Программа исследований включает в себя 3 полевых опыта.

1 опыт – Сроки посева и нормы высева льна на маслосемена.

1 Ранний срок посева (на 5-7 дней раньше оптимального).

1.1 Нормы высева (минимальная на 0,5 млн. ниже оптимальной; оптимальная; максимальная на 0,5 выше оптимальной) по всем культурам.

2 Оптимальный срок посева.

2.1 Нормы высева (минимальная на 0,5 млн. ниже оптимальной; оптимальная; максимальная на 0,5 выше оптимальной) по всем культурам.

3 Поздний срок посева (на 5-7 дней позже оптимального).

3.1 Нормы высева (минимальная на 0,5 млн. ниже оптимальной; оптимальная; максимальная на 0,5 выше оптимальной) по всем культурам.

Размер 1 делянки: 60 м² (ширина – 2 м, длина – 30 м).

1 срок – 2 декада мая									2 срок – 3 декада мая									3 срок – 1 декада июня											
I повт.			II повт.			III повт.			I повт.			II повт.			III повт.			I повт.			II повт.			III повт.					
6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5

2 опыт – Эффективность применения регуляторов роста при обработке посевов льна масличного.

1 – контроль; 2 – Проспер плюс, 3 – Циркон.

Проспер плюс (2 обработки):

- 1) лён – «ёлочка»;
- 2) лён – «бутонизация – цветение».

Циркон (3 обработки):

- 1) обработка семян перед посевом;
- 2) лён – «ёлочка»;
- 3) лён – «бутонизация – цветение».

I повт.			II повт.			III повт.		
1	2	3	1	2	3	1	2	3

3 опыт – Изучение сортов льна масличного

Размер 1 делянки: 60 м² (ширина – 2 м, длина – 30 м).

Агротехника в опыте. Опыт закладывается по гербицидному пару, подготовка которого осуществляется с применением почвозащитной влагосберегающей технологии.

Закрытие влаги производится по мере достижения физической спелости почвы вращающейся бороной БЦД-12, не нарушающей мульчирующий слой. За 10 дней до посева проводили хим. обработку гербицидом Ураган форте.

На опыте №2 с применением регуляторов роста согласно схеме опыта вносились следующие препараты:

Проспер плюс (2 обработки):

1-я обработка: лён, фаза «ёлочка», норма расхода – 0,5 л/га;

2-я обработка: лён, фаза «бутонизация – цветение», норма расхода – 1,0 л/га.

Циркон (3 обработки):

1-я обработка семян перед посевом, норма расхода – 4 мл/тонну;

2-я обработка: лён, фаза «ёлочка», норма расхода – 30 мл/га;

3-я обработка: лён, фаза «бутонизация – цветение», норма расхода – 30 мл/га.

Посевные качества семян определялись в лаборатории «Массовых анализов» ТОО «Костанайского научно-исследовательского института сельского хозяйства» и приведены в таблице 5.

Приведенные в таблице 5 показатели посевных качеств семян льна масличного соответствуют требованиям ГОСТа по данным культурам.

Таблица 5 – Посевные качества семян льна масличного, 2012-2014 гг.

Год	Сорт	Чистота, %	Влажность, %	Всхожесть, %	Содержание		Энергия прорастания, %	Посевная годность, %	Заселенность вредителями, %	Масса 1000 семян, г
					масла, %					
2012 г.	Кустанайский янтарь	98,5	5,5	99,5	39,2		99,0	98,0	н/о	3,91
2013 г.	Кустанайский янтарь	92,0	4,9	98	42,2		94,0	90,0	н/о	6,50
2014 г.	Кустанайский янтарь	99,4	3,7	100	41,9		100	99,4	н/о	6,05

Посев проводился в сроки, предусмотренные схемой опытов, сеялкой СС-11 в агрегате с трактором МТЗ. Нормы высева – также согласно схеме опытов.

Для борьбы с сорняками на льне масличном проводили опрыскивание гербицидами (против просовидных – Барс, 1,5-2,0 л/га, против однолетних двудольных – Секатор, 150-180 г/га).

Уборка проводилась напрямую, сплошным обмолотом делянок комбайном «Сампо-2010» и «Вектор», при влажности семян 12-13% с последующей очисткой и сушкой до 8%.

Обмолот снопов проводили на селекционной сноповой молотилке.

Характеристика сорта льна масличного.

Сорт Кустанайский янтарь выведен на Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции индивидуальным отбором скороспелых растений из гибридной комбинации (Межеумок 39 × Октябрь).

Авторы: Искаков К.А., Сулейменов А.К.

Разновидность – среднесемянной межеумок.

Куст сжатый, компактный, высотой 60-65 см, от районированного сорта Карабалыкский 7 отличается более высоким стеблестоем, за годы конкурсного сортоиспытания в среднем на 4 см. Этот показатель является важным для механизированной уборки, особенно в засушливые годы.

Лист ланцетовидный, облиственность слабая. Цветки голубые, средние в диаметре 21-24 см. Коробочки средние. Семена средней величины, коричневые, масса 1000 семян – 7 г.

Сорт среднеспелый, созревает на уровне стандартного сорта Карабалыкский 7. Вегетационный период 75-90 суток.

Засухоустойчивость на уровне стандарта, устойчив к грибным заболеваниям (фузариозу). Высокоурожаен в конкурсном сортоиспытании (1988-1990 гг.), превышение урожайности над Карабалыкским 7 составило 2,2 ц/га, при уровне урожайности стандарта 11,6 ц/га.

В производственных посевах в 1993 г. получен урожай 17,2 ц/га маслосемян. Масличность 44,7%, что на 0,7% превышает показатель стандартного сорта. Устойчив к полеганию, пригоден к механизированной уборке. Йодное число масла 180 единиц.

Районирован (по результатам 2-х летних испытаний) с 1994 г. в Костанайской и Карагандинской областях. Хорошие отзывы в Государственном и производственном испытании получены и в некоторых других районах Северного Казахстана и Южного Урала [10].

Учеты и наблюдения. В опытах проводились следующие учеты, фенологические наблюдения и анализы:

1. Фенологические наблюдения проводятся глазомерно, предусмотренные соответствующими методиками (Майсурян Н.А., 1964; Горин А.П., Дунин М.С., Коновалов Ю.Б. и др., 1968) [97].

2. Определение запасов продуктивной влаги в почве. Пробы почвы на влажность отбирались перед посевом, в фазу цветения и после уборки по вариантам в двух повторностях опыта, по двум скважинам на делянке. Влажность почвы определялась весовым методом путем высушивания почвы до постоянного веса (Воробьев С.А., Егоров В.Б., Киселев А.Н. и др., 1971). Пробы отбирались по слоям в 10 см до глубины одного метра [98].

3. Определение нитратного азота в почве проводилось по методу Сдобниковой, подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) в слоях почвы 0-20 и 20-40 см по всем вариантам опыта перед посевом, в период цветения и перед уборкой.

4. Для расчета полноты всходов и сохранности растений подсчет густоты стояния растений проводился на специально закрепленных площадках размером 0,25 м² по четырем площадкам в двух повторностях опыта. С этих же площадок перед уборкой отбирались снопы для анализа на структуру урожая.

5. Засоренность посевов перед уборкой учитывали количественно-весовым методом на площадках по 1 м² в двукратной повторности.

6. Учет урожая маслосемян проводился во всех повторностях опыта путем отбора и последующего обмолота снопов (не менее 10-ти) и пересчитывали на стандартную влажность (7%).

7. Одновременно с уборкой и учетом урожая отбираются образцы снопов для определения их влажности и засоренности, а также технологических качеств продукции (масличность).

8. Урожайные данные каждого года обрабатывали методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. [99].

9. Экономическая эффективность изучаемых технологических приемов определялась по действующим зональным расценкам на виды работ и утвержденным ценам.

10. Агроэнергетическая оценка проведена по методике Васина В.Г. и др. (2005 г)

3 Влияние сроков сева и норм высева на рост, развитие и урожай маслосемян льна масличного

Сроки и нормы посева льна масличного являются важнейшими элементами агротехники, оптимальный подбор которых обеспечивает реализацию биологического потенциала данной культуры в агроклиматических условиях Северного Казахстана.

Как утверждают ученые СибНИИЗХим Н.Г. Власенко и Н.А. Коротких: «Для наиболее полной реализации продуктивного потенциала растений при рациональном использовании агроклиматических ресурсов необходимо высевать капустные на хорошо подготовленное семенное ложе в оптимальные сроки с соблюдением нормы высева семян». Ряд исследователей также отмечают, что максимальная продуктивность сельскохозяйственных культур формируется при оптимальном распределении семян по площади питания. В изреженных посевах растения рапса сильно ветвятся, увеличивают продуктивность плодообразования, а в загущенных посевах этот процесс затормаживается. Тем не менее в различных льносеющих зонах нормы высева рапса колеблются в широком интервале [100].

Возделывание льна масличного в условиях Северного Казахстана еще только начинает внедряться, поэтому сроки посева и нормы высева данной культуры достаточно, не изучены. В связи с этим, одной из задач данной диссертационной работы является выявление оптимальных сроков сева и норм высева для формирования наибольшей продуктивности маслосемян льна масличного, учитывая почвенно-климатические условия зоны возделывания.

3.1 Фенологические наблюдения и гидротермические условия вегетационного периода льна масличного

С точки зрения агрономии лен масличный – находка для условий засушливой и умеренно-засушливой степи. Он легко преодолевает недостаток влаги в начальный период своего развития, благополучно переносит засуху до начала цветения и хорошо использует летние осадки. Растения льна потребляют запасы продуктивной влаги из глубоких горизонтов почвы. При засухе лен затяги-

вает вегетацию, что повышает эффективность использования поздних летних осадков, которые преобладают в последние годы [101].

Максимальную потребность во влаге лен масличный проявляет в период начала бутонизации, цветения и образования коробочек. Выпадение осадков в указанный период способствует получению высоких урожаев.

При недостатке влаги наблюдается уменьшение ветвления, сокращается продолжительность фазы цветения, формируется небольшое количество коробочек с мелкими семенами, имеющими низкую масличность. На образование единицы сухого вещества лен за вегетацию затрачивает от 320 до 400 единиц воды, что 10% ниже чем традиционная яровая пшеница [102].

При фенологических наблюдениях за развитием и ростом льна кроме даты сева могут отмечаться следующие фазы: всходы, третья пара настоящих листьев, нижнее ветвление, начало, середина и конец «елочки», бутонизация, цветение, зеленая спелость, ранняя желтая спелость, желтая спелость, полная спелость. При детальном изучении отмечают еще фазы максимального прироста стебля и дифференциации конуса нарастания. После даты сева всходы льна могут появляться через 6-7 дней по данным И.В. Якушкина или в среднем через 11 дней.

По результатам фенологических наблюдений в условиях 2012 г. полные всходы отмечены у льна масличного на 6-8 день после посева. На всех культурах по мере отодвигания сроков посева от раннего к позднему продолжительность периода посев-всходы удлинялась на 2-3 дня, что было связано с увеличением глубины заделки семян с 3 до 5 см при пересыхании верхнего слоя.

Определенное влияние на рост и развитие масличных культур оказывали и нормы высева.

В результате повышения конкуренции между растениями при увеличении нормы высева наблюдалось сокращение межфазных периодов на 1-2 дня, что особенно сильно было выражено в критические по выпадению осадков месяцы – в июне, и особенно в июле 2012 г., когда растения особенно нуждаются во влаге, осадков как таковых не было. Так, вегетационный период у льна маслич-

ного составил на первом сроке посева 70-69 дней, на втором – 68-67 дней, на третьем – 67-66, из-за загущенности посевов на норме высева 7,5 млн. всх. семян/га созревание проходило быстрее (таблица 6).

Таблица 6 – Продолжительность межфазных периодов развития льна масличного в зависимости от сроков посева и норм высева, 2012-2014 гг., дней

Срок посева	Нормы высева, млн. всх. семян/га	Посев – Всходы	Всходы – Елочка	Елочка – Бутонизация	Бутонизация – Цветение	Цветение – Зеленая спелость	Зеленая спелость – Ранняя желтая спелость	Ранняя желтая спелость – Желтая спелость	Вегетационный период, дней
2012 г.									
2 декада мая	6,5	6	23	12	8	6	6	9	70
	7,0	6	23	12	8	6	6	9	70
	7,5	6	23	12	8	6	6	8	69
3 декада мая	6,5	7	22	12	8	6	6	7	68
	7,0	7	22	12	8	6	6	7	68
	7,5	7	22	12	8	6	6	6	67
1 декада июня	6,5	8	22	12	8	5	6	6	67
	7,0	8	22	12	8	5	6	6	67
	7,5	8	21	12	8	5	6	6	66
2013 г.									
2 декада мая	6,5	11	5	17	5	14	20	21	94
	7,0	11	5	17	5	14	20	21	94
	7,5	11	5	17	5	14	20	21	94
3 декада мая	6,5	10	3	20	6	15	21	18	93
	7,0	10	3	20	6	15	21	18	93
	7,5	10	3	20	6	15	21	18	93
1 декада июня	6,5	10	4	22	9	19	19	20	103
	7,0	10	4	22	9	19	19	20	103
	7,5	10	4	22	9	19	19	20	103
2014 г.									
2 декада мая	6,5	11	9	9	13	7	19	18	86
	7,0	9	10	8	14	7	19	18	85
	7,5	9	10	8	14	7	19	18	85
3 декада мая	6,5	12	9	8	8	6	17	17	77
	7,0	11	8	9	9	6	17	16	76
	7,5	11	8	9	9	6	17	16	76
1 декада июня	6,5	8	9	10	9	7	21	20	84
	7,0	7	10	11	8	7	21	19	83
	7,5	7	10	11	9	6	21	19	83

В итоге сложившаяся ситуация существенно повлияла на продолжительность фаз роста и развития и межфазных периодов по всем культурам.

Стоит отметить, что растения льна масличного все-таки перенесли такую сложную засуху, посевы были ровные, однородные. В период «елочка – цветение» сформировались полноценные коробочки для будущих семян.

Подытоживая вышеприведенные данные, можно сказать, что при неблагоприятных условиях 2012 г. для произрастания масличных культур (недостаток влаги, высокие температуры, загущенность посевов) фазы развития растений льна масличного проходили с ускорением, в результате вегетационный период значительно сокращался. Это связано с тем, что растения при недостатке ресурсов и повышенной конкуренции в посевах пытаются в максимально короткие сроки сформировать урожай.

По результатам фенологических наблюдений в условиях 2013 г. полные всходы отмечены у льна масличного на 10-11 день после посева. Большое влияние на продолжительность вегетационного периода оказали осадки, выпавшие во второй половине июля – начале августа (180,8 мм), в 3,6 раза превысившие многолетнюю норму (50,0 мм). Это сказалось на длительности созревания, так у льна масличного данный период составил 39-41 дней.

Фаза ёлочка у льна масличного наступала в условиях 2013 г. на первом сроке – на 5 день, на втором – на 3 день, на третьем сроке – на 4 день после всходов. Наступление последующих фаз вегетации льна масличного происходило следующим образом: бутонизация наступила на 17-22 сутки после фазы «ёлочка» (прил. 1). Цветение льна масличного началось на первом сроке 25 июня (38 день после посева), на втором – 3 июля (39 день), на третьем – 18 июля (45 день) (прил. 4). Осадки, выпавшие во второй декаде июля, в количестве 24,9 мм, растянули на третьем сроке период бутонизации на 3-4 дня, и следовавший за ним период цветения на 4-5 дней по сравнению с двумя первыми сроками. Период созревания льна масличного также затянулся в связи с выпавшими осадками, как было сказано выше. Период желтой спелости наступил

на первом сроке 20 августа, на втором – 26 августа, на третьем – 5 сентября (таблица 6).

В целом, вегетационный период у льна масличного составил на первом сроке 94 дня, на втором – 93 дня, на третьем – 103 дня, что почти на месяц отодвинуло период полного созревания и уборки семян льна масличного по сравнению с предыдущим 2012 г.

По результатам фенологических наблюдений в условиях 2014 г. полные всходы отмечены у льна масличного: первый срок – на 9-11 день после посева, второй срок – 11-12 день, третий срок – 7-8 день. Большое влияние на продолжительность вегетационного периода оказали осадки, выпавшие во второй декаде и до конца июля (107,5 мм), в 2 раза превысившие многолетнюю норму (50,0 мм). Это сказалось на длительности созревания, так у льна масличного данный период составил 33-41 дней.

Фаза ёлочка у льна масличного наступала в условиях 2014 г. на первом сроке – на 9-10 день, на втором – на 8-9 день, на третьем сроке – на 9-10 день после всходов. Наступление последующих фаз вегетации льна масличного происходило следующим образом: бутонизация наступила на 9-11 сутки после фазы «ёлочка» (приложение 1). Цветение льна масличного началось на первом сроке 24-25 июня (41-42 день после посева), на втором – 27 июня (37 день), на третьем – 9-10 июля (36-37 день) (приложение 4). Осадки, выпавшие во второй декаде и до конца июля, увеличили период созревания льна масличного. Так, межфазный период льна масличного «зеленая – ранняя желтая спелость» составил: первый срок – 19 дней, второй срок – 17 дней, третий срок – 21 день. Период желтой спелости наступил на первом сроке через 18 дней, на втором – спустя 16-17 дней, на третьем – через 19-20 дней после ранней желтой спелости (таблица 6).

