

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГУ «Российский центр сельскохозяйственного консультирования»

**Специализированные ресурсосберегающие
технологии возделывания льна-долгунца на
волокно и семена**

Производственные рекомендации

Москва, 2010

Авторский коллектив:

Чекмарёв П.А., член-корреспондент РАСХН, доктор сельскохозяйственных наук, МСХ РФ;

Карпунин Б.Ф., кандидат сельскохозяйственных наук, ВНИИ механизации льноводства, г. Тверь;

Савенко В.Г., доктор сельскохозяйственных наук, ФГУ «Российский центр сельскохозяйственного консультирования»;

Карацеева Ю.Б., экономист, Тверская государственная сельскохозяйственная академия.

УДК 633.521

Специализированные ресурсосберегающие технологии возделывания льна-долгунца на волокно и семена. - М: ФГУ РЦСК, 2010. - 92 с, ил.

Приведён краткий анализ технологий возделывания льна-долгунца и технологические причины стагнации отрасли льноводства в России. Подробно изложены специализированные технологии производства льна на волокно и на семена: бонитировка почв для льна-долгунца, прогнозирование и планирование урожайности, приёмы обработки почвы, расчёт доз удобрений на конкретный участок поля, контроль качества льнопродукции, оценка экономической эффективности производства тресты. Рекомендации направлены на получение высококачественного льноволокна для обеспечения эффективного сбыта и высокой рентабельности отрасли льноводства.

Рекомендации предназначаются для учёных, преподавателей и специалистов-практиков, занятых в отрасли льноводства.

© Карпунин Б.Ф., Карацеева Ю.Б., 2010.

Содержание

Введение

1. Возделывание льна на волокно

1.1 Природно-климатические условия размещения производства

1.2 Выбор сорта и планирование урожайности.

2.3 Влияние почвенного плодородия, расчёт доз удобрений и севооборот.

2.4 Агротехника выращивания льна на волокно

2.5 Уборка на волокно и приготовление тресты

2. Контроль качества льнопродукции.

3. Сорт и качество льноволокна.

4. Производство посевных семян льна-долгунца

6. Экономическая эффективность дифференциации технологий возделывания льна на семена и волокно

Заключение

Литература

Приложение

Введение

Цель настоящей публикации – вооружить льноводов-практиков современными знаниями для успешного выращивания высоких и качественных урожаев льноволокна. Необходимость в такой книге возникла уже давно: кадры опытных льноводов на селе редуют, а последовательное и длительное падение объёмов производства льнопродукции в России приобрело характер затяжной стагнации.

Рекомендации касаются центральных и северных областей возделывания льна-долгунца, но могут быть использованы в любой зоне. При этом мы не ставили своей целью дать исчерпывающую информацию по технологиям, а обращаем внимание производителей на особенности осуществления различных технологических подходов в климатических условиях льноводной зоны Российской Федерации. Более подробную информацию по применению средств защиты растений, различных форм удобрений, сельскохозяйственных машин можно найти в соответствующей специальной литературе. Приведённые ниже сведения являются результатом компиляции знаний мирового, отечественного льноводства и собственного опыта авторов по выращиванию льна-долгунца. Для того чтобы точно указать сроки проведения тех или иных агротехнических мероприятий, привязанных к фазам развития льна, в Приложении 1 приведена международная шкала онтогенеза льна ВВСН (8, 9).

Качество российского льноволокна и его урожайность в начале 21 века остаются на низком уровне. Большинство льноводов видит выход из сложившейся ситуации в импорте европейских машин и рекомендаций. Однако опыт последних двух десятилетий позволил сделать однозначный вывод: механическое перенесение европейского опыта не гарантирует существенной прибавки в урожайности и его качестве даже при насыщении специализированной техникой в инвестиционных проектах. Дело в том, что

короткое лето льноводной зоны России чаще всего не позволяет получить хороший урожай семян и приготовить высококачественную тресту одновременно. Поздно вытеребленный для получения посевных семян лён попадает в неблагоприятные погодные условия и теряет то потенциальное качество, которое сформировалось в процессе вегетации. Опыт таких хозяйств, как СПК «Победа», колхоза «Мир», ООО «Северный лён» Тверской области и многих других по стране подтверждает это. В любом случае, качество тресты с полей, где получен хороший урожай семян в среднем существенно хуже, чем со льна ранней уборки, без семян. Очень часто хозяйства нарушают технологию и не проводят оборачивание лент при приготовлении льнотресты.

Проблема культуры льна в нашей стране заключается в том, что полученное в переработке длинное волокно является низкокачественным – с низким средним номером (около десяти) и неоднородным по физическим свойствам. Это является причиной крайне низкого спроса на длинное трёпаное льноволокно российского производства как на внешнем, так и на внутреннем рынке и последовательное падение объёмов производства льнотресты и волокна. На общем фоне улучшения положения в аграрном секторе страны льноводство России к 2010 году представляет собой слаборазвитую и уменьшающую объёмы производства отрасль, несмотря на значительные усилия государства и инвесторов. Основная причина такой стагнации заключается в неправильной, с технологической точки зрения, организации сельскохозяйственного производства льнопродукции (таблица 1).

Таблица 1. Сравнительные отличия существующих и адаптированных технологических рекомендаций возделывания льна-долгунца.

