На правах рукописи

ПОПОВА ГАЛИНА АЛЕКСАНДРОВНА

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОДВИДОВ *LINUM USITATISSIMUM* L. В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Специальность 03.00.05 – ботаника

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание ученой степени кандидата
биологических наук

Томск 2005

Работа выполнена в Государственном научном учреждении Томская государственная сельскохозяйственная опытная станция СО РАСХН

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, с.н.с. А.П. Крепков

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор И.И. Гуреева

доктор биологических наук, профессор Н.А. Некратова

Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург)

Защита состоится 7 апреля 2005 г. в 14.00 час. на заседании Диссертационного совета Д.212.267.09 в Томском государственном университете по адресу 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, главный корпус
Fax (3822) 529-853

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим высылать в Диссертационный совет ТГУ ученому секретарю.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского государственного университета

Автореферат разослан «5» марта 2005 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета
доктор биологических наук С.П. Кулижский

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Лен – древнейшее культурное растение, спутник человека с доисторических времён, принадлежит к семейству льновых и включает в себя более 200 видов от травянистых до кустарниковых жизненных форм. В культуре лен представлен одним видом льном посевным или обыкновенным *Linum usitatissimum* L., который широко распространен на всех континентах (Сизов,1952[а]). По мнению ведущих исследователей (Кутузова, 1998), дифференциация внутри вида культурного льна произошла под влиянием климатических условий, естественного и искусственного отбора. Все подвиды льна легко скрещиваются между собой и дают плодовитое потомство (Синская, 1954; Сизов,1963). До выведения селекционных сортов посев производили местными льнами, так называемыми «кряжами» (Кондаков, 1955).

Существует два направления в хозяйственном использовании льна: получение волокна и семян. Для получения семян и масла высевают кудряши и крупносемянный лён, как прядильную культуру возделывают долгунцовый лен. Промежуточная группа – льны двустороннего использования: межеумок, полуозимый и полудолгунцовый лен – выращивают для получения семян и грубого волокна.

Мировая текстильная промышленность все шире использует котонизированное льняное волокно, в связи с этим большое значение приобретает возделывание масличного льна для двустороннего использования (Кутузова и др., 1999[б]). Современные подходы в переработке льняного волокна вызвали необходимость продолжения работы по созданию нового сибирского генофонда льна с увеличением совмещенной продукции (Крепков, Клячина, 2003). Включение в селекцию внутривидового разнообразия льна целесообразно, перспективно и позволяет выводить сорта, сочетающие в себе повышенное содержание волокна с высокой семенной продуктивностью (Рысева, Никандрова, 1999, Брач и др., 2000). В результате этого появляется возможность получать льнопродукцию во всех почвенно-климатических районах.

ГНУ Томская государственная сельскохозяйственная опытная станция является единственным научным учреждением, ведущим селекцию и исследования по льну-долгунцу в условиях континентального климата. На станции выведены раннеспелые высокопродуктивные сорта с высоким качеством волокна, устойчивые к полеганию и болезням.

Исходный материал для селекции льна требует многолетних дополнительных научных проработок, расширяющих знания в области генетики, физиологии, цитологии. А.С. Образцов (1981) считает, что, прежде чем включить сортообразец в схемы скрещивания, требуется изучить исходный материал по морфологическим и физиологическим признакам, ритму развития и реакции на факторы внешней среды. Рекомендуется выявить признаки, лимитирующие продуктивность и устойчивость растений к неблагоприятным условиям, разработать методы ускоренной оценки и отбора форм на ранних этапах онтогенеза по легко определяемым показателям.

Сорта льна, созданные для условий Сибири, должны характеризоваться скороспелостью, адаптативностью и сочетаться с элементами высокой продуктивности. Работа по селекции высокопродуктивных, устойчивых сортов и гибридов льна требует знаний физиолого-генетических закономерностей продукционного процесса. Продуктивность растений во многом определяется эффективностью фотосинтеза и анатомо-морфологической структурой ассимиляционного аппарата и зависит от факторов внешней среды. В морфофизиологическом отношении лен слабо изученная культура. В основном исследования проводились в средней полосе России (Барцева, 1971, 1973; Молканова, Молканов, 1973; Тихомирова, 1973; Кошелева, 1980; Хотылева и др., 1994; Чиков и др.1997, 2000, 2003; Аврова, 2000; Лемеш и др., 2000 и др.). В условиях Западной Сибири такие работы проведены фрагментарно (Зотикова и др., 1997; Чудинова, 1997; Астафурова и др., 2000).

Цель исследования: изучить морфофизиологические закономерности роста, развития и формирования элементов продуктивности у подвидов льна

обыкновенного для их дальнейшего использования в практической селекции в условиях Западной Сибири.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи:**

– установить ритм роста и развития подвидов *Linum usitatissimum* L.;
– изучить динамику формирования ассимиляционного аппарата у подвидов льна обыкновенного;
– определить морфометрические показатели и установить корреляционные отношения с основными хозяйственно-ценными признаками элементов продуктивности;
– установить уровень адаптационной устойчивости подвидов льна по цитологическим показателям.

В программу исследований входило сравнительное изучение подвидов льна обыкновенного по:

– длине вегетационного периода;
– ростовым показателям и формированию ассимиляционной поверхности;
– анатомическому строению стеблей;
– чистой продуктивности фотосинтеза;
– накоплению основных фотосинтетических пигментов по фазам роста и их распределению по органам;
– накоплению биомассы и её распределению по органам;
– урожайности льносоломы и содержанию волокна;
– урожайности семян и содержанию в них жира;
– функциональной активности рибосомных локусов хромосом.

Научная новизна. Впервые в условиях континентального климата Западной Сибири проведены сравнительные морфофизиологические исследования подвидов льна обыкновенного. Выявлена специфика накопления фотосинтетических пигментов у подвидов льна обыкновенного по органам в онтогенезе. Определена адаптационная устойчивость масличных местных льнов и волокнистых сортов Томской селекции. Полученные результаты существенно дополняют имеющиеся сведения о биологических особенностях и их связи с продуктивно-

стью подвидов льна обыкновенного. Впервые установлена возможность выявления различий между подвидами льна по морфометрическим показателям на основе дискриминантного анализа.