В целом, вегетационный период у льна масличного составил на первом сроке 85-86 дней, на втором – 76-77 дней, на третьем – 83-84 дня, причем на больших нормах высева созревание проходило на 1 день быстрее.

Суммируя результаты фенологических наблюдений за ходом вегетации масличных культур, следует отметить, что продолжительность фаз роста и развития и межфазных периодов существенно изменялась в зависимости от метеорологических условий холодного и вегетационного периода и изучаемых вариантов. В 2013 году, который отличался хорошей влагообеспеченностью посевов (205,8-212,2 мм за вегетацию), отмечена наибольшая длина вегетационного периода на всех вариантах, по сравнению с сухим 2012 годом. Кроме того, в связи с высокой влагообеспеченностью посевов, нормы высева не оказали существенного влияния на продолжительность вегетационного периода.

3.2 Водный режим почвы

Водный режим почвы и водный баланс – совокупность всех процессов поступления воды в почву, ее состояние в почве и расходование из почвы называется водным режимом. Количественное выражение всех видов поступления влаги в почву и расхода ее за определенный промежуток времени называется водным балансом. Водный режим почв – это совокупность всех явлений поступления влаги в почву, её передвижения, изменений физического состояния и расхода из почвы [103].

Основы учения о типах водного режима почвы были заложены Г. Н. Высоцким (1934) и А. А. Роде (1956). Ими было выделено 6 типов водного режима почвы и несколько подтипов [104].

В дальнейшем разработке данной проблемы были посвящены работы И. А. Качинского, И. Г. Минашиной, М. А. Козина, А. Г. Бондарева, О. И. Худякова и др. [105].

К числу элементов водного режима относятся впитывание, фильтрация, капиллярный подъём, сток поверхностный, нисходящий и боковой, физическое испарение, замерзание, размерзание, конденсация воды.

Поскольку основным лимитирующим фактором в засушливо-степной зоне является влагообеспеченность растений, то от продуктивного использования ее во многом зависела судьба урожая.

В наших исследованиях мы изучали содержание продуктивной влаги (мм)

по слоям почвы перед посевом и уборкой льна масличного (таблица 7, приложение 2).

Весенние запасы влаги в почве зависели от осадков холодного периода. За холодный период (октябрь-март) осадки распределялись следующим образом.

В 2012 г. количество выпавших осадков составило 67,3 мм – характеризуется по среднемноголетним данным (98,0 мм) как засушливый год.

Напротив, 2013 г. отмечается большим увлажнением, т.к. сформировался плотный высокий снежный покров, суммарное количество осадков за холодный период было равно 127,2 мм.

В 2014 г. в этот период наблюдается высокое содержание влаги – 135,3 мм.

Таблица 7 – Содержание продуктивной влаги в почве перед посевом и уборкой льна масличного в зависимости от сроков посева, мм, 2012-2014 гг.

Срок посева	Посев				Уборка			
	0-10 см	0-30 см	0-50 см	0-100 см	0-10 см	0-30 см	0-50 см	0-100 см
2 декада мая	11,0	40,6	62,9	136,5	3,0	8,3	15,8	43,4
3 декада мая	10,0	34,4	55,7	126,4	0,9	4,2	9,0	36,9
1 декада июня	6,3	20,8	35,4	110,4	0,7	2,4	4,4	27,2

В связи с этим, весенние запасы влаги по годам сильно варьировали. В целом в 2012 г. содержание продуктивной влаги в почве было чуть ниже многолетней нормы и составило 129,7-107,8 мм.

В 2013г. этот показатель был выше многолетней нормы (138,9-110,7 мм), в 2014 г. – выше многолетней нормы и был равен 140,8-112,8 мм.

Особенно сильно весенние запасы продуктивной влаги в почве перед посевом зависели от сроков сева. За все годы исследований прослеживается динамика снижения весенних запасов влаги от ранних сроков посева к поздним – в среднем с 136,5 до 110,4 мм. Содержание почвенной влаги на глубине 0-10 см колебалось в пределах 11,0-6,3 мм.

Поэтому в более засушливые годы при пересыхании верхнего слоя почвы менялась глубина заделки семян с 3 до 5 см.

Общее снижение запасов почвенной влаги наблюдается к периоду уборки, когда у льна масличного, использовавших все доступные ресурсы влаги, идет накопление сухого вещества, созревание урожая, сформировавшегося за период вегетации. В это время запасы продуктивной влаги составили 43,4-27,2 мм. Наименьший запас почвенной влаги перед уборкой отмечен в 2012 г., который составил 33,0-26,1 мм, наибольший – в 2014 г., что связано с большими осадками за период вегетации (53,2-28,9 мм).

В условиях 2012-2014 гг. весенние запасы продуктивной влаги в почве перед посевом зависели от сроков сева.

В опытах прослеживается динамика снижения весенних запасов влаги от ранних сроков посева к поздним – в среднем на 23,7-29,8%.

Содержание почвенной влаги на глубине 0-10 см колебалось в пределах 6,3-11,0 мм – на льне масличном.

Общее снижение запасов почвенной влаги наблюдается к периоду уборки – запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы составили на льне масличном 27,2-43,4 мм.

3.3 Пищевой режим почвы в посевах льна масличного

Для обеспечения высоких урожаев особенно важно с первых фаз вегетации в достаточной мере обеспечить растения льна питательными веществами, так как потребности в это время велики, а корневые системы еще недостаточно развиты.

В частности, половина технической длины стеблей формируется в период интенсивного роста всего лишь за 10-16 дней, поэтому дефицит питания в это время наносит невосполнимый урон урожаю льна [106].

В проводимых нами исследованиях от выбора срока сева зависело содержание в пахотном слое подвижных форм азота, фосфора (таблица 8, приложение 2).

Небольшое преимущество по сравнению с другими вариантами по питанию имел второй срок посева, где положительное отклонение по содержанию основных элементов питания перед посевом составило (мг/кг): NO_3 – 0,3-10,7; P_2O_5 – 3,76-10,8.

По нормам высева особых различий не наблюдалось.

Пищевой режим во многом также определялся особенностями погодных условий по годам наблюдений. Так, 2012 год был сухим, элементы питания в почве содержались в неподвижной труднодоступной форме из-за недостаточного содержания продуктивной влаги в почве (91,3-121,7 мм), 2013 г. был более благоприятным по содержанию доступных для растений азота, фосфора.

В 2014 г. наблюдались средние запасы питательных элементов (приложение 3).

Лен масличный – культура интенсивного типа питания, которая на единицу продукции потребляет в 1,5-2,0 раза больше питательных веществ, чем зерновые культуры [107].

Наибольшее количество элементов питания лен потребляет в периоды интенсивного роста и развития.

Таблица 8 – Содержание N-NO₃ в слоях 0-20, 20-40 см, P₂O₅ в слоях 0-20, 20-40 см перед посевом и после уборки льна масличного в зависимости от сроков посева и норм высева, мг/кг почвы, 2012-2014 гг.

Вариант		2 декада мая			3 декада мая			1 декада июня		
		6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5
среднее за 2012-2014 г.г.										
перед посевом										
N-NO ₃	0-20	9,6	12,0	9,3	20,0	18,9	11,9	19,5	19,5	19,6
	20-40	12,7	10,9	13,4	14,4	11,1	12,0	16,5	14,9	18,6
P ₂ O ₅	0-20	83,0	97,8	77,5	88,3	92,0	96,8	102,8	92,5	88,0
	20-40	55,3	87,3	60,8	47,5	49,8	53,3	66,8	59,0	62,8
после уборки										
N-NO ₃	0-20	1,3	1,3	1,3	1,9	4,4	1,3	1,9	2,0	1,8
	20-40	1,1	1,3	2,0	4,8	6,9	1,6	2,6	1,9	2,2
P ₂ O ₅	0-20	75,4	66,0	64,2	60,0	67,2	66,0	60,0	64,9	47,7
	20-40	37,9	50,8	33,5	37,9	35,0	36,0	47,7	45,4	37,9

Первый этап жизнедеятельности этой культуры характеризуется медленным ростом и слабым накоплением питательных веществ.

На продуктивность сельскохозяйственных культур большое влияние оказывает обеспеченность растений элементами питания.

В среднем за 2012-2014 гг. содержание N-NO₃ в слое 0-20 см перед посевом льна масличного находилось в пределах 9,3-20,0 мг/кг почвы, в слое 20-40

см – 10,9-18,6 (среднее и высокое, по Чирикову), содержание P_2O_5 в слое 0-20 см составило 77,5-102,8, в слое 20-40 см – 47,5-87,3 мг/кг почвы (среднее, по Чирикову).

После уборки льна масличного содержание N- NO_3 в слое 0-20 см снижается до 1,3-4,4 мг/кг почвы (76,7-91,1%), в слое 20-40 см – до 1,1-6,9 (37,8-91,7%). Содержание P_2O_5 в слое 0-20 см уменьшается до 60,0-75,4 мг/кг почвы (9,2-45,9%), в слое 20-40 см – до 33,5-50,8 мг/кг почвы (20,2-44,9%). Причем, наибольшее потребление питательных веществ в основном отмечено на урожайных вариантах (таблица 8).

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что потребление растениями элементов питания было напрямую связано с их продуктивностью, затратами почвенных ресурсов на формирование урожая.

3.4 Густота стояния растений и засоренность льна масличного

Густота стояния растений является лимитирующим элементом урожайности, поскольку, она обуславливается потенциалом таких факторов, как вода, свет, температура, почвенное плодородие, которые оказывают влияние, прежде всего на прорастание семян, появление всходов и оценивается через показатель полевой всхожести [108].

В среднем за 2012-14 гг. на льне масличном самое большое количество взошедших растений (524,0-660,2 шт./ m^2) отмечено на втором сроке сева – 3 декада мая, причем на всех сроках возрастание полноты всходов идет от низких норм к более высоким на 5,3; 7,5 и 2,8% соответственно. За период вегетации число растений на 1 m^2 от всходов к уборке неуклонно снижается, в данном случае до 234,4-389,9 шт./ m^2 , этот показатель характеризует сохранность растений и составил 46,5-70,0%, и отсюда общая выживаемость растений от посева до уборки находилась в пределах 36,1-55,7%.

Наибольший процент общей выживаемости (55,7%) отмечен на втором сроке с нормой высева 7,0 млн. всх. семян/га, на первом и третьем сроках сева по данному показателю также отличился вариант с нормой высева 7,0 млн. всх. семян/га – 54,4 и 45,5%, соответственно (таблица 9).

Таблица 9 – Влияние сроков посева и норм высева на полноту всходов, сохранность к уборке и общую выживаемость растений, а также засоренность льна масличного, 2012-2014 гг.

Срок посева	Нормы высева, млн. всх. семян/га	Всходы		Уборка		Общая выживаемость, %	Количество сорняков, шт./м ²		Сухая масса сорняков, г/м ²	
		количество, шт./м ²	полнота всходов, %	количество, шт./м ²	сохранность, %		однолетн.	многолетн.	однолетн.	многолетн.
2 декада мая	6,5	475,3	73,1	265,4	55,8	40,8	3,3	0,3	6,1	2,2
	7,0	544,0	77,7	380,8	70,0	54,4	3,2	0,3	6,0	2,1
	7,5	587,8	78,4	368,7	62,7	49,2	2,5	0,3	5,9	2,0
3 декада мая	6,5	524,0	80,6	259,9	49,6	40,0	2,9	0,3	6,2	2,2
	7,0	568,0	81,1	389,9	68,6	55,7	2,8	0,3	5,9	2,2
	7,5	660,2	88,1	355,2	53,8	47,4	2,5	0,2	5,7	2,0
1 декада июня	6,5	503,9	77,5	234,4	46,5	36,1	2,5	0,3	5,7	2,1
	7,0	551,6	78,8	318,3	57,7	45,5	2,4	0,2	5,4	2,0
	7,5	602,3	80,3	305,2	50,7	40,7	2,1	0,2	5,2	2,0

Анализ состояния посевов льна масличного по засоренности за 2012-2014 годы показал наличие таких сорных растений, как однолетние злаковые – просо волосовидное (*Panicum capillare*), щетинник сизый (*Setaria glauca*), щетинник зеленый (*Setaria viridis*), куриное просо (*Echinochloa crusgalli*); однолетние двудольные – щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), щирица жминдовидная (*Amaranthus blitoides*), в редких случаях – марь белая (*Chenopodium album*), горец вьюнковый (*Fallopia convolvulus*); многолетние корнеотпрысковые – вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), молочан татарский (*Lactuca tatarica*).

При своевременном уничтожении этих сорняков, как в предпосевной период, так и в течение вегетации растения масличных культур, имея мощную корневую систему и хорошую розетку листьев, в дальнейшем уже сами подавляли их развитие в течение вегетации. Поэтому до конца вегетации число сорных растений на опытном участке, в целом, было незначительным.

Нашими исследованиями выявлено положительное влияние поздних сроков посева на снижение уровня засоренности посевов.

В опыте перед уборкой количество однолетних сорняков от ранних сроков сева к поздним снижалось на 0,5-1,0 шт./м², многолетних сорняков – на 0,1 шт./м² по всем культурам.

Объясняется это тем, что при поздних сроках посева значительно увеличивается период провокации сорняков, и тем самым появляется возможность их уничтожения в предпосевной период.

Кроме того, рекомендуется для снижения засоренности, в основном однолетними злаковыми сорняками, химическая обработка посевов гербицидом избирательного действия, по мере прорастания сорняков.

В наших опытах для борьбы с сорняками на льне масличном проводили опрыскивание гербицидами (против просовидных – Барс, 1,5-2,0 л/га, против однолетних двудольных – Секатор, 150-180 г/га).

На засоренность посевов масличных культур оказывали влияние и нормы высева. Так, за счет значительного угнетения сорняков культурными растения-

ми при увеличении нормы высева, засоренность снижалась в загущенных посевах. Кроме снижения количества сорняков, отмечалось значительное снижение их биомассы (особенно на высоких нормах высева) за счет лучшего подавления культурными растениями.

3.5 Фотосинтетическая деятельность посевов льна масличного

В формировании урожая культурных растений очень большую роль играет процесс фотосинтеза. При этом процессе растения аккумулируют до 100 % энергии и образуют до 90-95 % сухой биомассы.

Основными показателями фотосинтетической деятельности растений являются: площадь поверхности листьев, прирост и нарастание биомассы растений, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза и др.

Но фактическая продуктивность сортов культурных растений гораздо ниже потенциальной фотосинтетической продуктивности [109].

По мнению Ничипоровича А. А., высокая продуктивность посевов возможна при следующих условиях:

- формировании оптимального по размерам и по длительности работы фотосинтетического аппарата;
- наиболее полном использовании продуктов фотосинтеза в процессе формирования хозяйственно ценной части урожая;
- поддержании оптимального сочетания таких факторов внешней среды, как тепло, свет, влага, режим минерального и углекислотного питания.

Вместе с изучением отдельных качественных и количественных сторон фотосинтеза, имеют широкое развитие теоретические и практические исследования основ управления фотосинтетической деятельностью растений.

В основании теории фотосинтетической деятельности растений стоит коэффициент использования приходящей фотосинтетической активной радиации, потому что солнечная энергия определяет многие процессы в жизни растений – органогенез, фотопериодизм, транспирацию, поглощение, передвижение и накопление ассимилянтов [110,111].

Для культуры лен характерно нарастание площади листовой поверхности вплоть до фазы цветения.

Так, в среднем за годы исследований (таблица 10) площадь листьев составила ($\text{м}^2/\text{м}^2$): в период всходов 1,05-2,40, елочки – 2,66-3,99, бутонизации – 7,10-8,91.

Таблица 10 – Площадь листовой поверхности по фазам развития льна масличного ($\text{м}^2/\text{м}^2$) в зависимости от сроков посева и норм высева, среднее за 2012-2014 г.г.

Срок посева	Нормы высева, млн. всх. семян/га	Фазы развития					
		всходы	елочка	бутонизация	цветение	плодообразование	жёлтая спелость
2 декада мая	6,5	1,08	2,66	7,10	7,88	6,65	3,25
	7,0	1,26	3,50	8,18	8,65	7,28	4,20
	7,5	1,18	3,44	7,42	8,11	6,95	3,78
	среднее	1,10	3,20	7,50	8,21	6,90	3,70
3 декада мая	6,5	1,05	2,85	7,95	9,65	8,24	3,68
	7,0	1,32	3,35	8,89	10,82	9,14	3,99
	7,5	1,20	2,82	8,65	9,90	8,38	3,75
	среднее	1,19	3,00	8,40	10,10	8,50	3,80
1 декада июня	6,5	2,10	3,60	7,10	10,72	9,89	3,22
	7,0	2,40	3,99	8,91	11,85	10,66	3,90
	7,5	2,25	3,70	8,65	11,14	10,12	3,55
	среднее	2,25	3,70	8,22	11,20	10,20	3,50

Наибольшая площадь листьев, которую лен масличный сформировал в фазу цветения, в среднем за годы исследований отмечалась на втором и третьем сроках при посеве с нормой высева 7 млн. всх. семян/га – 10,82 и 11,85 $\text{м}^2/\text{м}^2$ соответственно, на первом сроке лучший результат показал также вариант с нормой высева 7 млн. всх. семян/га – 8,65 $\text{м}^2/\text{м}^2$ (рис.1).