Особенности технологии	Необходимые адаптации
-------------------------------	------------------------------

возделывания льна (существующие рекомендации)	технологии возделывания льна для приготовления тресты росяной мочки
Создание и выращивание раннеспелых и среднеспелых сортов льна, заведомо уступающих по урожайности и устойчивости к полеганию позднеспелым сортам.	Создание и выращивание урожайных и устойчивых к полеганию сортов независимо от срока созревания
Многолетняя и многоступенчатая система промышленного семеноводства, основанная на постепенном увеличении нормы высева от 8 -10 млн шт/га семян (маточная элита) до 18 млн шт/га на 4 семеноводческой репродукции	Ускоренное размножение семян от маточной элиты до выходной репродукции (1 или 2) в разреженных посевах (6 – 7 млн шт/га) в специализированных посевах или хозяйствах *.
Система удобрения, направленная на создание умеренного фона минерального питания из-за опасности полегания посевов в поздние периоды созревания семян	Система удобрения, направленная на получение максимального урожая волокна в ранние фазы созревания. Дифференциация доз минеральных удобрений по срокам и нормам высева
Пониженные нормы высева 18 – 22 млн шт/га семян, с учётом выживаемости приводящие к густоте перед уборкой не более 15 – 19 млн растений на га	Формирование стеблестоя с густотой перед уборкой 26 – 30 млн. растений на гектаре
Ранний срок посева	Распределённые по времени сроки сева в пределах агротехнической нормы
Поздняя уборка в фазах, когда семена созрели	Ранняя и сверхранняя уборка при достижении волокном в стеблях

	наилучших кондиций по качеству
Защита льна от сорняков фитотоксичными баковыми смесями гербицидов	Защита от сорняков пониженными дозами гербицидов до уборки в ранние фазы созревания (начало зелёной спелости)
Рекомендации получения семян в льноводных хозяйствах одновременно с производством тресты	Производство посевных семян отдельно от производства тресты

*более эффективно в Южном Федеральном округе РФ по специальной семеноводческой технологии.

Технология возделывания льна, которая является основой современных отечественных научных рекомендаций (3,4), недостаточно адаптивна и требует существенных изменений. Это положение более чем актуально, так как вся волокнистая часть урожая льна-долгунца в настоящее время сдаётся на льнозаводы трестой росяной мочки. В этих условиях необходимы усилия со стороны агрономической науки:

- требуют пересмотра технические параметры на вновь создаваемые сорта и усовершенствование методики селекции;
- приведение системы первичного семеноводства в соответствие с генетическими особенностями культуры льна;
- адаптации системы удобрения в льняном севообороте, норм высева, обработки почвы, применения гербицидов.

Существующая неадаптивность технологических рекомендаций к реальным условиям сельскохозяйственного производства является первой причиной, из-за которой усилия государства и возникающих время от времени инвесторов в льняной отрасли так и не смогли сделать лён рентабельной культурой (1).

Решающим условием, которое определяет необходимость тех или иных технологических операций в течение непродолжительного российского лета, является разделение технологии возделывания льна-долгунца на две ветви:

- товарное производство тресты, волокна;

- производство посевных семян высоких кондиций (7).

Главное отличие семеноводческой технологии заключается в том, что размножение сортов происходит в сильно разреженных посевах (6 млн. растений на гектар) до выходной репродукции включительно, урожай волокнистой части рассматривается как побочный и подлежит использованию в соответствии с возможностями конкретного хозяйства. С другой стороны, технология на товарных посевах направлена исключительно на получение устойчивых высоких урожаев волокна максимально возможного качества. Уборка урожая семян (здесь – технических) может не планироваться, либо будет невозможна из-за проведения комплекса мероприятий для получения высокой урожайности льнотресты.

1. Возделывание льна на волокно

В мировой практике льносырьё на перерабатывающие предприятия реализуют в виде льняной соломы или тресты.

Реализация льносырья соломой происходит с дальнейшей переработкой на луб, или приготовлением тресты в заводских условиях путём тепловой мочки, либо с применением ферментов. Поскольку производство луба в России не налажено, цеха тепловой мочки прекратили существование на отечественных льнозаводах ещё в прошлом веке, а производств ферментативной мочки ещё не существует, то технология возделывания льна для реализации соломой в данной публикации описана менее подробно.

Технология выращивания льна на волокно с реализацией **трестой росяной мочки** имеет следующие особенности:

- Загущённый посев, обеспечивающий 26 – 30 и более миллионов на гектар растений к уборке. Более устойчивые к полеганию сорта высеваются максимальной нормой.
- Внесение повышенных доз удобрений.
- Уборка (теребление) до полегания стеблестоя в фазы конца цветения – зелёной спелости.

2.1 Природно-климатические условия размещения производства

Возделывание льна-долгунца на волокно с приготовлением тресты методом росяной мочки распространено в довольно широком ареале северо-запада, центра Нечернозёмной зоны России, на Алтае, Сибири. В таблице 2 показаны необходимые для развития растения льна ресурсы тепла и влаги.

Таблица 2. Потребность в тепле и влаге у позднеспелых сортов льна при выращивании на волокно и семена (загущённые посевы).

Фенологические фазы льна-долгунца	Продолжительность фенофаз		Суммы температур и осадков			
	сутки	%	t°C	%	осадки	%
Посев- начало всходов (фазы 00 - 08)*	8	6.8	91.9	5.3	14.5	5.5
Всходы (фаза 09 - 10)	5	4.3	62.4	3.6	7.9	3.0
"Ёлочка" (фаза 11 - 19)	16	14.2	217.7	12.6	39.8	15.2
Быстрый рост (фаза 30 - 39)	20	17.1	305.2	17.6	49.8	19.0

Бутонизация (фаза 50 - 57)	7	6.7	126.2	7.3	16.6	6.3
Цветение (фаза 58 - 67)	8	7.3	148.7	8.6	17.2	6.6
Всего на образование волокна**	64	57	952	55	146	56
Зелёная спелость (фаза 69 - 79)	25	22.3	418.5	24.2	66.2	25.2
Ранняя жёлтая – полная спелость (фазы 83 - 90)	24	21.2	360.3	20.8	50.5	19.2
Всего на созревание семян	49	43	779	45	117	44
Период вегетации (до полной спелости)	113	100	1731	100	263	100

Примечания: * - фазы развития льна приведены в приложении 1;

** - вегетационный период разделён на период образования волокна и созревание семян условно, с целью обоснования технологических решений.