Практическая значимость. Оценка морфологических, физиологических, цитологических и хозяйственно-полезных признаков подвидов льна обыкновенного позволит проводить более целенаправленный подбор родительских форм для гибридизации и получения сортов двустороннего использования. Гибридный материал, полученный в результате эксперимента, включен в питомник отбора и представляет интерес для практической селекции.

Экспериментальная работа выполнена на ГНУ Томской государственной сельскохозяйственной опытной станции в рамках федеральной программы 03.01.01 за 1999–2001 гг. Исследования по теме поддержаны программой Центра научного поиска (2000–2003 гг.) среди научных учреждений СО Россельхозакадемии.

Апробация работы. Результаты исследований и материалы диссертационной работы были представлены на конференции молодых учёных СО РАСХН, Новосибирск, 2000; Всероссийском совещании «Реакция растений на глобальные и региональные изменения природной среды», Иркутск, 2000; международной научно-практической конференции, посвященной 70–летию ВНИИ льна, Торжок, 2000; международной конференции «Актуальные вопросы экологической физиологии растений в XXI веке», Сыктывкар, 2001; XI Делегатском съезде Русского ботанического общества, Новосибирск, 2003; V Съезде физиологов растений России, Пенза, 2003; на заседании Томского отделения Российского ботанического общества (2003).

Публикации. По теме диссертации опубликовано двенадцать научных работ.

Автор выражает благодарность научному руководителю д. с.-х. н. А.П. Крепкову. За помощь в проведении экспериментальных работ, предоставлении оборудования и советы автор благодарит д.б. н., профессора Т.П. Астафу-

рову, к.б.н. А.П. Зотикову, Н.А. Дуброву, всех сотрудников лаборатории льна ГНУ Томской ГСХОС, особенно Г.А. Мичкину, О.Х. Мухомодьярову.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 136 страницах, содержит 28 рисунков, 11 таблиц, состоит из введения, шести глав, включающих обзор литературы, описания объектов, методик исследования, результаты экспериментов их обсуждение, выводов, списка литературы (188 наименований, из них 9 на иностранных языках) и приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *LINUM USITATISSIMUM* L. (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Рассматриваются и анализируются отечественные и зарубежные литературные данные о биологических характеристиках вида *Linum usitatissimum* L. Приводится систематика вида, степень изученности в различных аспектах. На основе литературных сведений об использовании анатомических, цитологических и физиологических характеристик льна обсуждается необходимость использования современных методов в селекционной работе. Уделяется внимание адаптационной оценке подвидов.

Глава 2. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В главе по литературным данным приводятся сведения о климате, рельефе, почвенном покрове района исследования (Славнина, 1949; Агроклиматический.., 1960; Мезенцев, 1961; Тюменцев, 1966; Агроклиматические .., 1975; Агрофизическая ..., 1976; Азьмука, Воронина, 1977; Генезис ..., 1980; Зональная система земледелия …,1989; Дюкарев, 1991; Евсеева, 2001).

Почва серая лесная среднеоподзоленная, среднемощная, среднесуглинистая.

Исходным материалом для изучения послужили 8 образцов 6 подвидов отдаленного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИР и национальной коллекции русского льна ВНИИЛ и сорта, выведенные на Томской ГСХОС. По направлению возделывания масличная группа льнов включала подвиды льна приземистого (кудряша) и льна широколистного (крупносемянного), волокнистые или прядильные льны-долгунцы представлены сортами Томской селекции, направление льнов с двусторонним использованием – полуозимый, промежуточный (межеумок), полудолгунцовый лен. Характеристика исходного материала представлена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика исходного материала

Подвид	Направление возделывания льна	Номер по каталогу ВИР	Происхождение	Год и место воспроизводства
Кудряш крупносемян-ный	Масличные	К-6776*	Марокко	ВНИИЛ, 1995
Кудряш		К-6424*	Эфиопия	ВНИИЛ, 1995
Полуозимый лен	Двустороннего использования	К-2745*	Югославия	ЕОС, ВИР,1993
Межеумок		К-5058*	Россия, ВНИИМК	ВНИИЛ, 1995
Полудолгунец		К-525*	Россия, Северо-Двинская обл.	ТГСХОС, 1997
Лен-долгунец	Прядильные, волокнистые	К-6531* Томский-10 (Т-10)	ТГСХОС, выведен в 1957 г.	ТГСХОС, 1997
Лен-долгунец		К-5062** Томский-16 (Т-16)	ТГСХОС, выведен в 1983 г.	ТГСХОС, 1997
Лен-долгунец		К-5563** Томский-18 (Т-18)	ТГСХОС, выведен в 1992 г.	ТГСХОС, 1997

Примечание: *- номер по каталогу ВИР, **- номер по каталогу ВНИИЛ

Агротехника опыта соответствовала общепринятой. Посев проводили вручную на ярусах шириной 1 м, расположение делянок поперек яруса при ширине междурядий 20 см. Норма высева исчислялась из расчета 100 шт. выполненных семян на 1 погонный метр. Учет урожая проведен при наступлении физиологической зрелости семян (ранней желтой спелости) методом сплошной

уборки, обмолот снопов – в ручную с последующим взвешиванием семян и соломки.

Физико-химические анализы почвы проведены по общепринятым методикам (Качинский, 1958; Аринушкина, 1970).

Биометрические методы исследования. Наблюдение за ростом и развитием льна проведены согласно методическим рекомендациям ВНИИ льна и ВИР (Методические указания.., 1987; Изучение коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.),1988).

Определение содержания волокна в стеблях проводили по методике технологической оценки с применением тепловой мочки при температуре воды 25–36°С.

Анатомическое исследование стебля льна проведено согласно методическим указаниям ВНИИ льна (1969) на растениях, выращенных в луночном посеве в 5-кратной повторности.

Физиологические методы исследования. Воздушно-сухую массу листьев, стеблей, коробочек определяли весовым методом (Бидл, 1989). Площадь листьев определяли по общепринятой методике весовым методом, расчет чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) по формуле «нетто-ассимиляции» (Гродзинский, Гродзинский, 1973).

Содержание пигментов в средней пробе растений льна (хлорофилл *а* и *в*, каротиноиды) определяли спектрофотометрическим методом (Шлык, 1971). Отбор образцов растений льна для определения ЧПФ и содержание пигментов проводили в утренние часы с 8 до 9. Определение проведено в 3-кратной биологической повторности.