Далее, начиная с фазы плодообразование, происходит увядание листового аппарата, т.к. приток питательных веществ идет на формирование семян. Площадь листьев в этот период в среднем уменьшается на 0,4-0,6 $\text{м}^2/\text{м}^2$.

К фазе образования желтой спелости площадь листьев снижается на 30-49,3% по сравнению с фазой цветения.

Максимальную в опыте площадь листовой поверхности в посевах льна масличный формировал при втором и третьем сроках сева, которая нарастая имела максимальную величину в фазу цветения – 10,82-11,85 м²/м², что характеризует посева как высокопродуктивные.

Так как максимальная площадь листовой поверхности характеризует состояние посевов за определённый период вегетации, а урожай это результат фотосинтетической деятельности за весь период развития, наиболее верно его величину связывать с фотосинтетическим потенциалом.

Данные значения фотосинтетического потенциала посевов, указанные в таблице 11, свидетельствуют о том, что в работе ассимиляционного аппарата прослеживаются значительные колебания по годам исследований и по вариантам опыта.

Таблица 11- Фотосинтетический потенциал изучаемых сортов льна масличного в зависимости от сроков посева и норм посева, 2012-2014 гг., тыс. м²/га×дн.

Срок посева	Норма высева, млн шт./га	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее
2 декада мая	6,5	351,7	390,7	506,8	416,4
	7,0	403,7	440,4	575,0	473,0
	7,5	378,3	406,2	547,2	443,9
3 декада мая	6,5	602,8	596,0	822,6	673,8
	7,0	723,1	683,0	906,2	770,7
	7,5	632,3	610,6	862,1	701,6
1 декада июня	6,5	445,6	406,3	606,5	486,1
	7,0	528,2	462,1	666,8	552,3
	7,5	480,9	428,0	635,9	514,9

Так, в 2012 году максимальные значения фотосинтетического потенциала наблюдались на варианте с нормой высева 7,0 млн всх. сем./га во втором сроке и равнялись 723,1 тысяч м²/га×дн., что больше у этого же варианта, чем в первом сроке на 319,4 тысяч м²/га×дн., и на 194,9 тысяч м²/га×дн., чем в третьем сроке (рис.2).

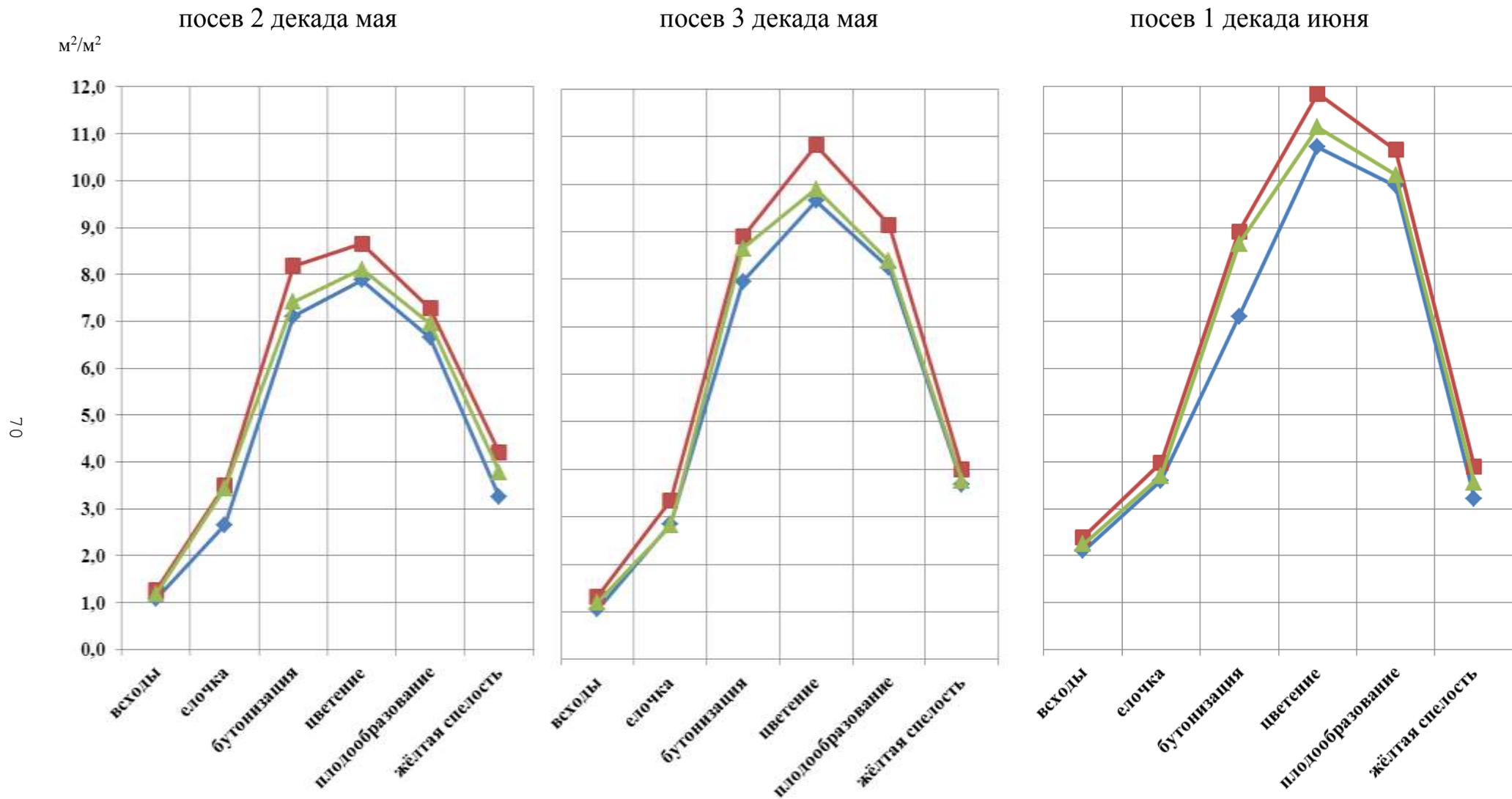
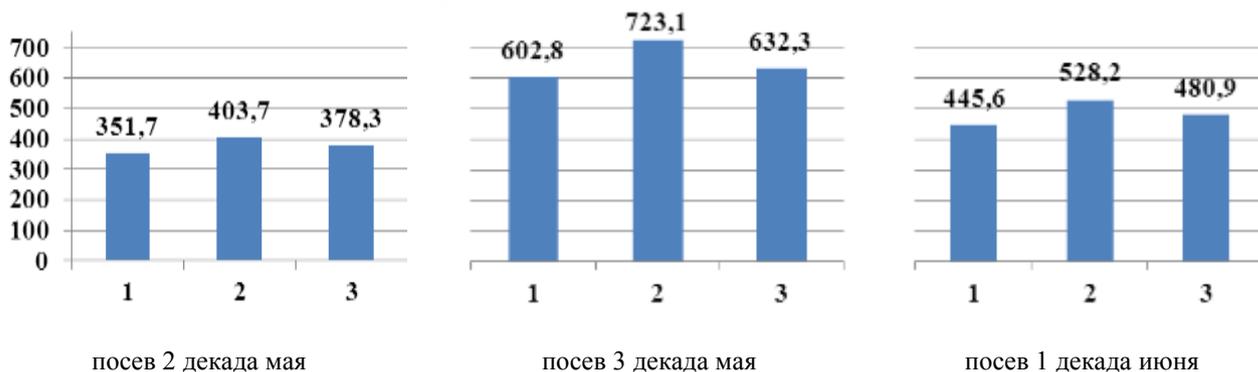


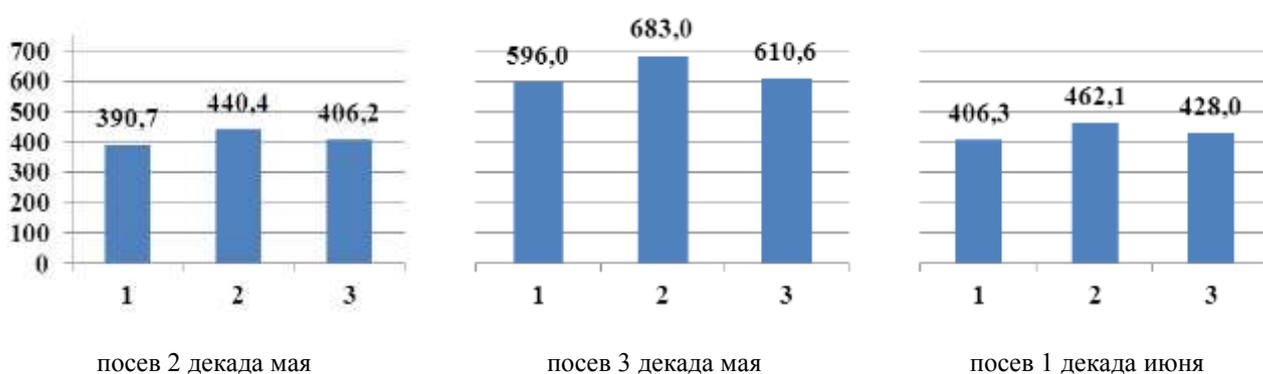
Рис. 1. Площадь листовой поверхности льна масличного в зависимости от сроков посева и норм высева, 2012...2014 гг.

тыс.м²/га × дн.

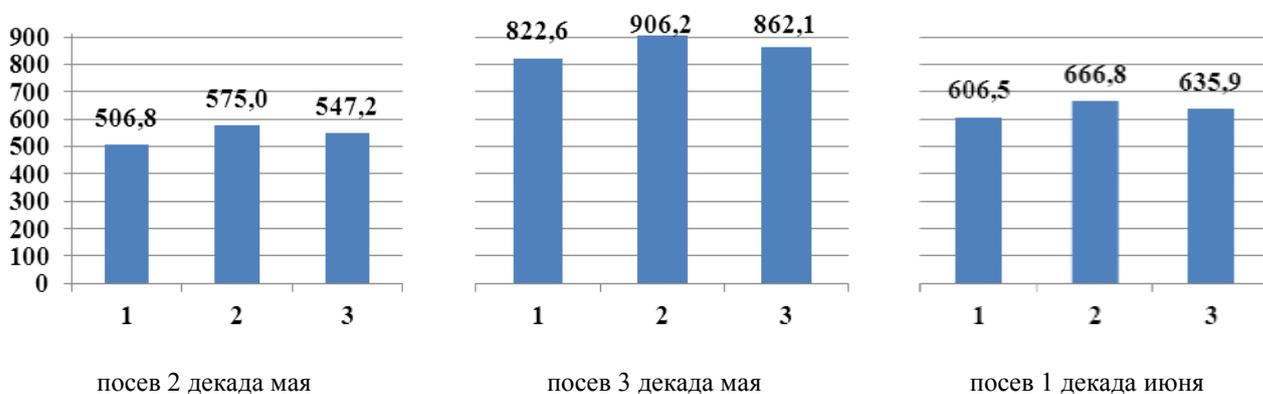
2012 г.



2013 г.



2014 г.



1 – 6,5; 2 – 7,0; 3 – 7,5 млн. всх. семян/га

Рис. 2. Фотосинтетический потенциал льня масличного в зависимости от сроков посева и норм высева 2012-2014 гг.

Фотосинтетический потенциал так же, как и площадь листьев увеличивался с повышением нормы высева до 7,0 млн всх. сем./га и понижался при дальнейшем загущении посевов.

В 2013 году максимальные значения фотосинтетического потенциала так же, как и в 2012 году наблюдались на вариантах с нормой высева 7,0 млн всх. сем. на гектар во втором сроке и равнялись 683,0, что меньше, чем в предыдущем испытываемом году на 40,1 тысяч $\text{м}^2/\text{га} \times \text{дн.}$. В этом году фотосинтетический потенциал у испытываемых сортов на варианте при первом сроке был ниже, чем при третьем сроке на 21,7 $\text{м}^2/\text{га} \times \text{дн.}$, и чем на втором сроке на 220,9-242,6 тысяч $\text{м}^2/\text{га} \times \text{дн.}$.

В 2014 году наблюдалось значительное повышение фотосинтетического потенциала, по всем вариантам опыта, по сравнению с предыдущими годами исследований. Самые большие его значения формировались так же, как и в 2012-2013 годах при втором сроке посева с нормой высева 7,0 млн всх. сем./га - 906,2, что превышало значения этих же вариантов с 2012 годом на 183,1 тысяч $\text{м}^2/\text{га} \times \text{дн.}$, с 2013 годом - на 223,2 тысяч $\text{м}^2/\text{га} \times \text{дн.}$, соответственно.

Анализируя динамику изменения фотосинтетического потенциала в зависимости от норм высева и сроков посева, прослеживаются следующие закономерности: в среднем за 3 года при втором сроке посева величина фотосинтетического потенциала составляла от 0,626 до 0,770 млн $\text{м}^2 \times \text{дн.}$, что было больше, чем на третьем сроке на 0,175-0,218 млн $\text{м}^2 \times \text{дн.}$; и больше, чем на первом сроке на 0,237-0,297 млн $\text{м}^2 \times \text{дн.}$.

Повышение нормы высева с 6,5 млн всх. сем./га до 7,0 млн всх. сем./га увеличивало фотосинтетический потенциал на 0,068-0,084 млн $\text{м}^2 \times \text{дн.}$, дальнейшее повышение нормы высева приводило к снижению значений фотосинтетического потенциала на 0,028-0,044 млн $\text{м}^2/\text{га} \times \text{дн.}$ в зависимости от норм и сроков посева.

Таблица 12 - Чистая продуктивность фотосинтеза в посевах льна масличного в зависимости от сроков и норм высева, г/м² сутки (среднее за 2012-2014 гг.)

Срок посева	Норма высева, млн шт./га	Период				
		всходы-ёлочка	ёлочка-бутонизация	бутонизация-цветение	цветение -плодообразование	плодообразование - жёлтая спелость
2 декада мая	6,5	1,1	1,7	2,0	1,8	1,4
	7,0	1,3	1,7	2,1	1,8	1,5
	7,5	1,3	1,7	2,1	1,8	1,5
3 декада мая	6,5	1,1	2,4	2,9	2,7	1,8
	7,0	1,3	2,5	3,1	2,8	1,8
	7,5	1,2	2,4	3,1	2,8	1,8
1 декада июня	6,5	1,2	2,2	2,7	2,3	1,5
	7,0	1,3	2,0	2,7	2,3	1,6
	7,5	1,3	2,1	2,8	2,4	1,5

Наблюдения, приведённые в таблице 12, показали, что значения чистой продуктивности фотосинтеза увеличивались, начиная с фазы ёлочка и достигали своих максимальных значений в фазу цветения.

Затем этот показатель постепенно начинал снижаться.

На делянках с нормой высева 7,0 млн. всх. сем./га чистая продуктивность фотосинтеза оказалась на 3,5-6,45 % выше, по сравнению с вариантами при нормах высева 6,5 млн и 7,5 млн всх. сем./га (рис.3).

Посевы во втором отличались повышенной ЧПФ на 3,4-12,9%, по сравнению с третьим, и на 32% относительно первого срока.

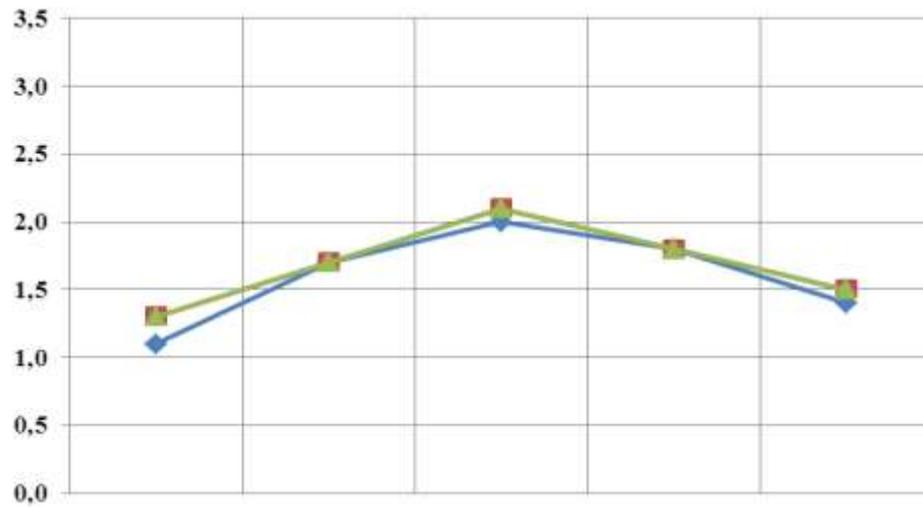
Таким образом, нашими исследованиями выявлено, что показатели фотосинтетической деятельности растений в значительной степени зависят от сроков посева и нормы высева. Лучшим оказался посев во втором сроке с нормой 7,0 млн. всх. сем./га.