На образование высококачественного товарного волокна растению льна позднеспелого сорта требуется в среднем чуть более двух месяцев, около 1000 градусов активных температур, сопровождаемых полутора сотнями миллиметров осадков. Это составляет 55 – 56% от потребности во всех ресурсах для льна (до достижения технической спелости волокна). Такие возможности существуют во всех областях России, в которых льноводство имело распространение в 18 - 20 веках. В фазе зелёной спелости лён потребляет 15% тепловых и водных ресурсов. Всего лён-долгунец на формирование урожая волокна в товарных посевах (1.5 т/га и более) тратит половину тепловых и водных ресурсов, поглощаемых им за вегетационный период. Следует иметь в виду, что приготовление льнотресты требует ещё примерно 200 - 350 градусов активных температур при регулярном увлажнении. Вторая половина потребляемых климатических ресурсов используется льном на созревание плодов и семян, из них на фазы от ранней жёлтой до полной спелости приходится примерно треть всех ресурсов. В

отличие от первой половины вегетации, в которую формируется волокно, созревание семян не требует большого количества осадков, основную роль играет сумма температур. Эти закономерности следует учитывать при агроэкологическом размещении зон семеноводства и товарных посевов льна-долгунца.

2.2 Выбор сорта и планирование урожайности.

Правильный выбор сорта имеет очень большое значение для получения качественной льнопродукции.

Концепция развития специализированных технологий путём дифференциации на семеноводческие (без приготовления тресты) и товарные (только на волокно и технические семена) ставит вопрос: какие сорта нужны в производстве? Эта проблема ощущается весьма остро, хотя в «Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию» имеются более сорока сортов льна-долгунца.

Сорт в льноводстве играет основную роль, так как именно сортовые свойства определяют технологию возделывания на волокно. До двух тонн волокна при уборке вручную получали на низко волокнистом сорте Светоч в середине прошлого века. Биологическая урожайность старых сортов кряжевого происхождения (806/3, 1288₁₂, Светоч и др.) по данным государственного сортоиспытания составляла 10 - 20 центнеров волокна с 1 гектара. В 50-х 60-х годах 20 века в СССР передовые льноводы, обеспечивая густоту посевов 2500 - 3000 растений на 1 квадратный метр, получали до 1,5 - 2 тонн волокна и 15 - 20 центнеров семян с гектара. Это были предельные показатели, средние уровни урожайности были много ниже.

Следует констатировать, что урожайность льносоломы за десятилетия возделывания селекционных сортов практически осталась на одном уровне или даже снизилась, весь прогресс в урожайности волокна произошёл за счёт

применения в производстве новых сортов с повышенным содержанием волокна и устойчивостью к полеганию. В 70-х - 80-х годах прошлого столетия в СССР были созданы сорта льна-долгунца, средние характеристики которых близки к параметрам современных отечественных сортов. Такие сорта, как Торжокский-4, Могилёвский и некоторые другие позволяли получить пригодный к механизированной уборке стеблестой с урожайностью волокна 10, а в благоприятных условиях – 17 и более центнеров волокна с 1 га. Биологический потенциал урожайности этих сортов - 30 и более центнеров волокна.

Одновременно, с внедрением механизированной уборки льна на раннеспелых и среднеспелых сортах вынужденно рекомендовались пониженные нормы высева семян для увеличения устойчивости посевов к полеганию. Нормы были снижены до 25 млн./га, а затем до 20-22 млн. К настоящему времени допускается посев с нормой 18 млн./га всхожих семян. К уборке остаётся 1200 – 1600 растений на 1 квадратный метр, что существенно ограничивает качество, а также урожайность 6 -12 ц/га всего волокна. Проблема с отечественными сортами является одной из слагаемых в общей проблеме конкурентоспособности российского льна. Современные отечественные сорта льна, обладая такими полезными признаками, как высокое содержание волокна, устойчивость к ржавчине и фузариозу, нередко хорошим качеством волокна, всё больше проигрывают европейским сортам и становятся всё менее конкурентоспособными на рынке сортов.

Первое и самое главное, что отличает европейские сорта – это высокая устойчивость к полеганию в загущённых посевах и возможность формировать пригодный к механизированной уборке урожай с высокой густотой стеблей. Это означает, что урожай при прочих равных условиях получается больший и более качественный (из тонкостебельного льна) на устойчивых к полеганию сортах. Для европейских сортов норма высева на

15 – 30% выше, чем у отечественных. На позднеспелых, устойчивых к полеганию сортах реальностью стало получение 2.5 – 3 тонн длинного волокна с гектара и более.

С другой стороны, недостаточная устойчивость к полеганию отечественного сорта и, вследствие этого, пониженная густота стояния растений может быть в определённой степени компенсирована высоким содержанием волокна в стеблях и продуктивностью отдельных растений, когда толщина стебля может увеличиваться до 2.3 – 2.5 мм и более. Это часто и происходит в посевах отечественных сортов льна. При этом сильно страдает качество волокна.

Урожайность соломы льна-долгунца зависит от того, к какой группе по скороспелости относится сорт. У более позднеспелых сортов дольше период от фазы «ёлочка» до фазы цветения и растения льна в среднем получают более мощные и высокорослые, чем растения раннеспелых сортов льна. Однако в решающей степени урожайность соломы зависит от уровня минерального питания, в частности от содержания подвижных форм азота в почве. Получить рекордный урожай соломы при хорошем минеральном питании можно на любом сорте льна. Основной вопрос заключается в том, что удастся ли его убрать не полёгшим (таблица 3).

Таблица 3. Биологическая урожайность соломы, определяющая устойчивость к полеганию селекционных сортов льна-долгунца (в среднем по данным многолетних опытов и государственного сортоиспытания), ц/га.