Определение сырого жира в семенах проведено по методике С.В. Рушковского (Методы биохимического исследования растений, 1987) по массе обезжиренного остатка в 6-кратной повторности.

Цитогенетические методы. Функциональное состояние рибосомных локусов хромосом определяли по методике, предложенной Киип (Кеер, 1971). Ак-

тивность рибосомных локусов хромосом проведено по морфометрическим параметрам ядрышка и ядра в клетке меристемы проростков семян путем измерения их проекции ядра и ядрышек, полученных с использованием рисовального аппарата РА-7 и микроскопа МБИ-3 при увеличении 90×10.

Математические методы обработки данных. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с использованием параметрических и непараметрических критериев оценки дескриптивных статистик и проверки нормальности распределения. Для оценки связи между отдельными показателями проведен корреляционный и дискриминантный анализ (Доспехов, 1985; Леонов, 1990). Статистический анализ выполнен в Центре БИОСТАТИСТИКА (под руководством к.т.н. доцента Леонова В.П.). Матрица наблюдений составила 800 строк и 36 столбцов. Каждая строка относится к одному растению.

Средние значения показателей приводятся в виде М±м, где М – среднее, м – ошибка среднего. Достоверными приняты различия по величине Р, не превышающие 0,05.

Характеристика метеоусловий представлена по данным ближайшей метеостанции г. Томска. Период исследования охватывает годы с резко различающимися метеорологическими условиями: 1999 год – засушливый (ГТК – 0,69), 2000 год – умеренно теплый и увлажненный (ГТК – 1,38), 2001 год – теплый и переувлажненный (ГТК – 1,71). Погодные условия в период вегетации складывались по-разному, что отразилось на росте, развитии, формировании и работе фотосинтетического аппарата льна и, следовательно, на его продуктивности.

Глава 3. РИТМ РОСТА И МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗВИТИЯ ПОДВИДОВ ЛЬНА ОБЫКНОВЕННОГО В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Результаты исследований показали, что большое влияние на продолжительность жизненного цикла подвидов *Linum usitatissimum* L. оказывают внешние факторы. Если в благоприятные по осадкам годы период вегетации проявляется наиболее полно, то в засушливые он сокращается. В процессе онтогенеза

лен проходит пять фаз развития, когда происходят наиболее важные физиологические и морфологические изменения в растениях. Продолжительность межфазных периодов, обусловлена температурными и световыми факторами во время вегетации растений, а также подвидовыми особенностями. В результате проведенных наблюдений отмечается наиболее короткий вегетационный период (70 суток) у полудолгунцового льна К-525, в то время как у волокнистых сортов подвида льна-долгунца Т-16 и Т-10 он на 2-3 дня длиннее. Подвиды льна масличного направления и двустороннего использования имели вегетационный период продолжительностью 83–87 суток.

Дифференциация подвидов льна по ростовым показателям начиналась в конце ювенильного возрастного периода и заканчивалась в фазу быстрого роста, который охватывает VII–VIII этапы органогенеза. Установлено, что наиболее интенсивным ростом обладают волокнистые сорта Т-10, Т-18 (рисунок 1). Ультраскороспелый полудолгунец К-525 и скороспелый Т-16 уступали по высоте на 10–15%.

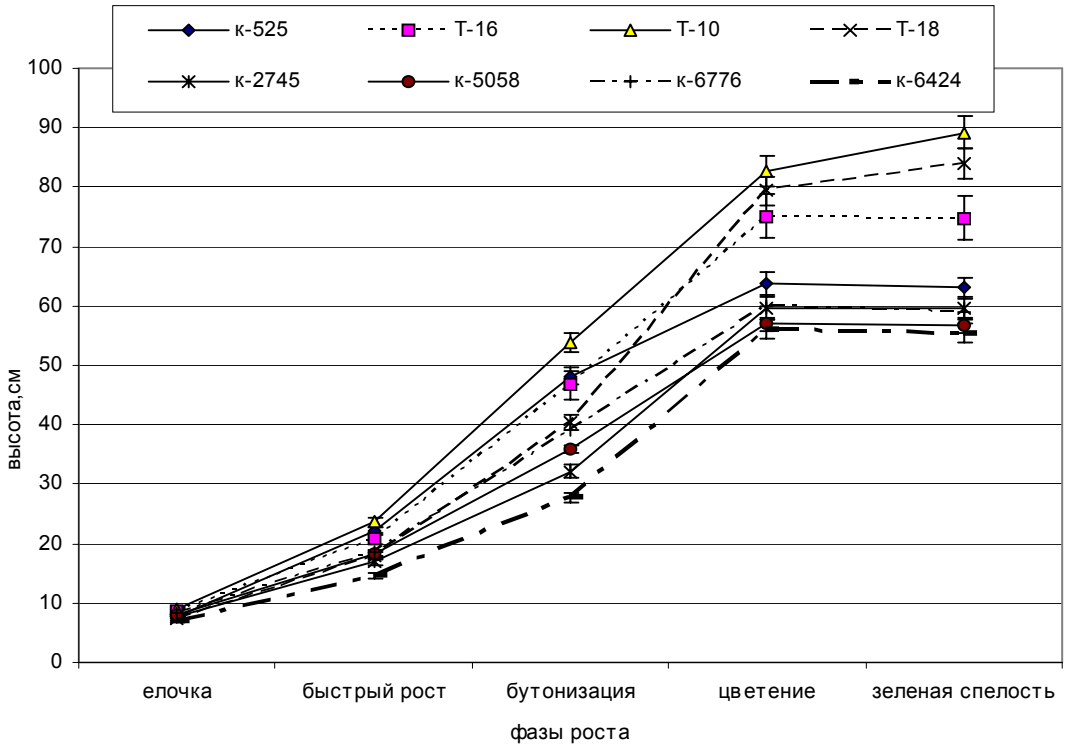

Рисунок 1 – Динамика роста подвидов льна обыкновенного в онтогенезе

Максимальный прирост отмечен у скороспелых образцов К-525 и Т-10. Подвиды льна масличного направления и двустороннего использования в фазу зелёной спелости достигали в высоту 55–60 см.

Анализ анатомического строения стебля подтвердил известные сведения о различиях между подвидами льна по числу лубяных волокон в пучках, максимальное количество которых отмечено у долгунцов. Выявлена положительная корреляционная зависимость (r =+0,89) между числом лубяных волокон и содержанием волокна в стеблях.