3.6 Структура урожая. Урожайность.

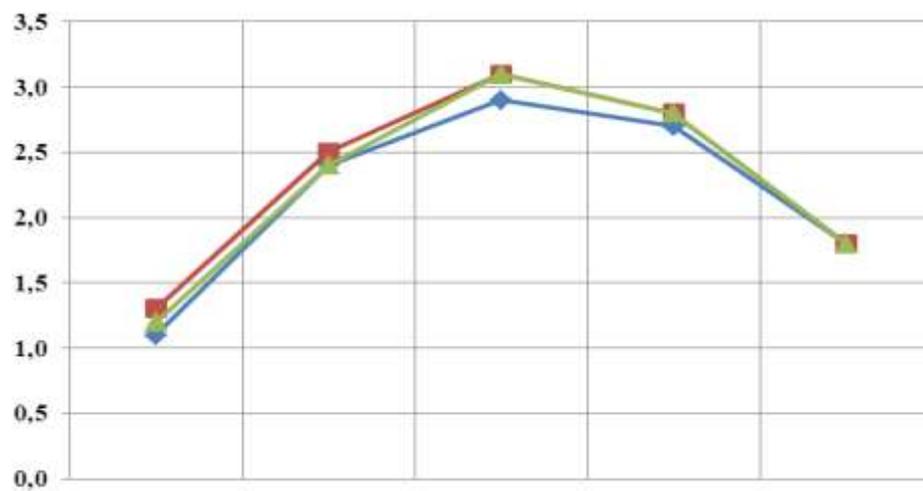
Нормы высева семян возделываемых культур оказывают существенное влияние на структуру их урожая.

Посев вторая декада мая

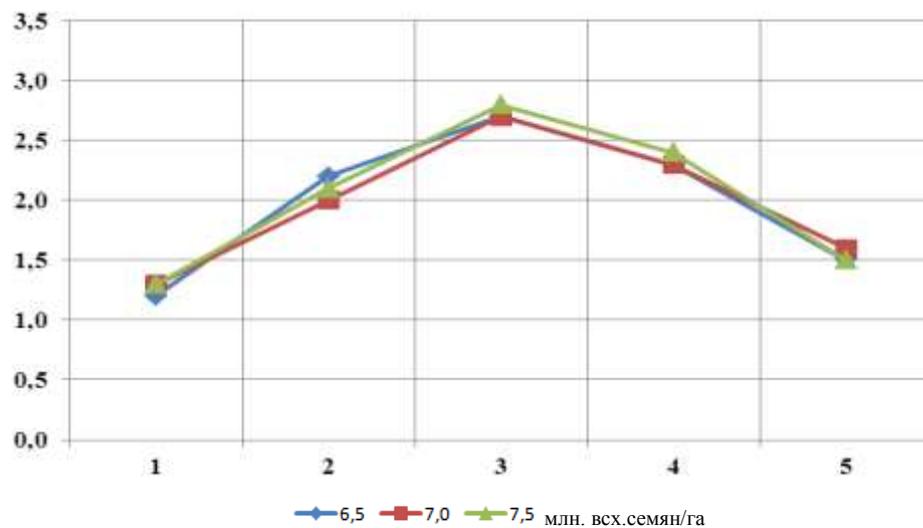
г/м² × сутки



Посев третья декада мая



Посев первая декада июня



1 – всходы-елочка; 2 – елочка-бутонизация; 3 – бутонизация-цветение;
4 – цветение-плодообразование; 5 – плодообразование-жёлтая спелость

Рис. 3. Чистая продуктивность фотосинтеза в посевах льна масличного в зависимости от сроков и норм высева, 2012-2014 гг.

С повышением нормы высева уменьшается высота растений, снижается ветвистость (кустистость), а также количество коробочек и их осеменённость.

Урожай семян определяется не только густотой стояния растений, но и количеством коробочек и семян в них [112].

Для повышения урожайности и развития новых направлений его использования необходимы носители таких признаков как высокая продуктивность и определенный биохимический состав семени.

Одной из нерешенных проблем льноводства является получение высокоурожая льна масличного с высоким содержанием масла и улучшением его качества.

Решить ее можно за счет использования в производстве лучших сортов разных групп спелости.

Проведенные нами исследования позволили установить, что семенная продуктивность растений льна находится в тесной взаимосвязи от метеорологических условий вегетационного периода и изучаемых вариантов опыта (таблица 13).

Таблица 13 – Элементы структуры урожая и масличность семян льна масличного в зависимости от сроков посева и норм высева, 2012-2014 гг.

Срок посева	Нормы высева, млн. шт./га	Количество растений, шт./м ²	Высота растений, см	Число коробочек на одном растении, шт.	Число семян в одной коробочке, шт.	Масса 1000 семян, г
2 декада мая	6,5	265,4	50,8	54,7	7,3	6,3
	7,0	380,8	51,5	44,2	7,5	6,3
	7,5	368,7	49,2	30,3	8,2	6,3
3 декада мая	6,5	259,9	52,0	48,9	7,4	6,4
	7,0	389,9	56,7	45,0	8,3	6,2
	7,5	355,2	51,4	40,0	8,2	6,0
1 декада июня	6,5	234,4	50,5	55,1	7,7	6,3
	7,0	318,3	55,2	57,0	7,7	6,3
	7,5	305,2	50,4	52,0	7,9	6,3

Анализ структуры урожая льна масличного в 2012-2014 гг. показал, что наибольшую густоту стояния растений к уборке на втором сроке имела норма

высева 7,0 млн. всх. семян/га – 389,9 шт./м², на первом и третьем сроках также при норме высева 7,0 млн. всх. семян/га отмечены наибольшие показатели по количеству растений на 1 м² – 380,8 и 318,3 шт. соответственно.

Высота растений льна масличного варьировала в следующих пределах по вариантам: первый срок – 49,2-51,5 см, второй срок – 51,4-56,7 см, третий срок – 50,4-55,2 см.

Число коробочек на одном растении на первом сроке сева составило 30,3-54,7 шт., на втором сроке – 40,0-48,9, на третьем – 52,0-57,0 шт.

Семенная продуктивность растений льна масличного на первом сроке составила 7,3-8,2 шт./коробочку, на втором – 7,4-8,3 шт., на третьем – 7,7-7,9 шт., наиболее крупные семена льна масличного (6,4 г) отмечены на втором сроке сева с нормой высева 6,5 млн. шт./га.

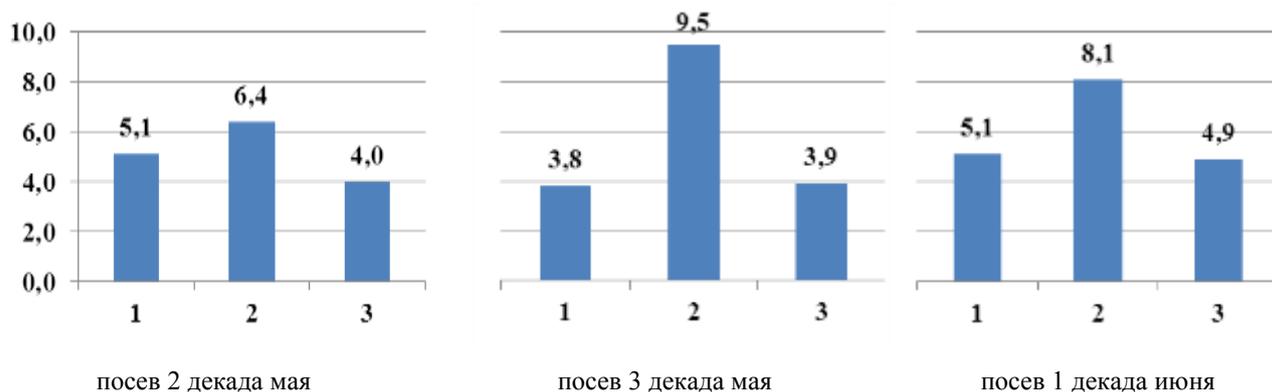
Урожайность льна по годам была различной. В 2012 году при неблагоприятных погодных условиях она находилась на уровне 3,8-9,5ц/га. Лучшей урожайностью отличался 2013 год, когда лучшие варианты достигали урожайности 17,2...17,7 ц/га (таблица 14, рис. 4).

Таблица 14 – Урожай семян льна масличного в зависимости от сроков посева и норм высева, ц/га, 2012-2014 гг.

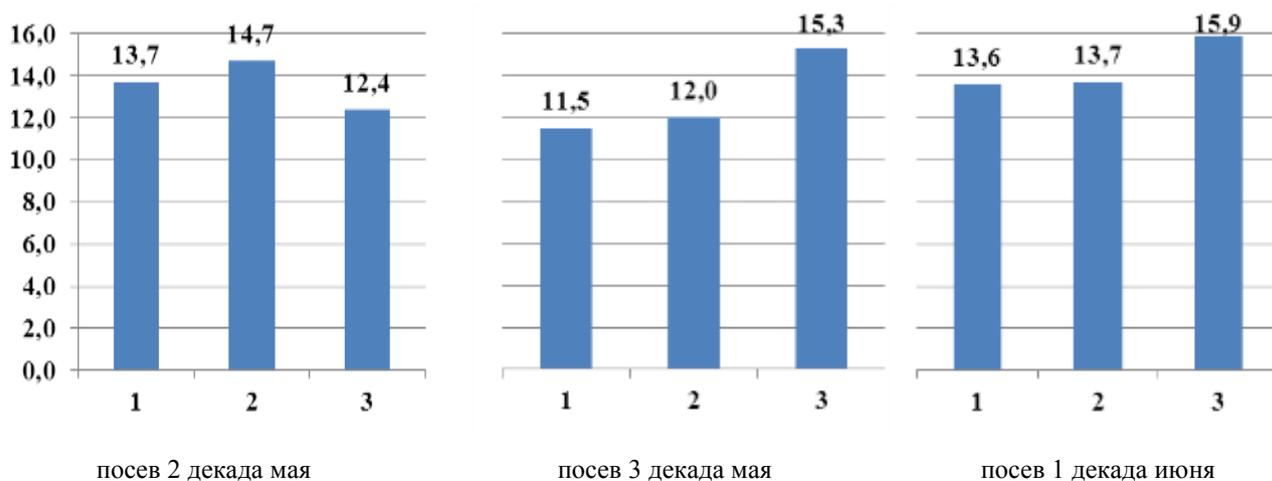
Срок посева	Нормы высева, млн. всх. семян/га	Урожайность по годам, ц/га			Средняя, ц/га
		2012	2013	2014	
2 декада мая	6,5	5,1	13,7	15,5	11,4
	7,0	6,4	14,7	17,4	12,8
	7,5	4,0	12,4	13,5	10,0
средние по фактору А		5,2	13,6	15,5	11,4
3 декада мая	6,5	3,8	11,5	12,7	9,3
	7,0	9,5	12,0	17,7	13,1
	7,5	3,9	15,3	15,8	11,7
средние по фактору А		5,7	13,0	15,4	11,4
1 декада июня	6,5	5,1	13,6	15,4	11,4
	7,0	8,1	13,7	17,2	13,0
	7,5	4,9	15,9	16,0	12,3
средние по фактору А		6,0	14,4	16,2	12,2
средние по фактору В	6,5	4,7	13,0	16,5	11,4
	7,0	8,0	13,5	16,2	12,6
	7,5	4,3	14,6	16,3	11,7
НСР ₀₅ по фактору А		0,1	1,3	0,7	
НСР ₀₅ по фактору В		0,8	0,8	0,8	

ц/га

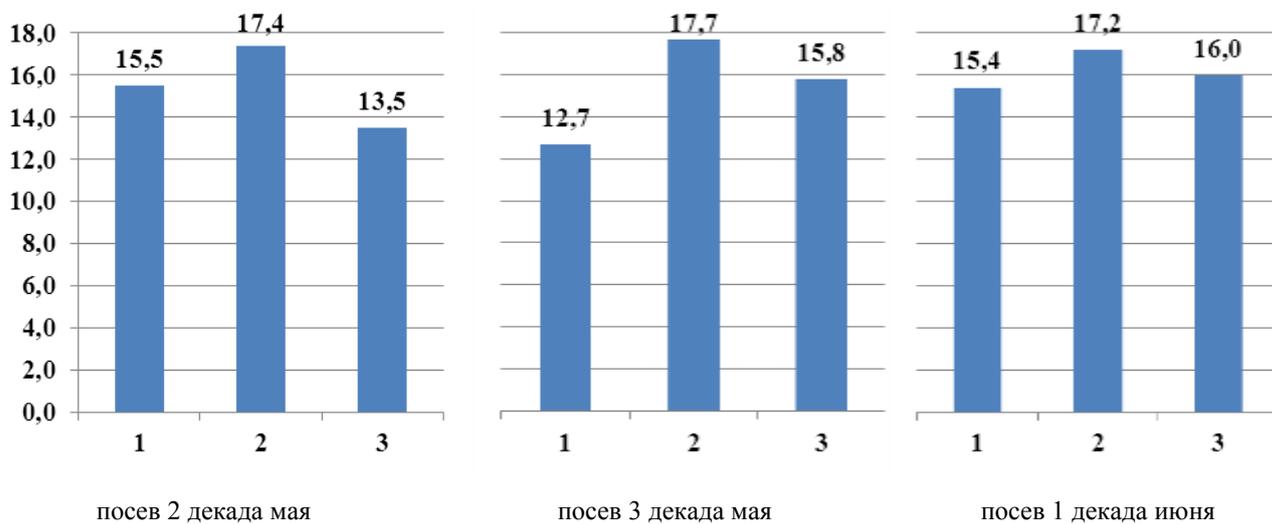
2012 г.



2013 г.



2014 г.



1 – 6,5; 2 – 7,0; 3 – 7,5 млн. всх. семян/га

Рис. 4. Урожайность семян льна масличного в зависимости от сроков посева и норм высева. 2012-2014 гг.

Урожай семян льна масличного в среднем за 2012-2014 гг. по срокам составила: 1 срок (2 декада мая) – 10,0-12,8 ц/га, 2 срок (3 декада мая) – 9,3-13,1 ц/га, 3 срок (1 декада июня) – 11,4-13,0 ц/га.

Анализируя полученные данные, можно утверждать, что наиболее стабильные показатели по структуре урожая показали посеы второго срока, т.к. растения меньше повреждались вредителями в фазу всходов и были обеспечены запасами почвенной влаги, при норме высева 7,0 млн. всх. семян/га. Также по фазам развития, растения, посеянные во второй и третий срок, были обеспечены влагой в критический период водопотребления (отрастание – ветвление) и в период максимального потребления влаги (бутонизация – цветение).

Оптимальной нормой высева льна масличного в среднем за 2012-2014 гг. на всех трех сроках сева была 7,0 млн. всх. семян/га: наибольшая урожайность семян на первом сроке составила 12,8 ц/га, на втором – 13,1 ц/га, на третьем – 13,0 ц/га соответственно.

3.7 Качество полученного урожая

Семена льна масличного, полученные в условиях 2012-2014 гг., характеризовались относительно высоким содержанием масла в семенах в среднем 40,8-41,5%. При этом более урожайные варианты льна масличного показали больший выход масла с 1 га (таблица 15).

Таблица 15 – Масличность льна и выход масла с 1 га в зависимости от сроков посева и норм высева, 2012-2014 гг.

Срок посева	Нормы высева, млн. всх. семян/га	Урожайность, ц/га	Масличность, %	Выход масла с 1 га, ц
2 декада мая	6,5	11,4	41,5	4,8
	7,0	12,8	41,2	5,3
	7,5	10,0	41,4	4,2
3 декада мая	6,5	9,3	40,9	3,9
	7,0	13,1	41,2	5,4
	7,5	11,7	41,3	4,9
1 декада июня	6,5	11,4	40,8	4,7
	7,0	13,0	41,3	5,4
	7,5	12,3	41,1	5,1

В итоге выход масла с 1 га с учетом урожайности по вариантам сложился следующим образом.

По срокам посева выделились второй срок с нормой высева 7,0 млн. всх. семян/га – сбор масла составил 5,4 ц/га, и третий срок с той же нормой высева – этот показатель был равен 5,4 ц/га, на первом сроке вариант с нормой высева 7,0 млн. всх. семян/га – выход масла с 1 га составил 5,3 ц/га.