Группы сортов по устойчивости к полеганию	Балл устойчивости к полеганию			
	2,5	3,0	3,5	4,0
1. Устойчивые – Росинка, Мерилин и др.	91	80	70	60
2. Среднеустойчивые – Могилёвский, Могилёвский-2 и др.	71	61	50	40

3. Недостаточно устойчивые: Славный-82, Тверца, А-29 и др.	60	50	39	29
--	----	----	----	----

К группе устойчивых к полеганию сортов относятся практически все современные европейские позднеспелые сорта и отечественный сорт Росинка. Среднеустойчивы к полеганию современные отечественные сорта, недостаточно устойчивы подавляющее большинство известных раннеспелых сортов. Используя приведённую таблицу можно приблизительно установить, какую максимальную урожайность целесообразно планировать для каждого конкретного сорта льна. С учётом того, что хозяйственная урожайность в реальном производстве на 20 – 25% в среднем ниже биологической, за точку отсчёта лучше принять урожайность, соответствующую баллами 3.5 и 4, то есть для неустойчивых к полеганию сортов это будет 35 ц/га, для среднеустойчивых – 45 ц/га, устойчивых – до 60 – 65 ц/га льнотресты. Для производства волокна в качестве общих рекомендаций по выбору сорта можно сделать следующие. При невысокой культуре земледелия, недостаточно развитом агрокомплексе в хозяйстве и планировании вследствие этого урожайности тресты до 25 ц/га можно выращивать любые отечественные районированные сорта. Однако стоит учесть, что при благоприятных погодных условиях, когда резко увеличивается коэффициент использования питательных веществ льном из почвы и удобрений, неустойчивые к полеганию сорта могут наращивать урожай соломы, достаточный для массового полегания. Поэтому планировать высокие урожаи на таких сортах нет необходимости, их следует размещать на участках с умеренным почвенным плодородием, вносить умеренные дозы удобрений.

Хозяйствам, имеющим природные и экономические ресурсы для получения высоких урожаев соломы и волокна, лучше сосредоточиться на выращивании высокоустойчивых к полеганию сортов льна, которые обычно

являются позднеспелыми. Агротехнические мероприятия при этом планируются максимум на урожай 50 ц/га.

Таким образом, реальная урожайность сорта в производстве в первую очередь пропорциональна устойчивости сорта к полеганию. Содержание волокна при этом имеет подчинённое значение, отражая качество соломы или тресты (её номер).

Далее для планирования урожайности необходимо оценить местные условия производства и ответить на вопрос: какую возможную урожайность можно получить на конкретных полевых участках в климатических условиях хозяйства?

2.3 Влияние почвенного плодородия, расчёт доз удобрений и севооборот.

На развитие растений льна большое влияние оказывает плотность почвы. На уплотнённой почве всходы могут появиться более дружно и быстро, чем на более рыхлой, однако впоследствии лён сильно задерживается в росте и потери урожая могут достигать значительных величин. В зависимости от механического состава оптимальной следует считать плотность почвы $1.2 - 1.3 \text{ г/см}^3$.

Факторы почвенного плодородия могут оказывать разно направленное влияние на урожайность соломы и волокна в различных условиях. Определить, насколько почвы конкретного участка, поля пригодны для возделывания культуры можно при помощи частного бонитета почвы. Бонитировку почв относительно культуры льна при средней и высокой обеспеченности фосфором предлагается осуществлять по следующей шкале (содержание окиси калия – по Кирсанову, таблица 4).

Таблица 4. Бонитировка дерново-подзолистой почвы для льна-долгунца для получения волокнистой части урожая (зона избыточного увлажнения)

Содержание гумуса, %	Кислотность (pH _{kcl})	Содержание K ₂ O мг на 100 г почвы	Балл бонитета		
			Супесчаные	Легкосуглистые	Среднесуглистые
<1,0	4,0 - 4.3	<10	34	35	36
		10-20	44	46	46
		>20	53	55	55
	4,4-5,0	<10	37	39	38
		10-20	48	50	50
		>20	58	61	62
	5,0-5,8	<10	40	43	44
		10-20	51	55	56
		>20	62	66	67
	>5,8	<10	34	36	35
		10-20	46	49	48
		>20	52	56	55
1,0-1,5	4,0 - 4.3	<10	41	43	42
		10-20	53	56	56
		>20	64	67	68
	4,4-5,0	<10	45	49	50
		10-20	57	62	63
		>20	70	77	78
	5,0-5,8	<10	48	52	52
		10-20	61	67	67
		>20	74	82	82
	>5,8	<10	40	42	41
		10-20	55	60	59
		>20	62	68	67
выше 1,5 (не более 2,5)	4,0 - 4.3	<10	48	49	48
		10-20	62	66	63
		>20	75	75	72
	4,4-5,0	<10	52	55	54
		10-20	67	74	72
		>20	82	90	88
	5,0-5,8	<10	56	62	61
		10-20	71	78	76

		>20	87	96	94
		<10	48	48	44
	>5,8	10-20	60	60	57
		>20	70	70	67

Исходя из данных таблицы 1 прогнозируют возможную урожайность на конкретном участке поля исходя из его агрохимических показателей.

Лён-долгунец рекомендуется выращивать на супесчаных, легко- и среднесуглинистых почвах. Выращивание льна на песчаных и тяжелосуглинистых почвах сопряжено с большим риском потерь урожая. В первом случае (на песках) из-за недостатка влаги в критические фазы роста («ёлочка», быстрый рост, бутонизация), во втором (на тяжёлых почвах) - из-за возможного переувлажнения как в критические фазы развития, так и из-за повышенной вероятности неблагоприятных условий в период уборки и приготовления тресты.