Экспериментальные данные, морфометрические показатели и гидротермические условия произрастания обработаны современными методами многомерной статистики. Дискриминантный анализ позволил по совокупности признаков (36 параметров) разделить всю выборку наблюдений на отдельные группы и выявить наиболее информативные признаки, по которым сравниваемые подвиды льна наиболее сильно различаются между собой. Таких дискриминирующих признаков было выделено 13–15. Наиболее информативными признаками, по которым сравниваемые сортообразцы различались больше всего, оказались биологический урожай соломы, длина вегетационного периода, площадь и масса листьев растения, содержание волокна в стебле, абсолютная масса 1000 семян.

Результаты дискриминантного анализа показали, что подвиды *L. usitatissimum* L. разделились по направлению возделывания на группы: волокнистые, масличные и льны двустороннего использования (рисунок 2).

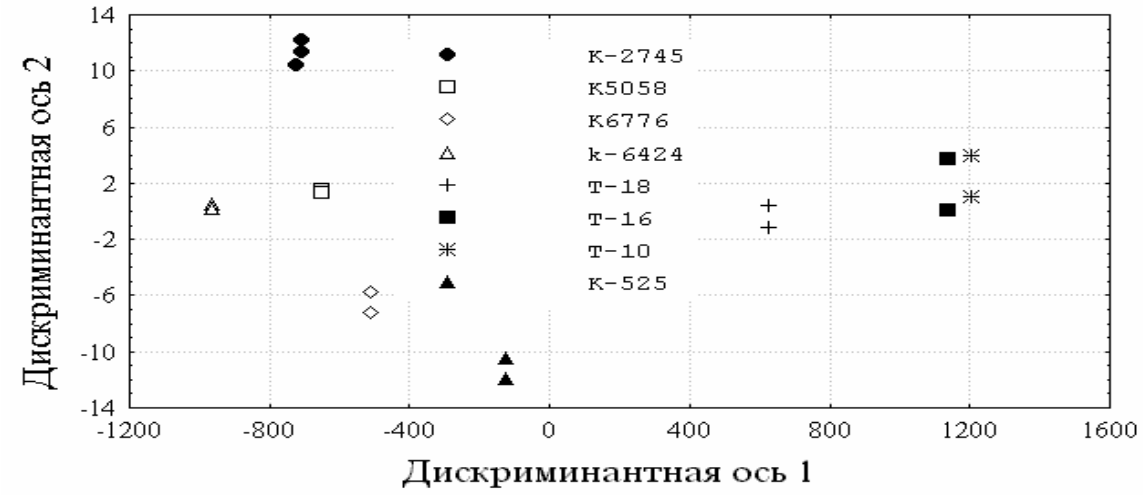

Рисунок 2- График распределения подвидов льна обыкновенного в фазу зеленой спелости по результатам дискриминантного анализа

Глава 4. ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА У ПОДВИДОВ ЛЬНА ОБЫКНОВЕННОГО

Синхронно с морфологическим развитием происходило формирование ассимиляционного аппарата льна, которое также обусловлено подвидовыми особенностями. Волокнистые сорта достигали наибольших размеров листового аппарата в фазу бутонизации, в то время как масличные подвиды и льны двустороннего использования – в фазу цветения (рисунок 3).

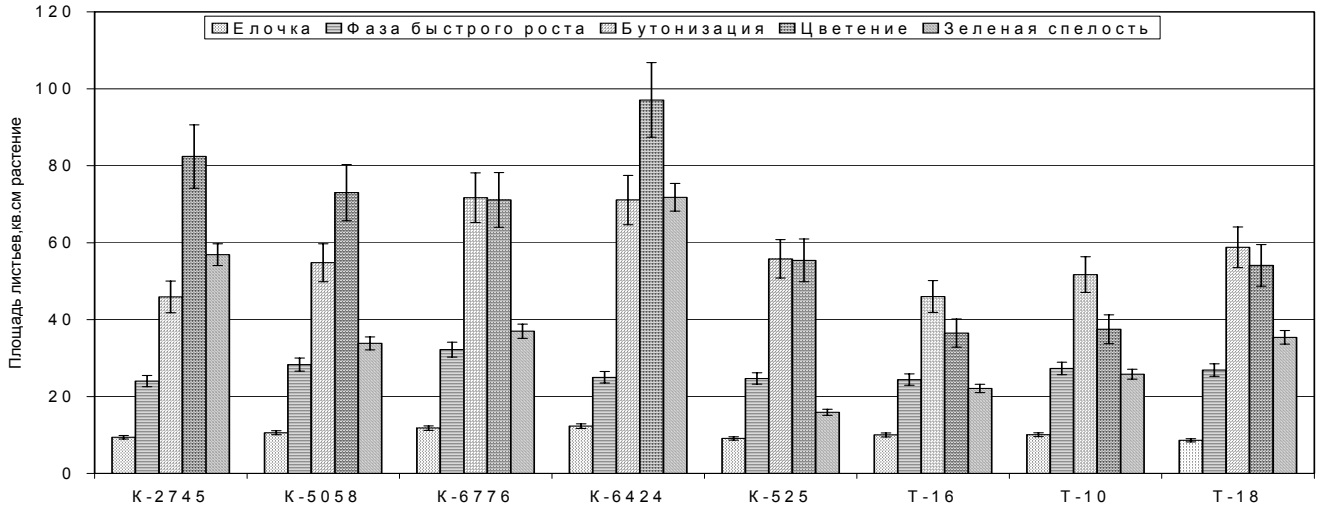

Рисунок 3 – Формирование площади листового аппарата в онтогенетическом развитии подвидов льна обыкновенного, см^2

Ультраскороспелый лен К-525 в фазу зеленой спелости сохранял площадь листового аппарата на 30% от максимума, в то время как долгунцы – на 50–60%. У волокнистых сортов установлена тесная корреляционная связь между содержанием волокна в стебле и длиной междоузлия r = 0,85 и отрицательная между облиственностью и содержанием волокна r = - 0,85.

Известно, что селекция льна в условиях Сибири проводится с учетом скороспелости, при отборе гибридного материала рекомендуется учитывать облиственность стеблей и величину ассимиляционной поверхности. Выявлена тесная корреляционная зависимость между длиной вегетационного периода и удельной поверхностной плотностью семядольных листьев (УППЛ) r = - 0,82.