4 Влияние регуляторов роста на рост, развитие и урожайность маслосемян льна масличного

Проблема регуляции роста и развития растений с помощью физиологически активных веществ в настоящее время является одной из самых актуальных в современной биологии.

Интерес к данной группе соединений обусловлен широким спектром их действия на растения, возможностью направленно регулировать отдельные этапы роста и развития с целью мобилизации потенциальных возможностей растительного организма, а следовательно, для повышения урожайности и качества сельскохозяйственной продукции.

Большой набор химических препаратов (ретардантов, гербицидов, стимуляторов роста и др.), применяемых в сельском хозяйстве или находящихся на испытании, требует тщательного изучения особенностей их действия на растения в зависимости от генотипа и факторов внешней среды.

Как показали многие исследования, эффективность различных химических препаратов в значительной мере определяется восприимчивостью не только отдельных видов, но и сортов культурных растений [113, 114, 115].

Адаптация растений к действию различных регуляторов роста связана с многообразными изменениями ряда физиологических процессов – дыхания, фотосинтеза, нуклеиново-белкового обмена и др.

За последнее десятилетие в Институте биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины в сотрудничестве с рядом других учреждений созданы регуляторы роста широкого спектра действия, специфически влияющие на разные сельскохозяйственные культуры [116].

По вопросу о возможности применения регуляторов роста на льне-долгунце имеется крайне мало работ.

Так, в опытах С. М. Маштакова и А. П. Волынца [117] указывается, что гиббереллиновая кислота, применяемая на посевах льна, значительно или полностью снимает токсическое действие гербицидов. По сообщениям Л. В. Гавриловой [118] трехкратная обработка растений льна-долгунца раствором гиббе-

реллина усиливала темпы роста растений, что повлияло на прирост растений в длину. Ф. М.Редя [119] указывал, что гиббереллин способствовал лучшему формированию семян, повышал их массу на 10 – 16% по сравнению с контролем, увеличивал выход масла.

Под влиянием гиббереллина наблюдалось увеличение количества элементарных волокон. Н. Г. Городний, И. Г. Вывалько [120] отмечали, что под воздействием гиббереллина увеличивалась техническая длина стеблей, повышалось содержание волокна в стеблях на 1,5 – 2,3%, урожайность льносолумы – на 3,1 – 5,8, семян – на 0,4 – 0,7 ц/га.

В опытах Ф. М. Редя [121] под влиянием гиббереллина быстрее и дружнее появлялись всходы льна, на 17 – 20% повышалась урожайность общей сухой массы стеблей и семян. Наблюдалось повышение прочности волокна, содержания жира и белка в семенах льна [122].

В опытах Н. А. Дроздова [123] обработка семян льна-долгунца 0,004-процентным раствором янтарной кислоты обеспечила по сравнению с контролем прибавку урожайности льносолумы и семян на 10 – 30%, увеличение технической длины стеблей (на 3 – 5 см), массы 1000 семян и числа коробочек на одно растение. При широком производственном испытании этого способа были получены прибавки льносолумы на 21,5%, семян – на 19,5%, что позволило автору рекомендовать янтарную кислоту для широкого испытания и внедрения в производство.

А. И. Быстров [124] отмечал, что под влиянием янтарной и никотиновой кислот повышались полевая всхожесть, урожайность льносолумы на 3 – 10%, семян – на 0,8 – 12,4%, волокна – на 0,2 – 2,3 ц/га.

А. Д. Рогаш, И. И. Карпунина [125], обработав семена льна 0,01 – 0,005% растворами биостимуляторов - бластелин (натриевая соль 1,5-дифенил-3-(п-сульфофенилтио)-формаза) и бетабласт (динатриевая соль 1,5-ди-(п-сульфонил)-3-0(п-нитрофенил)-карбогидразида, получили ускорение всхожести на 1 – 2 дня, повышение урожайности льносолумы на 6 – 9%, семян – на 8 – 17, волокна – на 13 – 26, в том числе длинного – на 5 – 26%.

Стимуляторы усиливали поступление воды в семена, увеличивали длину и массу проростков, ускоряли появление всходов, повышали густоту стеблестоя. Получены положительные результаты при обработке ими вегетирующих растений. Однако, ввиду того, что изучение этих стимуляторов роста не имело системного характера, они не проходили широкой производственной проверки и не были рекомендованы к внедрению в производство, не нашли применения в льноводстве.

Одним из физиологически активных веществ является натриевая соль гуминовых кислот, внимание на которые, как указывает Л. А. Христева и В. А. Реутов [125], было обращено уже давно. Так, еще более чем полстолетия назад профессором научно-исследовательского института удобрений и инсектофунгицидов (НИИУИФ) С. С. Драгуновым было предложено использовать гуминовые кислоты в сельскохозяйственном производстве. Они обладают высокой биологической стойкостью, накапливаются в больших количествах в почве, особенно в торфах, бурых углях, и могут быть выделены из них растворами щелочей. Соли гуминовых кислот с одновалентными катионами (гуматы натрия, калия, аммония), будучи растворимыми в воде и находясь в ионодисперсном состоянии обладают физиологически активными свойствами. Они в малых дозах стимулируют рост и развитие растений, а также повышают сопротивляемость их неблагоприятным условиям среды.

Под влиянием гумата натрия активизируется обмен веществ, усиливаются дыхание, синтетические процессы и поступление минеральных солей из внешней среды. Он усиливает прежде всего рост корневой системы и надземной массы растений, существенно влияет на образование хлорофилла в листьях и на фотосинтез.

Кроме того, растворимые формы гуминовых кислот стимулируют жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, что способствует улучшению минерального питания растений.

Все это в итоге приводит к усилению роста и развития, повышению урожайности, ускорению созревания и улучшению качества продукции [126].

Высокое положительное влияние гумата натрия на лён отмечают в своих исследованиях М. И. Андрушкив, Б. А. Костюк и др. [127].

Применение гумата натрия при обработке семян (3 кг/т) и опрыскивание посевов льна в дозе 100 г/га на фоне ЖКУ N40P135 + K135 повышало урожайность семян на 1,4 – 1,9 ц/га (41,2 – 55,9%) и льносоломы – на 21,1 – 21,9 ц/га (57,6 – 59,8%) по сравнению с контролем.

В последние годы большое внимание уделяется регуляторам роста, близким к природным соединениям или синтетическим веществам, быстро метаболизирующимся в растительной клетке.

К этим соединениям относятся эпибрассинолид, эмистим С, агростимулин. Действие их на рост и развитие, формирование урожайности и качества льнопродукции, особенно в зависимости от генетических особенностей культуры, изучено слабо.

4.1 Фенологические наблюдения льна масличного в зависимости от применения регуляторов роста

В опыте с применением регуляторов роста в условиях 2012 года прохождение фаз развития льна масличного на контрольном варианте аналогично тем, которые были отмечены на опыте №1.

Применение регуляторов роста в фазу цветения внесло свои коррективы (таблица 16).

Так, при прочих равных условиях, на варианте льна масличного с Проспер плюс и Цирконом созревание проходило на 1 день быстрее, в результате межфазный период «ранняя желтая спелость – желтая спелость» составил 6 дней, а на контроле – 7 дней. Вегетационный период составил 67 дней.

В условиях 2013 г. полные всходы льна масличного отмечены через 10 дней после посева. Период созревания льна масличного на всех вариантах составил 36 дней.

Осадки во время созревания затянули этот процесс, поэтому влияния регуляторов роста на быстроту созревания не обнаружено. Vegetационный период льна масличного составил 94 дня.

Таблица 16 – Продолжительность межфазных периодов развития льна масличного в зависимости от применения регуляторов роста, суток, 2012-2014 гг.

Варианты	Посев – Всходы	Всходы – Елочка	Елочка – Бутонизация	Бутонизация – Цветение	Цветение – Зеленая спелость	Зеленая спелость – Ранняя желтая	Ранняя желтая спелость – Желтая	Vegetационный период, суток
2012 г.								
Контроль	7	22	12	8	6	6	7	68
Проспер плюс	7	22	12	8	6	6	6	67
Циркон	7	22	12	8	6	6	6	67
2013 г.								
Контроль	10	3	20	11	14	18	18	94
Проспер плюс	10	3	20	11	14	18	18	94
Циркон	10	3	20	11	14	18	18	94
2014 г.								
Контроль	10	6	9	12	7	17	15	76
Проспер плюс	10	6	9	9	7	17	15	73
Циркон	10	6	10	9	7	17	14	73

В условиях 2014 г. полные всходы льна масличного отмечены через 10 дней после посева. Период созревания льна масличного на изучаемых вариантах составил 31-32 дня, на варианте с Цирконом данный период сократился на 1 день. В целом, вегетационный период льна масличного составил на контроле 76 дней, на обработанных вариантах – 73 дня.

Суммируя результаты фенологических наблюдений, за ходом вегетации льна масличного в 2012-2014 гг., следует отметить, что продолжительность фаз роста и развития и межфазных периодов существенно изменялась в зависимости от метеорологических условий холодного и вегетационного периода и изучаемых вариантов. В 2013 году, который отличался хорошей влагообеспеченностью посевов (205,8-212,2 мм за вегетацию), отмечена наибольшая длина ве-

гетационного периода на всех вариантах, по сравнению с сухим 2012 годом. Кроме того, в связи с высокой влагообеспеченностью посевов, нормы высева не оказали существенного влияния на продолжительность вегетационного периода. Применение регуляторов роста Проспер плюс и Циркон благоприятно подействовало на рост и развитие растений льна масличного.

4.2 Урожай маслосемян, структура урожая

Применение регуляторов роста в среднем за 2012-2014 гг. повлияло на структуру урожая масличных культур следующим образом.

На всех культурах увеличилась по сравнению с контролем густота стояния растений.

Так, количество растений к уборке (шт./м²) у льна масличного, обработанного регуляторами роста составило 367,4 и 371,8 шт./м², что на 62,0 и 66,4 шт. больше контроля.

В среднем за 2012-2014 гг. у льна масличного на варианте с Проспер плюс высота растений составила 56,0 см, число коробочек – 45,6 шт., число семян в одной коробочке – 7,2 шт., масса 100 семян – 6,6 г.

На варианте с Цирконом отмечены высота растений – 56,2 см, число коробочек на одном растении – 36,9 шт., число семян в одной коробочке – 8,2 шт. и масса 1000 семян – 6,4 г (таблица 17).

Таблица 17 – Элементы структуры урожая льна масличного в зависимости от применения регуляторов роста, 2012-2014 гг.

Варианты	Количество растений, шт./м ²	Высота растений, см	Число коробочек на одном растении, шт.	Число семян в одной коробочке, шт.	Масса 1000 семян, г
Контроль	305,4	51,2	40,1	7,3	6,7
Проспер плюс	367,4	56,0	45,6	7,2	6,6
Циркон	371,8	56,2	36,9	8,2	6,4

Исходя из этого, урожайность семян льна масличного по итогам 2012-2014 гг. по вариантам составила: контроль (без обработки) – 11,1 ц/га, обработ-

ка Проспер плюс дала урожайность 13,1 ц/га и наибольшую урожайность показал вариант с Цирконом – 13,5 ц/га (таблица 18).

Таблица 18 – Урожайность льна масличного в зависимости от применения регуляторов роста, ц/га, 2012-2014 гг.

Варианты	Урожайность по годам, ц/га			Средняя, ц/га
	2012	2013	2014	
Контроль	4,9	12,1	16,2	11,1
Проспер плюс	8,2	13,7	17,4	13,1
Циркон	8,7	14,1	17,7	13,5
НСР ₀₅	1,2	1,2	1,0	

4.3 Оценка качества масла

Под масличностью семян понимают содержание в них сырого жира и сопровождающих его жироподобных веществ, переходящих вместе с жиром в эфирную вытяжку из исследуемых семян.

Стандартом предусмотрено два метода определения масличности: экстракционный и рефрактометрический..

Масличность семян льна в 2012-2014 гг. в нашем опыте составила 40,3% (Проспер плюс) и 40,3% (Циркон), на контроле 40,4%.

С учетом урожайности маслосемян наибольший выход масла с 1 га получен на варианте с применением Циркона – 5,5 ц/га, Проспер плюс – 5,3 ц/га, что на 0,8-1,0 ц/га больше по сравнению с контролем (таблица 19).

Таблица 19 – Масличность льна и выход масла с 1 га в зависимости от применения регуляторов роста, 2012-2014 гг.

Варианты	Урожайность, ц/га	Масличность, %	Выход масла с 1 га, ц
Контроль	11,1	40,4	4,5
Проспер плюс	13,1	40,3	5,3
Циркон	13,5	40,3	5,5

5. Изучение сортообразцов льна масличного

Селекционное дело – трудоемкая и экономически сложная область человеческой деятельности. В процессе селекции материал оценивают по его хозяйственным и биологическим свойствам, являющимся объектом селекции[1]. Создание линий с высокой экспрессией селективируемого признака и улучшенных по продуктивности, позволяет решать проблему создания исходного материала по конкретным направлениям. При этом следует учитывать роль типичности селекционного фона, т.е. соответствие условий отбора средовым и агротехническим условиям, в которых в дальнейшем будет выращиваться сорт. Сорты льна чаще всего создают методом индивидуального отбора, как потомство одного растения. [128].

Селекционная работа по льну масличному в Костанайском научно-исследовательском институте начата в 1994 г. Коллекционный исходный материал был получен из Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции, где до 1987 г. проводилась селекционная работа по льну масличному.

В начале было проведено изучение и тестирование образцов из генофонда коллекции Карабалыкской СХОС. Затем были сформированы питомники, и была начата селекционная работа по полной схеме.

Селекционная работа по льну масличному ведется на повышение продуктивности, высокое содержание масла в семенах, крупносемянность, придание устойчивости к полеганию, болезням и вредителям, а также созданию сортов с коротким вегетационным периодом.

В результате проведенной селекционной работы получен разнообразный перспективный селекционный материал. Выделены сортообразцы с ценными хозяйственными признаками, стабильно, в течение ряда лет превышающие стандарт по продуктивности и масличности [129, 130]

Анализируя метеоданные 2012-2014 гг. можно сделать вывод, что погодные условия значительно влияют на продолжительность вегетационного периода. Таким образом, в 2012, 2013 гг. за дефицита влаги, а также высоких температур, растения льна масличного проходили фенологические фазы с

ускорением. Вследствие этого вегетационный период очень сократился. В благоприятном по влагообеспеченности 2014 г, растения льна масличного полноценно проходили все фенологические фазы, и вегетационный период увеличился на 11-12 суток (таблица 20).

Таблица 20 – Основные хозяйственные признаки, выделившихся сортообразцов льна масличного, 2012 – 2014 гг.

Номера по каталогу	Вегетационный период (сут.)				Масличность (%)				Урожайность (ц/га)			
	Год				год				год			
	2012	2013	2014	Сред.	2012	2013	2014	Сред.	2012	2013	2014	Сред.
К 1529	82	75	93	83	38,4	41,7	41,4	40,5	11,7	13,3	0,90	8,6
81	80	78	-	79	37,7	40,2	-	38,9	9,5	10,4	-	9,9
116	82	72	94	82	38,9	39,6	42,1	40,2	8,9	13,1	21,8	14,6
К 1556	81	77	94	84	39,5	41,5	41,5	40,8	11,9	12,5	24,7	16,3
45	80	77	-	79	40,1	40,5	-	40,3	8,9	10,2	-	9,5
716	80	76	94	83	37,9	40,6	41,0	39,8	8,8	9,5	0,80	6,3
371	82	75	94	83	39,8	40,5	40,9	40,4	9,6	10,0	17,2	12,2
С 704 (5)	76	73	94	81	39,7	41,7	42,7	41,3	10,4	15,6	20,3	15,4
120	73	75	94	80	40,1	41,1	41,8	41,0	9,8	14,2	17,0	13,6
С 101	71	70	93	78	41,3	40,8	41,6	41,2	10,1	13,4	12,7	12,0
1143	72	71	94	79	40,3	42,1	41,4	41,2	9,1	13,2	18,4	13,5
447	-	-	94	94	-	-	41,7	41,7	-	-	16,3	16,3
Д-14	-	-	94	94	-	-	41,3	41,3	-	-	22,3	22,3
757	-	-	94	94	-	-	42,2	42,2	-	-	29,5	29,5
С 1107(2)	-	-	94	94	-	-	41,9	41,9	-	-	13,7	13,7
425a	-	-	94	94	-	-	42,8	42,8	-	-	17,8	17,8
St	78	77	94	83	39,6	40,6	40,8	40,3	6,5	13,1	23,5	14,3
НСР ₀₅												2,1

В конкурсном сортоиспытании в 2012-2014 гг. прошло изучение 48 сортообразцов.

В 2013 г. скороспелым сортообразцом оказался С101, период его вегетации составил 70 суток, что на 7 суток короче, чем у сорта-стандарта (77 суток). Наиболее продолжительный вегетационный период имели сорта К1556,45 – 77 суток, 81 – 78 суток.