Урожайность соломы и волокна льна изменяется не пропорционально изменению агрохимических факторов почвенного плодородия. Так, снижение кислотности почвы от $pH_{KCl} = 3.5 - 4$ до 5 и до оптимального для льна 5.3 - 5.6 может приводить к существенному повышению урожайности соломы и волокна на 20 - 50%. Дальнейшее снижение кислотности часто отрицательно сказывается на урожайности, сопровождается снижением доступности для льна некоторых макро- и микроэлементов. Снижение урожайности может происходить и при чрезмерном возрастании содержания доступного фосфора вследствие постепенного закисления почв. Возможные ограничения применения фосфорных удобрений на льне, рассчитанные на данных ВНИИЛ (6), показаны на рисунке 1.

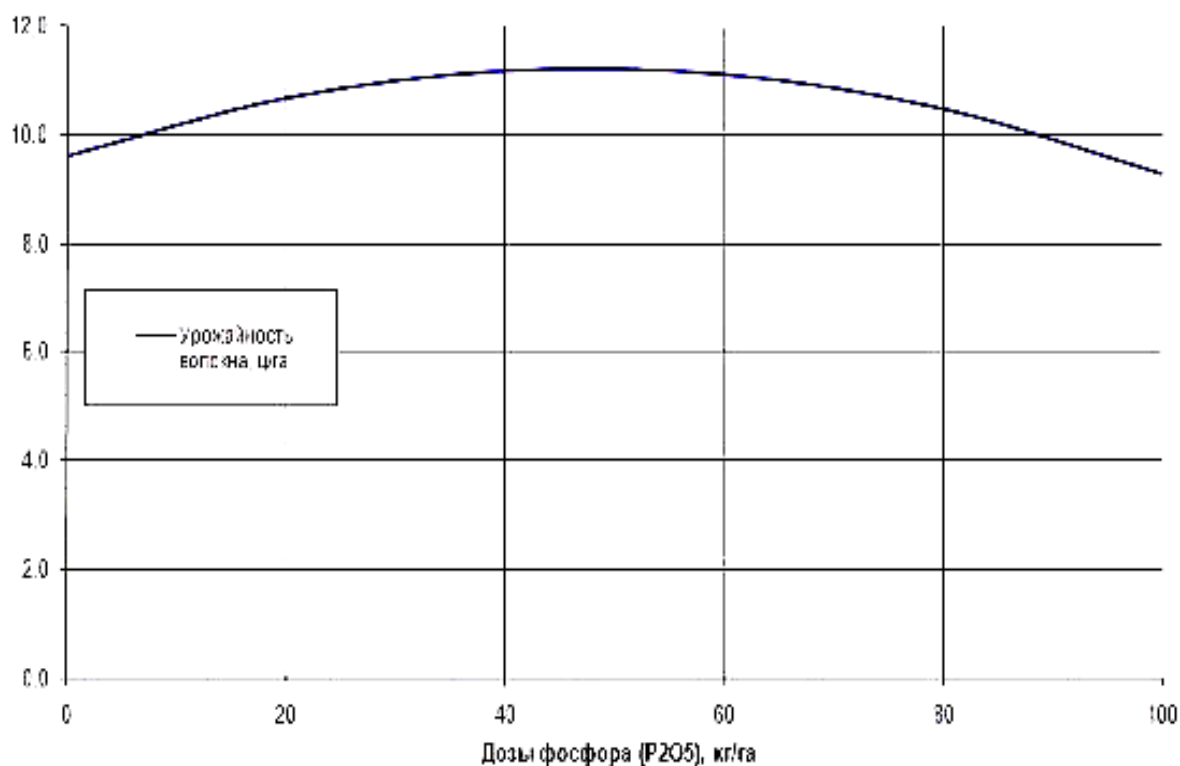


Рисунок 1. Эффективность применения фосфорных удобрений при сбалансированном азотно-калийном питании на супесчаной почве (обеспеченность почвы фосфором средняя).

Одностороннее фосфорное питание может приводить к снижению урожайности. Снижение урожайности волокна наступает при избытке доступного фосфора в почве тем сильнее, чем выше поглотительная способность почвы (например, на среднесуглинистой почве). Следует рассчитывать дозы фосфорных удобрений соответственно потребности льна

на каждом конкретном участке поля. Для льна достаточным уровнем можно считать содержание 120 - 180 мг доступного фосфора на кг почвы. Дальнейшее увеличение содержания фосфора в почве не сопровождается повышением урожайности, а следовательно и бонитета почвы для льна. Анализ результатов возделывания льна в длительном стационарном опыте ВНИИ льна (6) показал, что эта культура обладает способностью поглощать питательные элементы даже из малоплодородной почвы в благоприятных метеорологических условиях.

Исходя из выше сказанного, планируемый урожай тресты, определённый по степени устойчивости сортов к полеганию корректируется в сторону уменьшения при бонитете почвы 50 и ниже; если бонитет почвы более 70, то можно с большей вероятностью планировать урожайность, близкую к максимальной. При окончательном определении уровня планируемой урожайности тресты необходимо учесть среднюю многолетнюю урожайность льнопродукции в хозяйстве.

В реальных полевых условиях урожайность и качество льна-долгунца часто снижается из-за смещения концентрации доступных макро - и микроэлементов в неблагоприятную для льна сторону. Это может происходить вследствие одностороннего агрохимического воздействия на почвы в прошлые годы (неправильное известкование и избыточное внесение фосфорных удобрений по нормативному принципу). Кроме того, из-за неравномерного распределения известковых материалов по поверхности почвы на участках, где происходит заболевание, pH_{KCl} повышается до значений 7 - 7,7, гидролитическая кислотность может снижаться до 0,3 мг-экв/100 г почвы, а сумма поглощённых оснований увеличиваться до 50 мг-экв/100 г почвы (6). При pH_{KCl} почвенного раствора слабокислой или близкой к нейтральной существенно снижается доступность бора, меди, других микроэлементов, особенно сильно - цинка.

Ввиду того, что подобное воздействие происходит на фоне избытка кальция, удобен термин «кальциевый хлороз с признаками дефицита цинка».