Элементы хозяйственной продуктивности растений определяются темпами накопления сухого вещества за период вегетации и характеризуются величиной чистой продуктивности фотосинтеза. Экспериментальные данные по определению чистой продуктивности фотосинтеза представлены на рисунке 4. Среди изученных подвидов льна наиболее высокими показателями ЧПФ характеризовался масличный лен кудряш К–6424 (рисунок 4). Повышенная величина ЧПФ была отмечена также у полудолгунцового льна К-525 и волокнистого сорта Т–10, для которых характерно интенсивное накопление сухой массы и высокая биологическая продуктивность.

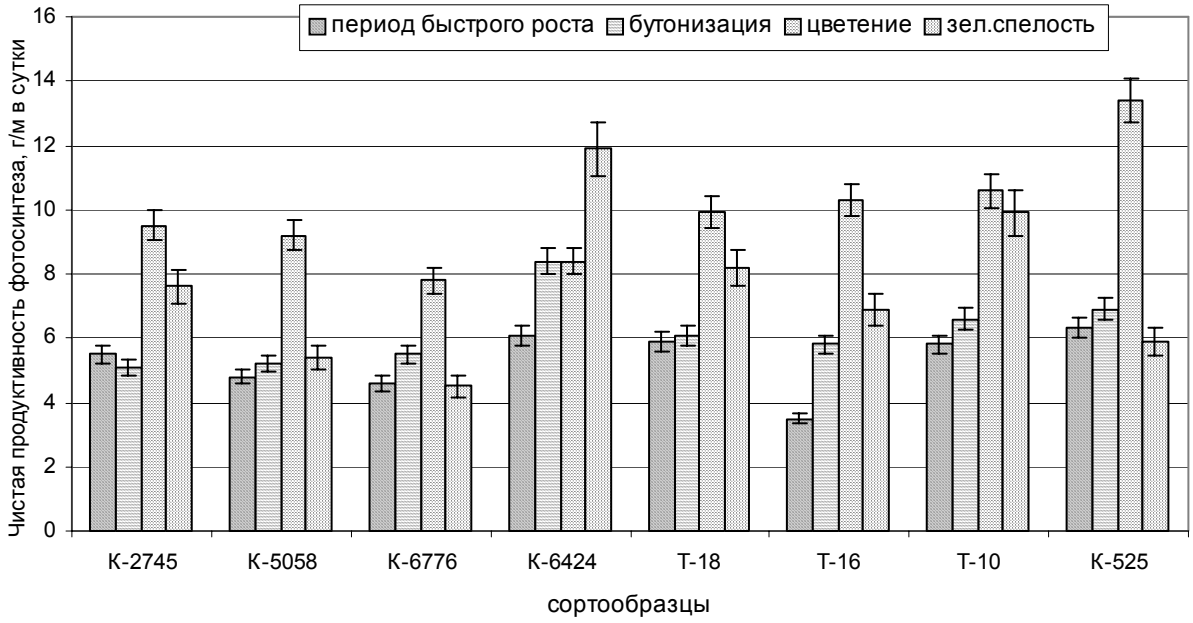

Рисунок 4 – Динамика Чистой продуктивности фотосинтеза у подвидов льна обыкновенного, г/м^2 в сутки

Подобные особенности работы фотосинтетического аппарата объясняются состоянием пигментного комплекса подвидов льна обыкновенного. В свою очередь динамика пигментов может служить одним из критериев для отбора высокоурожайных форм в процессе селекции (Куренкова, 2000, Маркаров, 2001). Изучение пигментного комплекса подвидов льна позволило отметить сходство и различия в формировании и работе фотосинтетического аппарата. У волокнистых льнов, произрастающих в условиях длинного дня, в семядольных листьях в фазу полных всходов содержание хлорофилла *а* достигало 750 мкг/г сырой массы (рисунок 5). Наименьшее его количество отмечено у льнов, относящихся к растениям короткого дня. Светособирающего хлорофилла *в* в ювенильных листьях все подвиды льна накапливали около 250 мкг/г сырой массы.