В условиях 2012 г. вегетационный период растений варьировал в пределах 76-82 суток. На уровне стандарта (78 суток) скороспелыми сортообразцами были С704(5), 120, С101, 1143. Наименее скороспелыми явились сортообразцы – К1529, 116, 371, 45, 716, 81, К1556.

В благоприятном 2014 г. наиболее скороспелыми явились сорта К1529 и С101 (93 суток), вызрели на 1 сутки раньше стандарта (94 суток).

В конкурсном сортоиспытании в 2012 г. сорта 716,1143, 120, 45, 116 (8,8 - 9,5ц/га) превысили по урожайности сорт стандарт (6,5 ц/га) – на 2,3 - 3,3 ц/га, наиболее урожайными были сортообразцы – К1529, К1556, С101, С704(5), их урожайность составила 10,1-11,7 ц/га

По масличности выделились сортообразцы 45,120 – 40,1%, С101 – 41,3%, 1143 – 40,3%, превысили сорт-стандарт 0,5-1,7%

В условиях 2013 г. наиболее урожайными сортообразцами оказались К1529, 116, С704(5), 120, С101, 1143, урожайность варьировала в пределах 13,2 – 16,6 ц/га, что превысили стандарт на 0,1-2,5 ц/га

По масличности лучшими оказались К1529 – 41,7%, 1143 – 42,1%, С704(5) – 41,7%, 120 – 41,1%, С101 – 40,8%, К1556 – 41,5%.

В 2014 г. сорта К1556 и 757 были наиболее урожайными, их урожайность составила 24,7 и 29,5 ц/га соответственно. Высокая масличность отмечается у всех сортообразцов льна масличного по сравнению с сортом-стандартом. Она варьирует в пределах 40,9- 42,8%, тогда как у стандарта она составляет 40,8%.

В условиях 2012 г. такой показатель, как высота растений составил от 45 до 53 см. Наиболее высокорослыми оказались сортообразцы К1529 – 53 см, 116, К1556 – 52 см. Такие сортообразцы, как 81 и 716 имели высоту растений такую же, как и у сорта-стандарта – 45 см. У сортообразцов 120, С101 высота растений составила 47 см, что на 2 см. выше, чем у стандарта.

Наиболее высокорослыми среди изучаемых сортообразцов в 2013 г. явились сорта К1529 и С704(5). Их высота составила 54 см, выше сорта-стандарта на 7 см. Высота растений у сортообразцов 116 составила 52 см, С101, 45 – 49 см, 81, 120 – 48 см. Самой меньшей высотой растений обладают сортообразцы 1143 – 45 см, 371 – 46 см.

В 2014 г. были сформированы самые высокорослые растения льна масличного. Таким образом, наибольшая высота растений отмечена у сортообразцов К1556 и 371. Данный показатель составил 58 и 63 см. Наиболее низкорослыми считаются сорта 447, 757 – 55 см и 116 – 52 см.

В 2012 г. наибольшее число коробочек на одном растении было отмечено у сортообразцов С 704 (5) – 37 шт., 81 – 31 шт., С 101 – 30 шт. У сорта-стандарта этот показатель составил 14 шт. Самое меньшее количество коробочек на одном растении составило у сорта-стандарта – 14 шт.

С наиболее высокой озерненностью были отмечены сортообразцы К 1556 – 9 шт. зерен, у сортов 81, 120, 1143 имеется 8 шт в одной коробочке. У стандарта этот показатель составил 6 шт. (таблица 21).

В условиях 2013 г. по крупносемянности были выделены следующие сортообразцы 116– 7,2 г., 45, С 101 – 7,1 г. К 1556 -7,0 г., что на 0,3 – 0,5 г больше сорта-стандарта. Самая меньшая масса 1000 семян была отмечена у сортов 1143, С 704 (5), 6,3-6,4 г.

В 2014 г. сортами льна масличного было сформировано в среднем, 38-86 коробочек на одном растении. Наибольшее число коробочек было отмечено у сортообразцов 757 – 86 шт., К 1556 – 67 шт. У сорта-стандарта число коробочек на одном растении составило 65 шт. По такому показателю, как озерненность на уровне с сортом-стандартом зафиксированы следующие сорта: 116, 371, 1143, 757. Наибольшая масса 1000 семян наблюдается у сортообразцов 716 – 7,3 г., 1143 – 7,4 г., Д-14 – 7,2 г., С1107(2) – 7,2 г. на 0,1-0,3 г выше сорта-контроля.

Таблица 21 – Элементы структуры урожая, выделившихся сортообразцов льна масличного, 2012-2014 гг.

Номера по каталогу	Высота растения (см)				Число коробочек на одном растении (шт.)				Среднее число семян в одной коробочке (шт.)				Масса 1000 семян (г)			
	год				год				год				год			
	2012	2013	2014	Сред.	2012	2013	2014	Сред.	2012	2013	2014	Сред.	2012	2013	2014	Сред.
К 1529	53	54	47	51	22	25	38	28	7	8	7	7	6,5	6,7	6,6	6,6
81	45	48	-	46	31	28	-	29	8	9	-	9	6,8	6,9	-	6,9
116	52	52	52	52	19	24	56	33	7	7	8	7	7,0	7,2	6,8	7,0
К 1556	52	48	58	52	24	31	67	40	9	8	7	8	6,5	7,0	6,9	6,8
45	47	49	-	48	20	22	-	21	7	6	-	7	6,5	7,1	-	6,8
716	45	47	50	47	27	25	46	32	6	7	7	7	6,7	6,9	7,3	7,0
371	47	46	63	52	22	34	56	37	7	7	8	7	7,0	7,0	6,9	7,0
С 704 (5)	49	54	57	53	37	51	64	50	7	10	7	8	6,6	6,4	3,3	5,4
120	47	48	50	48	27	34	61	40	8	10	6	8	6,5	6,7	7,0	6,7
С 101	47	49	56	50	30	42	63	45	6	8	6	7	6,4	7,1	7,0	6,8
1143	48	45	50	48	28	35	45	36	8	9	8	8	6,3	6,5	7,4	6,7
447	-	-	55	55	-	-	53	53	-	-	7	7	-	-	6,7	6,7
Д-14	-	-	56	56	-	-	65	65	-	-	9	9	-	-	7,2	7,2
757	-	-	55	55	-	-	86	86	-	-	8	8	-	-	7,1	7,1
С 1107(2)	-	-	54	54	-	-	48	48	-	-	7	7	-	-	7,2	7,2
425a	-	-	57	57	-	-	65	65	-	-	7	7	-	-	6,8	6,8
St	45	47	57	50	14	34	65	38	6	9	8	8	6,0	6,7	7,1	6,6

За годы исследования, проводимые в 2012-2014 гг. в Костанайском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (Республика Казахстан), в среднем более скороспелыми сортообразцами льна масличного явились – 81-79сут; 45-79сут; С 101-78сут; 1143-79сут. Наиболее высокорослыми отмечаются сортообразцы 425а – 57 см, 757,447 – 55 см, Д-14 – 56 см. Высокие показатели по структуре урожая наблюдаются у сортообразцов С704(5) (число коробочек на одном растении – 50 шт., число семян в коробочке – 8 шт., масса 1000

семян – 5,4 г) и Д-14 (число коробочек на одном растении – 65 шт., число семян в коробочке – 9 шт., масса 1000 семян – 7,2 г). Наибольшая продуктивность, выше сорт-стандарта, отмечается у сортообразцов льна масличного к-1556 (урожайность – 16,3ц/га, масличность – 40,8%), С 704 (5) (урожайность – 15,4 ц/га, масличность – 41,3%), 116 (урожайность – 14,6ц/га, масличность – 40,2%).

6 Экономическая и энергетическая оценка изучаемых агроприемов

6.1 Экономическая эффективность возделывания льна масличного

Лен масличный является экономически выгодной культурой поскольку имеется стабильно высокий спрос на его сырье в мире. Сравнительные показатели по их производству, полученные в Костанайском НИИ СХ, подтверждают высокую экономическую эффективность возделывания этой культуры.

Так, испытание сроков сева и норм высева льна масличного показало, что при возделывании на маслосемена в среднем за 2012-2014 гг. лучшие результаты были на следующих вариантах: на первом сроке с нормой высева 7,0 млн. всх. семян/га уровень рентабельности составил 190%, на втором сроке с нормой высева 7,0 млн. всх. семян/га – 207%, на третьем сроке с такой же нормой высева – 210%. Чистый доход на этих вариантах составил 44854, 45515 и 47087 тнг./га соответственно. Это объясняется наиболее высокой урожайностью на этих вариантах по сравнению с остальными (таблица 22).

Таблица 22 – Экономическая эффективность различных сроков сева и норм высева льна масличного, 2012-2014 гг.

Срок посева	Нормы высева, млн. всх. се-	Урожайность, ц/га	Затраты труда на 1 га, ч/час	Затраты на 1 га, тнг.	Себестоимость 1 ц, тнг.	Стоимость валовой продукции с 1 га, тнг.	Чистый доход, тнг.	Рентабельность, %
2 декада мая	6,5	11,4	3,0	21874	10743	59525	37651	157
	7,0	12,8	3,0	22121	10203	66975	44854	190
	7,5	10,0	2,9	21778	12489	52300	30522	125
3 декада мая	6,5	9,3	2,9	21607	13206	48775	27169	113
	7,0	13,1	3,0	21985	11468	67500	45515	207
	7,5	11,7	3,0	21963	10747	61425	39463	158
1 декада июня	6,5	11,4	2,9	21798	11133	59500	37702	159
	7,0	13,0	3,0	21738	10409	68825	47087	210
	7,5	12,3	3,0	22332	10111	66375	44043	177

Опыт с применением регуляторов роста в среднем за 2012-2014 гг. обнаружил следующие экономические показатели: высокий уровень рентабельности отмечен на вариантах с внесением Проспер плюс, который составил на льне

масличном – 193%. Но наибольшую экономическую эффективность продемонстрировали варианты с применением Циркона – 205% (таблица 23).

Таблица 23 – Экономическая эффективность возделывания льна масличного в зависимости от применения регуляторов роста, 2012-2014 гг.

Варианты	Урожайность, ц/га	Заграты труда на 1 га, ч/час	Заграты на 1 га, тнГ.	Себестоимость 1 ц, тнГ.	Стоимость валовой продукции с 1 га, тнГ.	Чистый доход, тнГ.	Рентабельность, %
Контроль	11,1	2,9	21804	12300	54025	32221	137
Проспер плюс	13,1	3,0	23095	10891	69125	46031	193
Циркон	13,5	3,0	23161	10855	71925	48764	205

Как видно, из анализа таблиц экономической эффективности, возделывание льна масличного является весьма прибыльным при условии соблюдения всех элементов технологии их возделывания, своевременной защите растений, выполнения мероприятий по накоплению влаги и растительных остатков. В наших опытах в первую трехлетку (2012-2014 гг.) нами осуществляется переходный период на берегающее земледелие – накопление растительных остатков, применение с.-х. техники для берегающего земледелия и т.д.

6.2 Агроэнергетическая оценка эффективности возделывания льна масличного

Наряду с традиционным методом экономической оценки, наиболее объективную информацию позволяет получить биоэнергетический метод. Этот метод получил широкое признание в мире как универсальный способ оценки потоков антропогенной энергии в агроэкосистемах, позволяющий все разнообразие живого и овеществленного труда выразить в показателях в соответствии с системой СИ в мегаджоулях (МДж).

В совокупность затрат энергии входили затраты на топливо, трудовые и технические затраты. Энергетическая оценка продукции давалась на основании ее энергетической ценности и урожайности культуры.

При возделывании льна масличного в зависимости от изучаемых сроков

сева и норм высева наибольшие затраты совокупной энергии использованы на урожайных вариантах – для уборки дополнительной прибавки урожая (таблица 24).

Таблица 24 – Биоэнергетическая оценка (МДж) льна масличного в зависимости от сроков посева и норм высева, среднее за 2012-2014 г.г.

Срок посева	Нормы высева, млн. всх. семян/га	Затраты на топливо	Трудовые затраты	Технические затраты	Затраты совокупной энергии	Энергия, накопленная урожаем	Коэффициент энергетической эффективности	Приращено энергии
2 декада мая	6,5	290,9	866,1	2233,0	3390,0	13455,0	4,0	10065,0
	7,0	290,9	874,7	2235,2	3400,8	15111,0	4,4	11710,2
	7,5	290,9	874,7	2234,8	3401,9	14697,0	4,3	11295,1
	среднее	290,9	871,8	2268,1	3397,3	14421	4,2	10023,4
3 декада мая	6,5	290,9	906,9	2233,0	3430,8	20286,0	5,9	16855,2
	7,0	290,9	895,9	2235,2	3421,9	18423,0	5,4	15001,1
	7,5	290,9	885,9	2236,3	3413,1	16974,0	5,0	13560,9
	среднее	290,9	896,2	2234,8	3421,9	18561	5,4	15139
1 декада июня	6,5	290,9	881,7	2233,0	3405,6	16146,0	4,7	12740,4
	7,0	290,9	891,5	2235,2	3417,6	17802,0	5,2	14384,4
	7,5	290,9	874,7	2236,3	3401,9	15111,0	4,4	11709,1
	среднее	290,9	882,6	2234,8	3408,3	16353	4,7	12944,6

Так, высокий коэффициент энергетической эффективности получен на вариантах: второй и третий сроки сева нормой высева 7,0 млн. всх. семян/га – 5,4 и 5,2 соответственно. Максимальный коэффициент энергетической эффективности получен на втором сроке сева нормой высева 6,5 млн. всх. семян/га – 5,9. На этом варианте также отмечено самое большое количество энергии, накопленной урожаем – 20286,0 МДж, и соответственно был наибольший прирост энергии – 16855,2 МДж.

Заключение

На основе проведенных исследований, можно сделать следующие заключение:

1. В условиях Северного Казахстана целесообразно выращивать лен масличный при соблюдении технологических параметров и приёмов возделывания.

2. Сорты льна масличного хорошо адаптируются в зоне и формируют урожай семян до 13,1 ц/га с содержанием масла 41,2%. Корректируя элементы технологии с учетом метеорологических условий вегетационного периода можно создавать условия для более полной реализации потенциальной продуктивности этой культуры.

3. Оптимальный срок посева льна масличного - третья декада мая. Растения, посеянные в этот срок, успевают за вегетационный период 76-77 дней созреть, не попадая под осенние заморозки. В этот срок формируется максимальная площадь листьев и лучший фотосинтетический потенциал при норме высева 7,0 млн. всх. сем./га достигает величины 770,7 тыс. м²/га*дн.

4. На вариантах с нормой высева 7,0 млн. всх. сем./га чистая продуктивность фотосинтеза оказалась на 3,5-6,45 % выше, по сравнению с вариантами при нормах высева 6,5 млн и 7,5 млн всх. сем./га. Посевы во втором сроке отличались повышенной ЧПФ на 3,4-12,9%, по сравнению с третьим сроком, и на 32% относительно первого срока.

5. Урожай семян льна масличного в 2012-2014 гг. по срокам оказалась практически одинаковой: 1 срок (2 декада мая) – 10,0-12,8 ц/га, 2 срок (3 декада мая) – 9,3-13,1 ц/га, 3 срок (1 декада июня) – 11,4-13,0 ц/га. Лучшую стабильность по годам обеспечивает посев во второй декаде мая.

6. При возделывании льна масличного с применением регуляторов роста в 2012-2014 гг. урожайность семян льна масличного по вариантам составила: контроль (без обработки) – 11,1 ц/га, обработка Проспер плюс дала урожайность 13,1 ц/га и наибольшую урожайность показал вариант с Цирконом – 13,5.

7. За годы исследования, проводимые в 2012-2014 гг., в среднем более скороспелыми сортообразцами льна масличного явились – сортообразец 81-

79сут; сортообразец 45 -79сут; сортообразец 101-78сут; сортообразец 1143-79сут. Наибольшая продуктивность, выше сорт-стандарта, отмечается у сортообразцов льна масличного к-1556 (урожайность – 16,3ц/га, масличность – 40,8%), сортообразец 704 (5) (урожайность – 15,4 ц/га, масличность – 41,3%), сортообразец 116 (урожайность – 14,6ц/га, масличность – 40,2%).

8. Возделывание льна масличного является экономически выгодным. За 2012-2014 гг. лучшие результаты были на следующих вариантах: на первом сроке с нормой высева 7,0 млн. всх. семян/га уровень рентабельности составил 190%, на втором сроке с нормой высева 7,0 млн. всх. семян/га – 207%, на третьем сроке с такой же нормой высева – 210%. Чистый доход на этих вариантах составил 44854, 45515 и 47087 тнг./га соответственно. Это объясняется наиболее высокой урожайностью на этих вариантах по сравнению с остальными.

Предложения производству

1. Лен масличный в условиях Северного Казахстана высевать во второй декаде мая с нормой высева 7,0 млн.всх.семян/га.
2. Для повышения урожайности и масличности семян льна масличного рекомендуются применять регулятор роста растений Циркон с обработкой перед посевом, в фазе елочки и в фазу «бутонизация-цветение».