Для уточнения влияния показателей почвенного плодородия на урожайность на конкретном полевом участке удобно использовать статистические модели прогноза снижения урожайности соломы от кальциевого хлороза. Формулы имеют следующий вид для средне окультуренной дерново-подзолистой почвы (возможно использование любой из этих формул):

$$Y' = -1,28 + 0,12 \times S_{\text{ОСН}} + 0,001 \times P_2O_5 - 0,0006 \times K_2O, \quad [1]$$

$$Y' = 4,05 - 1,43 \times H_{\Gamma} + 0,003 \times P_2O_5 - 0,002 \times K_2O, \quad [2]$$

$$Y' = -10,5 + 1,75 \times pH_{\text{KCl}} + 0,0008 \times P_2O_5 - 0,003 \times K_2O, \quad [3]$$

где Y' - поражение кальциевым хлорозом (физиологическое угнетение), относительный балл;

$S_{\text{ОСН}}$ - сумма поглощённых оснований, мг-экв/100 г,

P_2O_5 - содержание P_2O_5 в почве, мг/кг,

K_2O - содержание K_2O в почве, мг/кг почвы,

H_{Γ} - гидролитическая кислотность, мг-экв,

pH_{KCl} - водородный показатель солевой вытяжки почвы.

Развитие кальциевого хлороза (P_{CA}) рассчитывается по формуле:

$$\text{если } Y' \text{ меньше } 0, \text{ то } P_{\text{CA}} = 0\%; \quad [4]$$

$$\text{если } Y' > 1, \text{ то } P_{\text{CA}} = 100\%; \quad [5]$$

$$\text{если } Y' < 1, \text{ то } P_{\text{CA}} = Y' \cdot 100\%. \quad [6]$$

Вредоносность заболевания прямо пропорциональна развитию хлороза и рассчитывается по формуле:

$$Y_{\text{хл}} = Y \times (100 - P_{\text{СА}}) / 100 \quad [7]$$

где Y - ожидаемая урожайность соломы льна;

$P_{\text{СА}}$ - развитие кальциевого хлороза с дефицитом цинка согласно предыдущей формуле.

Вредоносность заболевания на поле также может быть прогнозирована по степени насыщенности почвы основаниями (при $pH_{\text{КСI}} > 6$):

$$\Delta Y = 6,78 - 1,07 \times S_{\text{ОСН}} + 0,15068 \times (S_{\text{ОСН}})^2 - 0,0027 \times (S_{\text{ОСН}})^3 \quad [8]$$

где ΔY - относительное снижение урожайности, ц/га;

$S_{\text{ОСН}}$ - сумма поглощённых оснований, мг-экв/100 г.

Применение этих моделей в конкретных полевых условиях позволяет с достаточной точностью предсказать снижение урожайности при смещении агрохимических показателей почвенного плодородия в сторону, приводящую к физиологическому угнетению льна.

Дозы фосфорных и калийных удобрений под лён определяют путём частичной или полной компенсации их выноса урожаем.

Дозы фосфорных удобрений:

$$D_P = P \times B \times (2,07 - 0,0162 \times P_2O_5 + 0,0000295 \times (P_2O_5)^2), \quad [9]$$

где D_P - доза фосфора, кг/га действующего вещества;

P - планируемая урожайность соломы, т/га;

B - вынос фосфора на тонну соломы с учётом семенной части урожая, кг (5,5 кг/т);

P_2O_5 - содержание фосфора в почве (мг/кг).

Ограничение модели: содержание P_2O_5 от 25 мг/кг до 300 мг/кг.

Дозы калийных удобрений:

$$ДК = П \times В \times (2.38 - 0.00927 \times K_2O), \quad [10]$$

где ДК- доза калия, кг/га действующего вещества;

П - планируемая урожайность соломы, т/га;

В - вынос калия на тонну соломы с учётом семенной части урожая, кг(19.4 кг/т);

K_2O - содержание калия в почве (мг/кг).

Ограничение модели: содержание K_2O в почве от 30 мг/кг до 200 мг/кг (по Кирсанову). При низких дозах азотных удобрений ($N 0 - 20$ кг) и при высоком содержании калия в почве дозу калия вносить не менее 16 - 20 кг на тонну планируемого урожая соломы. На фоне высоких доз азотных удобрений следует пропорционально уменьшить дозу калийных удобрений, так как доступность калия увеличивается. При определении доз калийных удобрений на различных типах почв следует ограничивать применение калийсодержащих препаратов таким образом, чтобы доля обменного калия в общей сумме поглощённых оснований не превышала 5%.

Доза азотных удобрений на планируемый урожай рассчитывается, исходя из эмпирических формул, полученных из опытов со льном-долгунцом.

а). Упрощённый расчёт доз азотных удобрений. Может быть применён для традиционной технологии при необходимости сбора как урожая соломы (тресты), так и семян.

Средний вынос элементов питания на одну тонну льносоломы с учётом побочной продукции составляет: азот - 13,3 кг, фосфора - 5,5 кг, калия - 19,4 кг (6).

При возделывании льна для получения соломы и одновременно семян азотные удобрения вносят таким образом, чтобы ограничить

урожайность и снизить вероятность полегания посевов до фазы жёлтой спелости (фаза ВВСН 85 - 90). Для зоны избыточного увлажнения практикуют умеренные дозы азотных удобрений (0 -30 кг/га). Конкретную дозу удобрений для традиционной технологии производства (на льнотресту и льносемена) можно рассчитать по формулам, имея ввиду, что средний коэффициент перевода из соломы в тресту (умочка) составляет 0.75 - 0.8:

$$DN = (27-15 \times \Gamma) \times \ln(\Pi), \quad [11]$$

где ДN- доза азота, кг/га действующего вещества;

Г - содержание гумуса в почве, %;

П - планируемая урожайность соломы, ц/га;

ln – натуральный логарифм.

На бедных гумусом почвах при получении высоких расчётных доз азотных удобрений их следует ограничить и вносить не более 30 -40 кг/га.