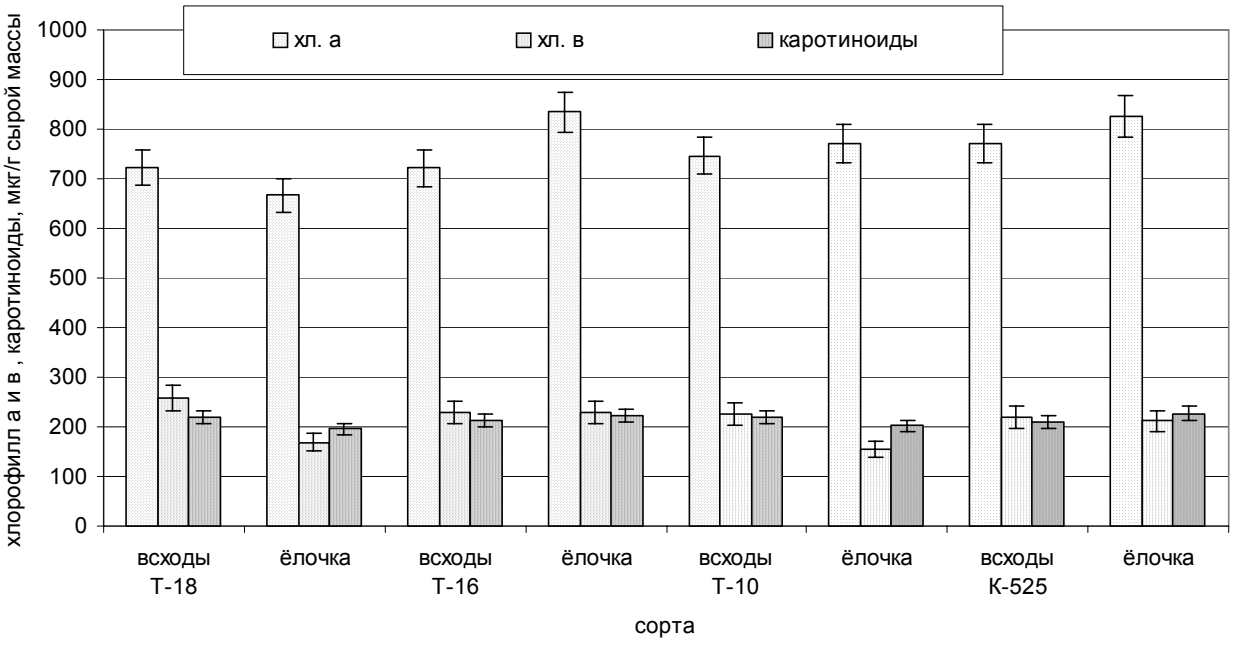

Рисунок 5 – Содержание пигментов в семядольных листьях волокнистых сортов

Величина отношения хлорофиллов *а/в* у волокнистых образцов близка к оптимальному, в то время как у масличных и льнов двустороннего использования этот показатель был несколько выше. Количество каротиноидов на начальном этапе онтогенеза соответствовало содержанию светособирающего хлорофилла *в*. Соотношение зеленых и желтых пигментов в фотосинтетическом аппарате семядольных листьев по сортам изменялось незначительно (4,3–4,7).

Наблюдения показали, волокнистые сорта достигали максимальной концентрации зеленых пигментов в листовых пластинках в фазу бутонизации, подвиды льна масличного направления и двустороннего использования – в фазу цветения. Исследования выявили, что при переходе растений льна к плодоношению происходит снижение концентрации пигментов в листовых пластинках. У волокнистых скороспелых сортов и льнов масличного направления произошло уменьшение содержания зеленых пигментов на 30 %. У позднеспелого полуозимого льна К-2745, наоборот, отмечалось увеличение фотосинтетических пластид на 20%. В условиях Сибири максимальной концентрации желтых пигментов в листьях подвиды льна достигали в период зрелости (фаза быстрый рост и фаза цветения).

В возрастной период старения (фаза зеленой спелости) среди волокнистых льнов отмечена положительная корреляционная связь (r =+0,68) между массой стебля и содержанием хлорофилла *в* в нем. Увеличение содержания хлорофилла *в* является благоприятным фактором для накопления сухого вещества растениями (Порохневич, 1973).

Известно, что в продукционном процессе растений значительную роль играет фотосинтез нелистовых хлорофиллсодержащих органов. По мнению В.И. Чикова с соавторами (1977), ассимиляты, образованные в хлорофиллсодержащих тканях стебля, являются важным источником пластических веществ для формирования древесины. Нами установлено, что наряду с листьями пигментная система формировалась в стеблях и коробочках, однако количество зеленых пигментов в коробочках достигало 20 %, а в стеблях – до 50 % от их содержания в листьях (Попова, Крепков, 2000).

Подобная специфика работы фотосинтетического аппарата обусловливает накопление сухого вещества и определяет подвидовые различия при формировании элементов продуктивности льна обыкновенного.

Глава 5. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ У ПОДВИДОВ ЛЬНА ОБЫКНОВЕННОГО

Объективным показателем, связанным с продуктивностью растений считается величина биомассы. В ювенильном возрастном периоде (фаза «елочка») сухая масса листьев составляла 80% от наземной массы. В последующих возрастных периодах возрастала доля стеблей и коробочек. В период старения (фаза зеленой спелости) распределение сухой массы между частями растений согласуется с получением их основной продукции. Характерно, что у всех подвидов льна масса листьев менее 14% (рисунок 6).