Список использованных источников

1. Тулькубаева, С.А. Сравнительное изучение сортов льна масличного в Костанайском НИИ сельского хозяйства // С.А. Тулькубаева, В.И. Слабуш, А.Б. Абуова / VI международная конференция молодых ученых и специалистов, ВНИИМК, 2011 г. С.331-335.
2. Илялетдинов, Ш.Н. Масличные культуры // Ш.Н. Илялетдинов – А-Ата: Кайнар, 1976. – 96 с.
3. Жумабекова, А.М. Болезни льна масличного и меры борьбы с ними //А.М. Жумабекова, Г.А. Мукушева / Материалы международной научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-10: «Новые перспективы подготовки конкурентоспособных кадров и роль науки в формировании индустриально-инновационной политики страны», посвященной 120-летию со дня рождения С. Сейфуллина. – 2014. – Т.1., ч.1. – С.61-63.
4. Авдеенко, А.П. Продуктивность сортов *Linum Usitatissimum* в зависимости от нормы высева в условиях Приазовской зоны Ростовской области / /А.П. Авдеенко/ Международный научно-исследовательский журнал - № 8(39)-Сентябрь, Часть 4, Екатеринбург, 2015. С. 9-13.
5. Казахстан: Масличные страдания. Информационное Агентство «Казах Зерно». Источник: <http://www.kazakh-zerno.kz/>
6. Программа по развитию агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013-2020 годы «Агробизнес-2020», г. Астана, 2013 г.
7. Назарбаев, Н.А. Казахстан – 2030. Процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев. Послание Президента страны народу Казахстана. См.: Казахстан–2030. Алматы, 2004. С. 3–37.
<http://fishretail.ru/news/kazahstan-obzor-rinka-maslichnih-299562>
<http://kostanay.asia/biz/news/agroinfo?node=12535>
8. Двуреченский, В.И. Рекомендации по возделыванию льна масличного в Костанайской области// В.И. Двуреченский, А.Б. Нугманов, В.И. Слабуш. В.А. Мельников, И.В. Сидорик И.В. / Заречное, 2011. С. 15.

9. Кочубеев, Н. В. Влияние гербицидов и норм высева на урожайность сортов льна масличного в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области: диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01/Кочубеев Николай Викторович – Волгоград, 2014 – 125 с.

10. Наумчик, Д. А. Основные элементы технологии возделывания льна масличного в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья: диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.09/Наумчик Денис Александрович – Ставрополь, 2004 – 160 с.

11. Куанышкалиев, А. Т. Продуктивность льна масличного в зависимости от нормы высева, сроков посева и уровня минерального питания на чернозёме южном Саратовского Правобережья: диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.09, 06.01.04/Куанышкалиев Александр Тоскалиевич - Саратов, 2006.- 191 с.

12. Кутузова С.Н. Масличные культуры для пищевого использования в России (проблемы селекции, сортимент) // С.Н. Кутузова, В.А. Гаврилова, Л.Г. Щелко, А.Г. Дубовская / Рос. акад. с.-х. наук, Гос. науч. центр Рос. Федерации, Всерос. НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. - Санкт-Петербург : [б. и.], 1998. - 79 с.

13. Вавилов, П.П. Растениеводство // П.П. Вавилов [и др.] / под ред. П.П. Вавилова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.

14. Лукомец В.М. Научное обеспечение масличных культур. – Краснодар, 2006. – 100 с.

15. Рябенко, Л.Г. Создание исходного материала при селекции льна масличного для Северного Кавказа: диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.05 / Рябенко, Лариса Григорьевна – Краснодар, 2010. - 145 с.

16. Кушнир, А.С. Масличные культуры для Заволжья // А.С. Кушнир / Вестник АПК Волгоградской области. – 2008. – №6. – С. 22-24.

17. Никитин, Д.И. Масличные культуры // Д.И. Никитин / ВПК Запорожья, 1996. – 255 с.

18. Поляков, А.В. Состав жирных кислот семян льна // А.В. Поляков, О.Ф. Чикризова, Л.В. Никитина и др. / Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: материалы 3 Международной научно – практической конференции (14–19 мая 2000 г.). – Пенза, 2000. – С. 10-11.
19. Северов, В.И. Технология возделывания льна масличного в Тульской области // В.И. Северов / Тула: Левша, 2000. – 28 с.
20. Масличные культуры для пищевого использования в России. – СПб., 1998. – С. 70-71.
21. Горлов, С.Л., Бочкарева, Э.Б. Масличные культуры // С.Л. Горлов, Э.Б. Бочкарева/Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – Вып. 1 (134) 2006.– С.73-78.
22. Шпаар, Д. Яровые масличные культуры//Д. Шпаар, Л. Адам, Х. Гиннапп, Г. Крацш, М. Лесовой и др/ Минск, 1999. – 288 с.
23. Колотов А.П., Елисеев С.Л. Лен масличный на Среднем Урале // Пермский аграрный вестник №1 (5) 2014. – с.17.
24. Brutch, N., Kutuzova, S. N., Porohovinova, E.A. The exposure of intraspecific diversity of *Linum usitatissimum* as a basis of the development of particular flax genetics and breeding//N. Brutch, S. N. Kutuzova, E.A. Porohovinova/Bast plants in the new millennium /Proceedings of the second global workshop. Bulgaria-2001. P. 94-104.
25. Patricia Almendros, Demetrio Gonzalez, Jose M. Alvarez// Long-term bioavailability effects of synthesized chelates fertilizers on the yield and quality of a flax (*Linum usitatissimum* L.) crop. – 2013-07. – Vol. 368. – P. 251-265.
26. Шамурзаев, Р. И. Научное обоснование повышения продуктивности и качества семян льна масличного в предгорье Кабардино-Балкарской Республики: диссертация кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01/Шамурзаев, Рустам Ильясович – Нальчик, 2011. - 141 с.
27. Гайнуллин Р.М. Лен масличный // Р.М. Гайнуллин, Д.А. Краснова, М.Ш. Тагиров / Казань, 2005. – 86 с.

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

29. «Для тебя, хозяин земли!» Возделывание сельскохозяйственных культур на основе новых технологий// под общ. ред. проф. Двуреченского В.И. / Костанай: Департамент сельского хозяйства и продовольствия Костанайской области, Северо-Западный научно-производственный центр сельского хозяйства, ЦелинНИИМЭСХ, 2003. – 365 с.

30. Ташмухамедов, М.Б. Возделывание льна масличного по нулевой технологии в условиях Костанайской области. // М.Б. Ташмухамедов, В.И. Слабуш, С.А. Тулькубаева / Международная научно-практическая конференция «Современные интеграционные приоритеты науки: от исследований до инноваций», посвященная 50-летию Западно - Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана. – ЗКАТУ, г. Уральск, 30 мая – 1 июня 2013 г.

31. Ташмухамедов, М.Б. Продуктивность растений льна масличного в коллекционном питомнике Костанайского НИИСХ. // М.Б. Ташмухамедов, В.И. Слабуш, С.А. Тулькубаева / Сборник материалов 7-ой Международной конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных культур». – ВНИИМК им. В.С. Пустовойта, г. Краснодар, 19-21 февраля 2013 г. – С.219-223.

32. Зерфус, В.М. Зональная технология возделывания ярового рапса в Западной Сибири // В.М. Зерфус, Н.Н. Маковеева / Масличные культуры – 1985. – №4. – С.22-23.

33. Кожевников, А.Р., Леонтьев, С.И. и др. Семеноводство зерновых культур// А.Р. Кожевников, С.И. Леонтьев / М.: Колос. – 1970. – 222 с.

34. Бойко, О. Урожай и посевные качества льна масличного в зависимости от сроков посева // О.Бойко, Е.А. Гордеева / Материалы Республиканской научно- теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 9: Новый век-

тор развития высшего образования и науки» посвященная дню Первого Президента Республики Казахстан. – 2013. – Т.2, ч.2 – С. 4-6.

35. Артемова, Н.А. К технологии возделывания льна масличного в условиях южной части Нечерноземной зоны Российской Федерации // Н.А. Артемова[и др.]/Актуальные проблемы нанобиотехнологии и инноваций с нетрадиционными природными ресурсами и создания функциональных продуктов: материалы 5-й Российской науч-практич. конф. – М.: РАЕН, 2009. – С.44-50.

36. Виноградов, Д.В. Методические рекомендации по возделыванию льна масличного в Рязанской области // Д.В. Виноградов, Н.А. Артемова / Рязань: РГАТУ, 2010. – 26с.

37. Беляк, В.Б. Сравнительная характеристика масличных культур и некоторые аспекты возделывания льна в Пензенской области//В.Б. Беляк, Е.Ф. Семенова, В.Н. Бражников / Вопросы интенсивности сельскохозяйственного производства в исследованиях ПензНИИСХ: сб. науч. тр. ПензНИИСХ. – Пенза, 1999. –311 с.

38. Горлов, С.Л. Рекомендации по возделыванию льна масличного в Южном Федеральном округе // С.Л. Горлов и др. / Ставрополь, 2010. – 31 с.

39. Орынбаев А. Т. Сроки посева льна масличного при нулевой технологии возделывания на южных карбонатных черноземах Северного Казахстана // А.Т. Орынбаев, А.Е. Сасыков / Молодой ученый. – 2015. – № 6.3. – С. 47-50.

40. Тюрин, А.С. Некоторые вопросы биологии и агротехники возделывания льна масличного в степной и переходной зоне Куйбышевской области / Автореферат дисс. канд.с.х.н. – Саратов, 1969. - С.15-19.

41. Бакенова, Ж.Б. Влияние систем удобрений на агрохимические свойства орошаемой лугово-каштановой почвы и продуктивность льна масличного в плодосменном севообороте: диссертация доктора сельскохозяйственных наук: 6D080800/Бакенова, Женисгуль Биржановна – Алматы, 2012. - 137 с.

42. Сагалбеков, У.М. Технология возделывания льна масличного в Северном Казахстане // У.М. Сагалбеков, В.А. Винокуров/Кокшетау, 2000. -

С. 45-49.

43. Стегний, В.Н. RAPD-анализ разнопродуктивных сортов и гибридов льна культурного (*Linum usitatissimum* L.) // В.Н. Стегний, Ю.В. Чудинова, Е.А. Салина/Генетика, Т.36. – 2000, №10. – С.71-75.

44. Краснова, Д.А. Селекционная ценность образцов льна масличного в условиях лесостепи Среднего Поволжья: диссертация кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.05. Краснова Диана Анатольевна - Казань, 2010. - 150 с.

45. Лутова, Л.А. Генетика развития растений //Л.А. Лутова, Н.А. Проворов, О.Н. Тиходеев и др./ СПб.: Наука, 2000. – С.9.

46. Кострюбин В.М. Изучение физиологических и биохимических особенностей льна-долгунца //В.М. Кострюбин, Г.А. Пчелкина / Тр. Всеросс. инст. льна. – Торжок: Старицкая тип. 1995. – С.5-8.

47. Гаврилова, В.А. Генетические и селекционные аспекты, определяющие качество семян, масла и шрота льна, подсолнечника, рапса и рыжика // В.А. Гаврилова, Н.Б. Брач, А.Г. Дубовская, Н.Г. Конькова, Е.А. Пороховинова /Масложировая индустрия – 2005: факторы, определяющие качество масложировых продуктов. Материалы докладов 5-й международной конференции 19-20 октября 2005 года. – СПб., 2005. – С.20-22.

48. Дмитриева, Т.Ф. Разработка способов посева льна масличного №166 в сочетании с различными нормами высева /Т.Ф. Дмитриева, Н.И. Калинин // Масличные культуры. Результаты работ за 1939 г. – Краснодар, 1940. – С. 83-84.

49. Гайнуллин Р.М. Лен масличный (биологические особенности, возделывание, использование) // Р.М. Гайнуллин, Д.А. Краснова, М.Ш. Тагиров/Казань: Центр инновационных технологий, 2005. – 80с.

50. 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: сб. науч. тр. / Омский СХИ. – Омск, 1973. – С. 106-108.

51. Игнатъев, Б.К. Лён масличный как покровная культура // Б.К. Игнатъев / Масличные культуры. Результаты работ за 1939 г. – Краснодар, 1940. – С. 21-23.
52. Кушнир, А.С. Масличные культуры для Заволжья // А.С. Кушнир / Вестник АПК Волгоградской области. – 2008. – №6. – С. 22-24.
53. Лошкомойников, И.А. Рекомендации по возделыванию льна масличного в Омской области // И.А. Лошкомойников, В.В. Крюкова, А.Н. Пузиков и др. – Исилькуль, 2000. – 10 с.
54. Крепков А.П. Селекция льна-долгунца в Сибири // А.П. Крепков / Томск: Изд-во Том.ун-та, 2000. – 132 с.
55. Нечипоренко, В.Н. Возделывание льна масличного в развитых капиталистических странах // В.Н. Нечипоренко / Сельскохозяйственная наука и производство / ВАСХНИИЛ. – №6. – 1987. – С. 66-73
56. Никитин, Д.И. Масличные культуры // Д.И. Никитин / ВПК Запорожья, 1996. – 255 с.
57. Christoph, Herbig; Ursula, Maier. Flax for oil or fibre? Morphometric analysis of flax seeds and new aspects of flax cultivation in Late Neolithic wetland settlements in southwest Germany/ Vegetation History and Archaeobotany – Springer Journals 2011, Nov 1 - P.21-25.
58. Бородин, И.В. Лён масличный в Западной Сибири // И.В. Бородин / Новосибирск, Зап.Сиб.кн.изд-во, 1958. -147с.
59. Бегалина, А. А., Винокуров, В. А. Влияние способов посева на засоренность и урожайность льна масличного в Акмолинской области // А.А Бегалина, В.А. Винокуров / Исследование, результаты- Алматы, 2007. -№1.- с. 89-91.
60. Адаптивная технология возделывания масличных культур (горчица, лён, клецеевина) на орошаемых землях юго-востока Казахстана (рекомендация).- Алматы, 2011. - С.11- 108.

61. Виноградов, Д.В. Особенности формирования продуктивности льна масличного при разном уровне питания // Д.В.Виноградов [и др.] / Агрехимический вестник – 2010, №3. – С.23-24.
62. Попов Л.Б. Влияние обработки льна-долгунца биопрепаратами на урожайность тресты и качество семян // Л.Д. Попов, О.В. Балашова, Н.Л. Жуков/Журнал «Хранение и переработка сельхозсырья». – №6, 2007.
63. Анишин, Л.А. Регуляторы роста в растениеводстве (рекомендации по применению) // Л.А. Анишин, С.П. Пономаренко, З.М. Грицаенко, О.В. Бабаянц/ К.: Агробиотех, 2009. – 32 с.
64. Hafeez ur Rehman, Muhammad Qaiser Nawaz, Shahzad Maqsood Ahmed Basra, Irfan Afzal, Azra Yasmeen³ and Fayyaz ul-Hassan. Seed Priming Influence on Early Crop Growth, Phenological Development and Yield Performance of Linola (*Linum usitatissimum* L.) // Journal of Integrative Agriculture. – May 2014, Vol. 13(5). – P.990-996.
65. Hall, C. Flaxseed / C. Hall, Mehmet C. Tulbek, Xu. Yingying // Advances in Food and Nutrition Research. – 2006. – Vol. 51. – P.1-97.
66. L. Filippo D'Antuono, Francesco Rossini. Yield Potential and Ecophysiological Traits of the Altamura Linseed (*Linum usitatissimum* L.), a Landrace of Southern Italy // Genetic Resources and Crop Evolution. – February 2006, Vol. 53, Issue 1. – P.65-75.
67. Захарычев, В.В. Гербициды и регуляторы роста растений. Основы биохимии и применения // В.В Захарычев / Учебное пособие. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. – 204 с.
68. Новик, В. Международный исследовательский проект Radostim А*В - совместное применение на полях Германии препаратов на основе гуминовых кислот и фитогормонов//В. Новик/ Конференция Radostim 2007 Гуминовые кислоты и фитогормоны в растениеводстве. Киев, 2007 – С.79
69. Nowick, W. Das Huminsäure-Phytohormon-Komplex-Präparat «Phyto-Humin 5050R» und Ergebnisse der Substitution der Huminsäure-Komponente durch

Lignohumat beim Maisanbau // IFA-Symposium «Moderni Trendy v zemedelstvi». Prag, 2008, p.32

70. Базильжанов, Е. К. Влияние регуляторов роста растений на продуктивность и качество яровой пшеницы на южных черноземах Акмолинской области // Е.К. Базильжанов, А.Д. Кантарбаева / Молодой ученый – 2016 – №11 – с. 579-582.

71. Мамутова, А.А. Химия и действие регуляторов роста и развития растений // А.А. Мамутова / Алматы – 2013, 148 с.

72. Петров, В.Б., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России // В.Б. Петров, В.К. Чеботарь, А.Е. Казаков/ Достижения науки и техники АПК. – 2002, №10. – 11 с.