Формулу [11] можно использовать и при расчёте доз азотных удобрений для специализированной товарной технологии производства тресты. В этом случае дозу азотных удобрений сверх 30 – 40 кг/га целесообразно дать в подкормку с обязательным определением целесообразности проведения данной операции.

б). Расчёт доз азота при выращивании льна для получения тресты методом росяной мочки (максимально возможных урожаев для конкретных условий выращивания) без сбора семян с уборкой в зелёной спелости до проявления полегания льна осуществляют в следующей последовательности.

Лён-долгунец в среднем выносит из почвы 24% азота, 10% фосфора, 20% калия, из минеральных удобрений – 55% азота, 20% фосфора, 70% калия.

Содержание азота в среднем составляет 0.84 кг на 1 центнер соломы. Определяем вынос планируемым урожаем соломы:

$$B = \Pi \times A\%, \quad [12]$$

где Π – планируемая урожайность льносолемы, ц/га;

$A\%$ - содержание азота в льносолеме (0.84).

Коэффициент перевода питательных веществ из мг/100 г почвы в кг/га:

для суглинистых почв

$$КП = -1.7 + 1.26 \times M, \quad [13]$$

для супесчаных почв

$$КП = -2.1 + 1.367 \times M \quad [14]$$

где M – мощность пахотного горизонта, см.

Возможный вынос доступного азота урожаем льна из почвы:

$$BУ = N \times КП \times 0,24 \quad [15]$$

где N – среднее содержание доступного азота в почве, мг/100 г.

При отсутствии данных о среднем содержании азота можно приблизительно считать его равным 3% от количества гумуса в пахотном горизонте почвы.

Возможная урожайность соломы за счёт эффективного плодородия почвы по азоту, ц/га:

$$У_{эфф} = BУ / 0,84. \quad [16]$$

Разница с планируемой (прогнозируемой) урожайностью:

$$\Delta У = \Pi - У_{эфф}. \quad [17]$$

Если разница отрицательна или равна нулю, то азот не вносится. Недостающее количество азота рассчитывается на полное удовлетворение потребности растений:

$$D_N = (\Delta Y \times 0.84) / 0.55, \text{ кг/га.} \quad [18]$$

0.55 – минимальный коэффициент использования азота из туков.

Содержание доступного азота в почве сильно варьирует в зависимости от многих факторов: содержания органических веществ, температуры, условий увлажнения, микрорельефа поверхности почвы и т.п. Поэтому внесение расчётных доз азотных удобрений должно обязательно сопровождаться регулярным обследованием полей в течение первого месяца роста льна и корректировкой азотного питания путём внесения подкормок. Азот вносят весной под предпосевную обработку, либо под рядок семян льна на глубину 8 - 10 сантиметров. Чем более концентрированное удобрение используется, тем на большую глубину под рядок вносится удобрение. Наиболее ценными для льна следует считать формы минеральных удобрений, содержащих кроме азота, фосфора, калия ещё микроэлементы: бор, цинк, медь и другие. Если доза азота по действующему веществу более 25 - 30 кг/га, то азот сверх этих доз вносят в виде подкормки в фазе «ёлочки» (фаза 14 – 17 по шкале ВВСН). Небольшие дозы азота в виде аммиачной селитры можно совмещать с химической прополкой льна. Следует с большой осторожностью применять дозы азота сверх 40 кг/га, так как это может привести к раннему полеганию посевов и порче урожая. Чтобы избежать внесения больших доз азотных удобрений на бедных гумусом почвах следует размещать лён на плодородных почвах, либо высевать лён по обороту пласта многолетних трав или вносить достаточные дозы органических удобрений под предшественник. Так, внесение под предшественник ячмень 50 - 100 т/га компоста обеспечит достаточное азотное питание для льна и внесения минерального азота может не потребоваться. Такой же результат может быть достигнут с помощью сидеральных культур. Достаточным следует считать прогнозируемое содержание доступного азота (с учётом минерализации гумуса, органических удобрений и действия, последствия минеральных

туков при мощности пахотного горизонта 22 сантиметра) в 50 – 70 мг в килограмме почвы.

При сплошном внесении минеральных и органических удобрений в льняном севообороте особое внимание следует уделить равномерности их внесения. Минеральные удобрения вносят машинами с повышенной равномерностью и точностью посева туков. Органические удобрения целесообразно также вносить с помощью современного оборудования для равномерного распределения по поверхности поля.

Опыт применения гуматов на льне-долгунце в качестве удобрительного компонента в различные по климатическим условиям годы показал, что их эффективность сравнительно невысока и проявление эффекта неустойчиво. Заменить гуматами минеральные и органические удобрения хотя бы частично, не удастся. Гуматы на льне при производстве волокна могут быть использованы в качестве антидепрессантов при высоких дозах гербицидов в баковых смесях, а также в качестве транспорта микроэлементов в растения льна.

Некорневые подкормки на льне с целью управления продуктивностью растений целесообразно проводить только до фазы быстрого роста включительно (фаза 36 -37 по шкале ВВСН).

Важным в льняном севообороте следует считать вопрос об известковании почв. Известкование в льняном севообороте проводят раз в 7-8 лет. Дозы определяют в зависимости от кислотности и гранулометрического состава почвы.

Дозы извести можно рассчитать по формулам:

Для легкосуглинистых почв:

$$D_{Ca} = -11 + 7,5 \times pN_{KCl} - pN_{KCl}^2 \quad [19]$$

где D_{Ca} - доза $CaCO_3$, т/га;

pH_{KCl} - водородный показатель почвенного раствора в солевой вытяжке.

Ограничения модели: доза извести не более 2.5 т/га.

Для среднесуглинистых почв:

$$D_{Ca} = 17,5 - 3 \times pH_{KCl}, \quad [20]$$

где D_{Ca} - доза $CaCO_3$, т/га;

pH_{KCl} - водородный показатель почвенного раствора в солевой вытяжке.