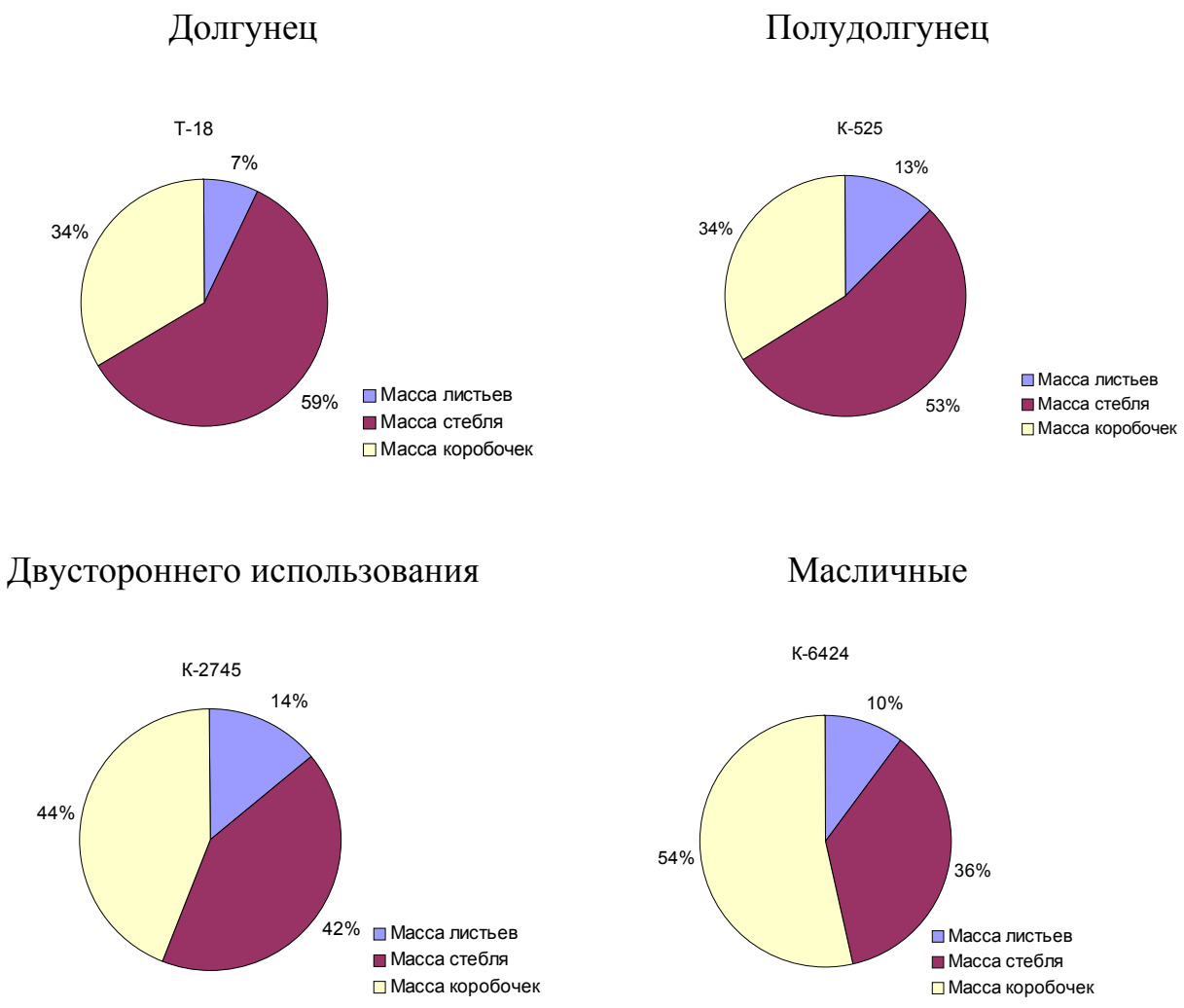

Рисунок 6 – Распределение сухой массы по органам в фазу зеленой спелости

У волокнистых сортов льна на массу стеблей приходилось до 65%, а на массу коробочек не более 38%. У подвидов льна масличного направления,

наоборот, возрастает доля коробочек до 50%, а масса стеблей не превышает 42% от всего растения.

Различия в накоплении биомассы у подвидов льна отразились на элементах продуктивности (таблица 2). Урожай соломы у долгунцов составил в среднем 1,20 г/растение, у подвидов льна масличного направления и двустороннего использования не превышал 0,9 г/растение. По содержанию волокна в стеблях лидировали долгунцы – 35–38%, у подвидов льна масличного направления и двустороннего использования в условиях Западной Сибири получены достаточно высокие показатели – до 28%.

Наибольшая семенная продуктивность получена у кудряша К-6424 – 0,65 г., абсолютная масса у полуозимого льна К-2745 – 6.6 г., в то время как у долгунцов не превышала 0,3 г/растение, с массой 1000 семян – 4,4–4,8 г.

Таблица 2 – Характеристика элементов продуктивности подвидов льна обыкновенного

Подвид	Направление возделывания	Образец	Техническая длина стебля, см	Биолог. урожай соломы, г/растение	Содержание волокна, %	Биолог. урожай семян, г/растение	Масса 1000 семян	Содержание жира в семенах, %
Кудряш крупносемянный	Масличные	К-6776	58,07±1,26	0,85±0,06	25,5±0,6	0,50±0,02	5,83±0,03	40,7±0,3
Кудряш		К-6424	54,37±1,03	0,75±0,03	26,5±0,5	0,65±0,03	6,11±0,01	40,6±0,5
Полуозимый лен	Двустороннего использования	К-2745	58,50±1,78	0,85±0,05	28,3±0,1	0,45±0,01	6,64±0,22	41,9±0,3
Межеумок		К-5058	55,55±1,11	0,90±0,04	27,3±0,3	0,45±0,01	5,95±0,01	40,7±0,3
Полудолгунец		К-525	62,00±1,01	0,85±0,01	28,4±0,2	0,47±0,01	4,05±0,07	-
Лен-долгунец	Волокнистые	Т-10	88,22±1,23	1,20±0,04	37,7±0,3	0,27±0,01	4,78±0,06	35,3±0,2
		Т-16	73,67±1,05	0,95±0,03	35,4±0,4	0,27±0,01	4,37±0,09	34,3±0,2
		Т-18	82,82±1,08	1,15±0,06	35,1±0,2	0,33±0,01	4,85±0,06	40,0±0,4
$НСР_{05}$			7,09	0,18	2,7	0,12	0,93	1,45

Глава 6. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ РИБОСОМНЫХ ЛОКУСОВ ХРОМОСОМ В АДАПТАЦИИ ЛЬНА

В условиях Западной Сибири при создании скороспелых, высокопродуктивных сортов льна обыкновенного необходимо учитывать такой показатель, как адаптационная устойчивость. Некоторые авторы (Макшин, Назаров, 1976; Дуброва,1989) рекомендуют исследовать в этом плане ядерно-ядрышковые отношения. Показано, что большинство образцов льна, выращенного в Европейской части России, имеет показатель функциональной активности состояния рибосомных локусов хромосом (отношение ядра к ядрышку в клетке) 4,5–4,9. Нами установлено, что при репродуцировании тех же образцов льна в Сибири отмечается его уменьшение на 25 % (Попова, Крепков, Дуброва, 2001, 2003) .

При оценке диких видов и кряжевых льнов установлено, что высокой адаптационной способностью обладают местные образцы К-443, К-445, которые имеют показатель функциональной активности состояния рибосомных локусов хромосом 2,8–3,3 (таблица 3).

Таблица 3 – Адаптационная способность диких видов и кряжевых льнов

Номер образца по каталогу ВНИИЛ	Происхождение	Место и год репродукции				
		ВНИИЛ			ТГСХОС	
		1999		2000	1999	2000
		Отношение ядра к ядрышку в клетке				
К-443	*L. usitatissimum* L. Томская область	1990	3,66±0,15 / 4	3,35±0,09 / 2,5	3,29±0,25 / 7	3,25±0,24 / 7
К-445	*L. usitatissimum* L. Томская область	1992	3,12±0,24 / 7	2,28±0,16 / 5	2,93±0,23 / 7	2,81±0,18 / 6
К-3771	*L. afrikanum* Польша	1992	3,60±0,27 / 7	3,53±0,26 / 7	3,54±0,16 / 4	-
К-1363	*L. angustifolium* безымянный	1993	3,56±0,18 / 5	3,44±0,17 / 5	3,60±0,31 / 8	3,75±0,28 / 7
К-3574	*L. kolchidski* Грузия	1995	3,09±0,11 / 3	-	2,94±0,21 / 7	3,52±0,19 / 5
К-1230	*L.crepitans* Португалия	1992	3,41±0,27 / 7	-	3,21±0,30 / 9	3,29±0,16 / 5

Примечание. В числителе – среднее значение и ошибка среднего, в знаменателе – коэффициент вариации

ВЫВОДЫ

1. Полудолгунцовый подвид льна обыкновенного К-525 характеризуется наиболее коротким вегетационным периодом (70 суток), у скороспелых долгунцов Томский-16 и Томский-10 он на 2–3 дня длиннее. Период развития у подвидов льна масличной направленности на 13–17 суток продолжительнее. Выявлена отрицательная корреляционная зависимость между продолжительностью периода развития и удельной поверхностной плотностью семядольных листьев.