73. Елешев, Р.Е. Агрэкологическая роль органических удобрений в повышении плодородия темно-каштановых почв и продуктивность зерновых севооборотов // Р.Е. Елешев, Ш.У. Бекетов, Ш.Р. Даулеталиева / Экологические проблемы применения удобрений и воспроизводство почвенного плодородия: Сб. тр. КазСХИ. – Алматы: КазСХИ, 1994. –С. 39- 56.

74. Бушнев, А.С. Продуктивность сортов льна масличного в специализированных севооборотах с масличными культурами.// А.С. Бушнев, Ю.В. Мамырко, С.П. Подлесный/V международная конференция молодых ученых и специалистов. – ВНИИМК, 2009. – 40 с.

75. Галкин, Ф.М. Основные направления селекции сортов льна масличного для производства на Северном Кавказе//Ф.М. Галкин, Л.Г. Рябенко / Рынок масличных культур в России – сегодня и завтра: сб. науч. тр./ ВНИИМК. – М., 2000. – С. 98-103.

76. Стегний, В.Н. Эколого-морфологический анализ признаков продуктивности гибридов F1 и F2 от скрещивания разнокачественных сортов льна // В.Н. Стегний, Ю.В. Чудинова, Н.Н. Абакумова/Сибирский экологический журнал. – 2004, №2. – с.13

77. Коняхина, О.В. Изучение генотрофов льна на примере Томской области // О.В.Коняхина, Ю.В. Чудинова, В.Н. Стегний / Сб. научн. тр. межвуз. конф. «Наука и образование». – Томск, 2003. – С.15-17.
78. Жученко, А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений// А.А. Жученко /Сельскохозяйственная биология. – 2000. – №3.-С.3-29.
79. Вагнер, Н.В. Изучение влияния почвенно-климатических условий на основные показатели продуктивности сортов и гибридов льна // Н.В. Вагнер, Ю.В. Чудинова, В.Н. Стегний/Сб. научн. тр. межвуз. конф. «Наука и образование». – Томск, 2003. – С.21-23.
80. Домантович, А.В. Влияние условий короткого дня на хозяйственно-ценные признаки линий льна с различной фоточувствительностью //А.В. Домантович / V международная конференция молодых ученых и специалистов, – ВНИИМК, 2009. – С.77.
81. Галкин, Ф.М. Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки// Ф.М. Галкин, В.И. Хатнянский, Н.М. Тишков и др. – Краснодар, 2008. – 191 с.
82. Rao, S. K., Singh, S. P., 1984. Genotype x location interactions for yield and its components in linseed crosses // Indian journal of agricultural science. Vol. 54. N 4. P. 269-272.
83. Куренной, Н.М. Второе пришествие рапса и льна на Ставрополье // Н.М. Куренной/Ставрополь, 2006. – 144 с.
84. Краснова, Д.А. Генетические особенности и перспективы использования сортообразцов льна масличного //Д.А. Краснова/ Достижения науки и техники АПК. Выпуск №12- 2008 – С.26-27
85. Patricia Almendros, Demetrio Gonzalez, Jose M. Alvarez // Long-term bioavailability effects of synthesized chelates fertilizers on the yield and quality of a flax (*Linum usitatissimum* L.) crop. – 2013-07. – Vol. 368. – P. 251-265.
86. Павлова, Л.Н. Результаты использования генофонда льна в селекционном процессе //Павлова, Т.А. Александрова и др./ II Вавиловская Между-

народная конференция 26-30 ноября / В кн.: Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке С.-П.2007. - С. 559-561.

87. Л.Н. Поляков, А.В. Биотехнология в селекции льна // А.В. Поляков/Тверь, 2000. – 180 с.

88. Фадеева, Т.М. Морфобиологические особенности льна культурного (*Linum usitatissimum* L.) и использование их в селекции при интродукции в Среднем Поволжье: автореф. дис. канд.биол. наук. Рамонь, 2008. - 25 с.

89. Бочкарева, Н.И. Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки // Под редакцией д-ра биол. наук Н.И. Бочкарева. Краснодар. 2008. -193 с.

90. L. Filippo D'Antuono, Francesco Rossini. Yield Potential and Ecophysiological Traits of the Altamura Linseed (*Linum usitatissimum* L.), a Landrace of Southern Italy // Genetic Resources and Crop Evolution. – February 2006, Vol. 53, Issue 1. – P.65-75.

91. Белякова, В.Г. К вопросу об агротехнологии выращивания льна масличного в условиях Московской области // В.Г. Белякова, С.Л. Белоухов/ Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. Выпуск №4-2013 – с. 72-73

92. Мырзахметов, Т.М. Основные тенденции развития зернового хозяйства Казахстана// Т.М. Мырзахметов/Аналитический обзор. Алмалыбак: КазГосИНТИ, 1998. – С.25-30.

93. Тазабекова, Е.Т. Ферментативная активность почв Республики Казахстан и пути ее регулирования //Е.Т. Тазабекова / Алматы, 1998. - С. 159-167.

94. Абуова, А.Б. Теоретическое обоснование и разработка инновационных технологий возделывания ярового рапса в Северном Казахстане: диссертация доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.01/Абуова Алтынай Бурхатовна; Кинель, 2013.- 371 с.

95. Майсурян, Н.А. Практикум по растениеводству // Н.А. Майсурян / Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных, издание 6-е. Издательство: Москва, «Колос» - 1970, 446 с.
96. Воробьев, С.А. Практикум по земледелию // С.А. Воробьев, В.Б. Егоров, А.Н. Киселев /4-е изд. М., Колос 1971, 312 с.
97. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) // Б.А. Доспехов / М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
98. Власенко, Н.Г. Полевые капустовые культуры в Западной Сибири // Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких/РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2004. – 152 с.
99. Семенова, Е.Ф. Испытание льна масличного в условиях Пензенской области / Е.Ф. Семенова, В.Н. Бражников, Т.М. Фадеева // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: Сб. материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, февраль 2004 г. – Пенза, 2004. – С. 83-85.
100. Фадеева, Т.М. Продуктивность льна сорта Санлин в условиях Среднего Поволжья / Т.М. Фадеева, Е.Ф. Семенова // Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений: V Межд. научно-практическая конф., 7-11 июня 2004 г. ДонГАУ, пос. Персиановский, 2004. – Т. 2. – С. 120-122.
101. Сентябрьев, А. А. Лен масличный – культура больших возможностей //А.А. Сентябрьев / Земледелие. – 2010. – № 8. – С. 27-28.
102. Шамурзаева, Р.И. Особенности возделывания льна масличного в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарской Республики // Р.И. Шамурзаев, И.М. Ханиева/Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук, Т.9. – 2007, №2. – С.181-182.
103. Титок, В.В. Физиология и биохимия льна // В.В. Титок, В.А. Лемеш, С.И. Юренкова, Л.В.Хотылёва/Минск, "Беларуская наука". - 2013.-335с.
104. Астафурова, Т.П. Исследование дыхания разнопродуктивных сортообразцов льна и межтиповых гибридов // Астафурова, Т.П., Агеев, Б.Г., Чудинова, Ю.В., Пономарев Ю.Н., Сапожникова В.А., Стегний В.Н., Крепков

А.П. / Сб. науч. тр. по льну. – Томск: ЦНТИ, 1997. – С.11-27.

105. Астафурова, Т.П. Исследование дыхания разнопродуктивных сортообразцов льна и межтиповых гибридов // Т.П. Астафуров, Б.Г. Агеев, Ю.В. Чудинова, Ю.Н. Пономарев, В.А. Сапожникова, В.Н. Стегний, А.П. Крепков/ Сб. науч. тр. по льну. – Томск: ЦНТИ, 1997. – С.11-27.

106. Живетин, В.В. Лен и его комплексное использование// В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург, О.М. Ольшанская/ «Информ. Знания» М., 2002. – 400 с.

107. Ничипорович, А.А. Световое и углеродное питание растений – фотосинтез// А.А. Ничипорович/ М.: АН СССР, 1955. – 287 с.

108. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства//А.А. Ничипорович/ М.: Наука, 1965. – 48 с.

109. Ничипорович, А.А. Основы фотосинтетической продуктивности растений//А.А. Ничипорович /Современные проблемы фотосинтеза. – М., 1973. – С. 17-43.

110. Панников, В.Д. Почвы, удобрения и урожай // В.Д. Панников / М.: «Колос», 1964. – 336 с.

111. Немченко, В.В. Ресурсосберегающие технологии должны быть дополнены химическими // В.В. Немченко, Л.Д. Рыбина, А.А. Замятина / Защита и карантин растений. – 2008. – №4. – С. 20-21.

112. Нурлыгаянов, Р.Б. Комплексная химизация – основа высоких урожаев // Р.Б. Нурлыгаянов / Четверть века – на службе урожаю. – Уфа, 2005. – С. 41-49.

113. Пчелкина, Н.Г. Влияние посева трав, гербицидов в пониженных дозах и их смесей на урожай и качество льна-долгунца в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Надежда Георгиевна Пчелкина - М., 1995. – 18 с.

114. Брагин, А.М., Савицкий, Г.В. Зависимость урожая льна и качества льнопродукции от системы удобрения в севообороте // А.М Брагин, Г.В. Савицкий / Агрохимия.- 1968.- №6. С.61-65.

115. Савенков, В.П. Рациональное использование техногенных и биоло-

гических средств при возделывании рапса в Центральной России. /Автореферат докт. дисс. Воронеж, 2007.- С. 9-15.

116. Миннуллин, Г.С. Эффективность применения минеральных удобрений на посевах подсолнечника // Г.С. Миннуллин / Сб. научных трудов КГСХА «Современные проблемы аграрного производства». Казань, 2006. – С. 33- 90.

117. Петрова, Л.И., Глазова, А.А. Почвенное питание льна-долгунца в условиях высокого уровня химизации // Л.И. Петрова, А.А.Глазова / Сб. науч. трудов ВНИИЛ. Торжок, 1980. -С. 96-97.

118. Сафиоллин, Ф.Н. Взаимодействие минеральных удобрений, микроэлементов и стимуляторов роста на посевах ярового рапса // Ф.Н. Сафиоллин / Сб. научных трудов КГСХА. Казань, 1997. –С.115-116.

119. Сафиоллин, Ф.Н. Эффективность применения минеральных удобрений на посевах гибридного подсолнечника Тагир // Ф.Н. Сафиоллин/ «Эколого- агрономические аспекты развития земледелия Среднего Поволжья и Урала. Казань, 1995. -С. 54-55.

120. Панкратова, А.А. Использование сидератов при возделывании льна-долгунца. // А.А. Панкратова, И.А Матаруева / Плодородие, 2007. - № 6. – С.20-22.

121. Ермохин, Ю.И. Почвенно-растительная диагностика потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях // Ю.И. Ермохин / Омск, 1991. - 43с.

122. Панников, В.Д. Минеральное питание растений и урожайность // В.Д. Панников / Сельское хозяйство. М.: Изд-во Знание, 1982. - 62с.

123. Толстоусов, В.П. Удобрение и качество урожая / В.П. Толстоусов / М.: Колос, 1974. - С.178 180.

124. Минеев, В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В.Г Минеев / М.:Колос, 1993. - С.378-398.

125. Balota, E.L.; Colozzi-Filho, A.; Andrade, D.S.; Dick, R.P. Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems// E.L. Balota, A. Colozzi-Filho; D.S. Andrade; R.P. Dick/ Biol. Fertil. Soils., 38:15-20, 2003.

126. Распутин, В.М. Повышение масличности льна в процессе селекции//В.М. Распутин, К.А. Исаков, И.А. Смирнова /Масличные культуры. - 1987. – №1. – С. 26-27.

127. Клочков, В.Н. Семеноводство льна//В.Н. Клочков /Передовые приёмы в льноводстве / Под ред. В.Н. Озерова. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1958. – С. 48-61.

128. Горшков, В.И. Сравнительная оценка коллекционных образцов ярового рапса по поврежденности вредителями// В.И. Горшков/ Стабилизация развития АПК Центрального Черноземья на основе рационального использования природно-ресурсного потенциала: тезисы докл. научно-практ. конф. – Воронеж, 1996. – С.212-214

Приложение

Приложение 1 – Посевы льна масл), фаза «бутонизация – цветение»,
2014 г.



Приложение 2 – Содержание продуктивной влаги в почве перед посевом и уборкой льна масличного в зависимости от сроков посева, мм, 2012-2014 гг.

Срок посева	Посев				Уборка			
	0-10 см	0-30 см	0-50 см	0-100 см	0-10 см	0-30 см	0-50 см	0-100 см
2012 г.								
2 декада мая	9,9	35,6	54,9	129,7	2,2	7,2	14,8	33,0
3 декада мая	9,0	29,4	48,9	122,8	0,5	3,0	8,7	34,9
1 декада июня	5,2	18,7	32,9	107,8	0,4	1,9	3,9	26,1
2013 г.								
2 декада мая	10,9	40,6	61,8	138,9	3,2	8,4	15,9	44,1
3 декада мая	11	38,4	56,6	126,5	0,7	4,1	9,0	36,8
1 декада июня	6,5	21,1	35,9	110,7	0,6	2,2	4,5	26,8
2014 г.								
2 декада мая	12,2	45,6	71,9	140,8	3,6	9,4	16,9	53,2
3 декада мая	10,2	22,3	61,8	129,8	1,5	5,5	9,5	38,9
1 декада июня	7,1	22,7	37,4	112,8	1,1	3,2	4,8	28,9
среднее за 2012-2014 г.г.								
2 декада мая	11,0	40,6	62,9	136,5	3,0	8,3	15,8	43,4
3 декада мая	10,0	34,4	55,7	126,4	0,9	4,2	9,0	36,9
1 декада июня	6,3	20,8	35,4	110,4	0,7	2,4	4,4	27,2

Приложение 3 – Содержание N-NO₃ в слоях 0-20, 20-40 см, P₂O₅ в слоях 0-20, 20-40 см перед посевом и после уборки льна масличного в зависимости от сроков посева и норм высева, мг/кг почвы, 2012-2014 гг.

Вариант	2 декада мая			3 декада мая			1 декада июня			
	6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5	6,5	7,0	7,5	
2012										
перед посевом										
N-NO ₃	0-20	8,8	11,2	8,9	19,0	16,9	10,8	18,5	18,3	19,0
	20-40	12,4	10,1	12,8	13,9	10,1	11,0	15,8	14,6	18,1
P ₂ O ₅	0-20	81,9	96,8	76,9	87,9	91	95,0	101,9	91,5	86,0
	20-40	52,9	86,6	59,8	47,2	49,2	51,9	65,9	58,3	61,9
после уборки										
N-NO ₃	0-20	1,2	1,3	1,2	2,0	4,1	1,1	2,0	1,8	1,7
	20-40	0,8	1,1	1,9	4,6	6,7	1,6	2,1	1,9	1,8
P ₂ O ₅	0-20	74,5	64,0	62,1	58,4	65,2	64,5	58,4	63,8	46,7
	20-40	36,5	49,8	30,5	35,9	34,0	34,0	46,7	44,2	36,9
2013										
перед посевом										
N-NO ₃	0-20	9,5	12,2	9,4	20,0	18,9	11,9	19,6	19,9	19,9
	20-40	12,8	10,8	13,6	14,8	10,8	12,0	16,9	14,9	18,9
P ₂ O ₅	0-20	82,7	98,0	77,7	88,1	91,9	98,5	103,4	93,5	89,0
	20-40	56,8	87,9	61,8	48,2	50,4	54,6	67,9	60,2	63,1
после уборки										
N-NO ₃	0-20	1,5	1,5	1,5	1,9	4,7	1,4	1,9	2,3	2,2
	20-40	1,3	1,5	2,1	5,3	7,1	1,8	2,9	2,1	2,6
P ₂ O ₅	0-20	74,8	66,1	65,1	62,6	69,9	66,8	62,6	65,9	48,1
	20-40	37,9	51,4	35,5	39,1	35,0	37,0	48,7	46,4	38,9
2014										
перед посевом										
N-NO ₃	0-20	10,6	12,5	9,5	21,0	20,9	12,9	20,5	20,2	19,9
	20-40	12,9	11,9	13,9	14,6	11,9	13,0	16,7	15,2	18,7
P ₂ O ₅	0-20	83,9	98,8	77,9	89,0	92,7	96,9	102,9	92,6	88,4
	20-40	56,4	87,4	60,9	47,1	49,9	53,3	66,8	58,9	63,3
после уборки										
N-NO ₃	0-20	1,2	1,2	1,3	1,8	4,6	1,2	1,8	2,0	1,6
	20-40	1,4	1,9	2,0	4,7	6,9	1,4	2,4	1,8	2,4
P ₂ O ₅	0-20	76,9	68,1	63,2	61,0	66,4	66,1	61,0	65,2	48,3
	20-40	39,5	51,1	34,7	38,9	36,0	36,0	47,9	45,6	37,9

Приложение 4 – Посевы льна масличного, фаза «цветение – зеленая спелость», 2014 г.