По ростовым показателям лидируют сорта льна-долгунца Томский-10 и Томский-18, достигая наибольших размеров листового аппарата в фазу бутонизации, в то время как подвиды масличного направления и двустороннего использования - в фазу цветения. У волокнистых сортов подвида льна-долгунца выявлена тесная положительная корреляционная связь между длиной междоузлия и содержанием волокна в стебле.

2. Максимальная чистая продуктивность фотосинтеза характерна для фазы цветения, у более продуктивных подвидов льна обыкновенного она остается высокой в фазу зеленой спелости. Наибольшее содержание фотосинтетических пигментов в листьях у волокнистых льнов-долгунцов обнаруживается до фазы цветения, а у масличных подвидов льна обыкновенного и двустороннего использования – в период цветения. Количество зеленых пигментов в коробочках достигает 20%, в стеблях до 50% от их содержания в листьях.

3. В фазу зеленой спелости распределение сухой массы между частями растений соответствует получению их основной продукции: у волокнистого или прядильного подвида льна-долгунца преобладает масса стеблей, у подвидов льна масличного направления – масса коробочек. Оценка подвидов льна обыкновенного по элементам продуктивности (техническая длина стебля, содержание волокна в нем, урожайность соломы) показала лидирующее положение льнов-долгунцов. По элементам семенной продуктивности, числу коробочек и массе в них семян выделились масличный лен кудряш К-6424, по абсолютной массе семян – полуозимый лен К-2745.

4. Дикие виды и местные формы льна характеризуются высоким показателем функциональной активности состояния рибосомных локусов хромосом, что

свидетельствует об их высокой адаптационной способности. При выведении новых сортов льна, устойчивых к неблагоприятным факторам среды, рекомендуется использовать показатель функционального состояния рибосомных локусов хромосом в геноме в качестве теста оценки адаптационной устойчивости.

5. Впервые установлена возможность выявления различий между подвидами льна обыкновенного по их морфометрическим показателям на основе дискриминантного анализа. Статистически доказана наибольшая информативность следующих признаков: биологический урожай соломы, длина вегетационного периода, площадь и масса листьев растения, содержание волокна в стебле, абсолютная масса 1000 семян.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Попова Г.А., Крепков А.П., Дуброва Н.А. Цитологическая изменчивость рибосомных локусов хромосом в механизме адаптации льна // Сибирская аграрная наука III тысячелетия: Тез. докл. конф. молодых учёных СО РАСХН (26 апреля 2000 г., Краснообск). - Новосибирск, 2000.– С. 75–76.

2. Попова Г.А., Крепков А.П., Астафурова Т.П., Зотикова А.П. Морфологическая оценка различных сортообразцов льна по продуктивности на Томской ТГСХОС // Современные проблемы почвоведения в Сибири / Матер. научно-практической конф., посвященной 70-летию образования кафедры почвоведения в ТГУ.– Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000.– 2.– С. 394–398.

3. Попова Г.А., Крепков А.П. Оценка различных сортообразцов льна по морфофизиологическим показателям // Реакция растений на глобальные и региональные изменения природной среды / Тез. докл. Всероссийского совещания, 25-29 сентября 2000 г. – Иркутск, 2000. – С. 76.

4. Попова Г.А., Крепков А.П., Дуброва Н.А. Изменчивость рибосомных локусов хромосом – цитоморфологический тест в механизме адаптации льна // Итоги и перспективы развития селекции, семеноводства, совершенствования технологии возделывания и первичной переработки льна-долгунца / Матер. международной научно-практической конф., посвящённой 70-летию Всероссий-

ского ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института льна, состоявшейся 16–18 ноября 2000 г. – Торжок, 2000. – С. 54–55.

5. Крепков А.П., Попова Г.А. Влияние смешанного посева льна-долгунца на продуктивность // Сборник трудов Томского сельскохозяйственного института НГАУ. – Томск, 2001. – Вып. 4. – С. 32–34.

6. Попова Г.А., Крепков А.П. Сравнительный анализ продуктивности льна по морфофизиологическим параметрам //Актуальные вопросы экологической физиологии растений в XXI веке / Тез. докл. Международной конф. (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 1–6 октября 2001 г.). – Сыктывкар, 2001. – С. 309–310.

7. Попова Г.А., Крепков А.П., Дуброва Н.А. Оценка адаптационной устойчивости льна по цитоморфологическим показателям //Актуальные вопросы экологической физиологии растений в XXI веке / Тез. докл. Международной конференции (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 1–6 октября 2001 г). – Сыктывкар, 2001.– С. 310.

8. Попова Г.А., Крепков А.П. Анализ продуктивности скороспелых сортов льна по морфофизиологическим параметрам. // Сборник трудов Томского сельскохозяйственного института НГАУ.– Томск, 2002 . – вып. 5.– С. 9–13.

9. Попова Г.А., Крепков А.П. Онтогенетическая динамика фотосинтетической деятельности растений льна в связи с их продуктивностью // Сибирский вестник сельхоз. науки. – 2003.– № 2. – С.48–53.

10. Попова Г.А., Крепков А.П., Дуброва Н.А. Цитологический тест адаптации льна в условиях Сибири // Ботанические исследования в азиатской России. XI съезд Русского ботанического общества (17–27 августа 2003 г. – Новосибирск – Барнаул). – Барнаул, 2003.– С. 89–90.

11. Попова Г.А., Крепков А.П. Особенности формирования и распределения фотосинтетических пигментов в растении льна в условиях Сибири. // V Съезд Общества Физиологов растений России / Международная конф. «Физиология растений – основа фитобиотехнологии» (Пенза, 15–21 сентября 2003г.). – Пенза, 2003. – С.66–67.

12. Соловьева Т.П., Попова Г.А., Калиниченко В.А. Серые лесные почвы сопряженных ландшафтов / Вопросы географии Сибири. – Томск: ТГУ, 2003. – Вып.25. – С.163–165.

13. Попова Г.А., Крепков А.П. Характеристика продуктивности скороспелых сортов льна по морфофизиологическим параметрам // Сибирский вестник сельхоз. науки. – 2005 (в печати).