Ограничения модели: доза извести не более 4 т/га.

Эффективно известкование доломитовой мукой в паровом поле, либо в начале освоения специализированного льняного севооборота. Доломитовая мука, содержащая 54% $CaCO_3$ и 45% $MgCO_3$, более эффективна (особенно на лёгких почвах), чем известняковая мука, содержащая $MgCO_3$ в небольшом количестве (около 4%).

К известкованию почвы в специализированном льняном севообороте необходимо подходить с осторожностью и производить химическую мелиорацию современными машинами и качественными препаратами. В известкованных почвах часто содержится недостаточное количество магния, необходимого для формирования высокого урожая и качества льноволокна (6). По мере подкисления почвы увеличиваются потери магния в результате оподзоливания пахотного горизонта. При кислотности почвы близкой к нейтральной, существенно ухудшается и натриевое питание растений льна-долгунца. Антагонистическое действие на поступление натрия оказывают кальций и калий, снижение содержания натрия в растениях льна заметно ухудшает качество волокна. На лёгких по механическому составу почвах недостаток натрия целесообразно восполнять внесением электролита, который содержит хлористый калий и натрий. При этом, расчёт дозы удобрения в физическом весе проводят по калию и вносят осенью под зяблевую обработку. Внесение на супесчаных и песчаных почвах натрия

улучшает физические свойства почвы, её водоудерживающую способность. Для обеспечения льна магнием применяют удобрение калимаг в дозе, рассчитанной по калию. На лёгких дерново-подзолистых почвах подвижного магния должно быть не меньше, чем 70 -80 мг Mg_2O на 1 кг почвы, оптимальное содержание – 100 – 120 мг/кг. Эффективность применения магния сохраняется при уровне его содержания в почве и свыше 200 мг на 1 кг почвы. Средняя доза магниевого удобрения – 25 кг/га по Mg_2O . На льне эффективно удобрение, не содержащее хлоридов – сульфат магния.

Систематическое применение микроудобрений на льне целесообразно ввиду того, что снижение урожайности и качества льнопродукции может наступать задолго до того, как какие-либо признаки недостаточности проявятся, либо такие признаки будут малозаметны. Для льна предпочтительнее внесение микроэлементов под обработку почвы, либо совместно с припосевными минеральными удобрениями вразброс или под рядок. В зависимости от агрохимического состава почвы состав таких удобрений целесообразно заказывать по индивидуальной рецептуре, включающей азот, возможно – фосфор и калий, а также бор, цинк, медь и другие микроэлементы. В качестве препаративной формы для транспорта микроэлементов при некорневой подкормке лучше избрать хелатные водные препараты известных производителей. Использование гуматов, лигногуматов возможно, если производитель гарантирует возможность насыщения комплексных соединений необходимых льну микроэлементов в нужной концентрации. Обычная доза гуматов – до 1 л/га. В зависимости от производителя доза может изменяться.

Необходимость применения микроэлементов может быть оценена исходя из содержания их в обменном виде в почве. Однако, реальная доступность микроэлементов много ниже. Поэтому использование комплекса микроэлементов под лён целесообразно. Требования по

равномерности внесения микроэлементов ещё жёстче, чем при внесении макроэлементов. Рекомендуется внесение в виде водного раствора опрыскивателем с нормой 150 – 200 л/га.

ВНИИ льна рекомендует вносить медь под предшествующие культуры в дозе 3 – 5 кг/га по действующему веществу в виде сульфата меди, либо хелатного соединения под основную обработку. Для предотвращения кальциевого хлороза на фоне дефицита цинка и бактериальных заболеваний цинк и бор также вносят под основную либо под предпосевную обработку в дозах 0.5 – 1 кг и 2 – 4 кг на гектар соответственно.

Микроэлементы можно вносить, применяя в качестве компонентов плёнкообразующих препаратов при инкрустации семян. Дозировка зависит от используемого препарата. Такое применение позволяет повысить всхожесть и выживаемость молодых растений, однако не сможет полностью предотвратить кальциевый хлороз при дефиците цинка на слабокислых и нейтральных почвах. Внекорневая подкормка также полезна, но её нужно проводить в очень сжатые сроки: в фазу «ёлочка» при 2 – 3 парах настоящих листьев (фазы 12 – 13 ВВСН) в течение 5 дней. Более раннее и более позднее применение может быть неэффективным при проявлении кальциевого хлороза.

Пример упрощённого планирования урожайности и доз удобрений на конкретном полевоом участке.

Исходные данные для расчёта:

1. Содержание гумуса – 1.5%;
2. Содержание доступного фосфора 20 мг/100 г почвы;
3. Содержание доступного калия 7 мг/100 г почвы;

4. Среднее содержание доступного азота в почве 4,5 мг/100 г почвы (приблизительно может быть оценено как 3% от количества гумуса в килограмме почвы пахотного горизонта);
5. Кислотность $pH_{KCl} = 6,3$;
6. Мощность пахотного горизонта 22 см;
7. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая среднеокультуренная;
8. Лён планируется возделывать на волокно без сбора семян.
9. Сорт устойчивый к полеганию (Мерилин, Росинка). Минимальный уровень полегания посевов - 3.5 баллов.

По таблице 4 определяем балл бонитета почвы, который (без учёта физических свойств почвы и водообеспеченности, экспозиции склона и т.д.) можно принять за прогнозируемый уровень урожайности, т.е. примерно 55 баллов (ц/га льносолумы). По таблице 3 находим, что имеющиеся сорта обеспечивают необходимый уровень устойчивости к полеганию при урожайности 55 ц/га льносолумы. Все мероприятия можно планировать на этот уровень урожайности.

Рассчитываем по формуле [3] прогнозируемый балл поражения кальциевым хлорозом:

$$Y' = -10,5 + 1,75 \times 6,3 + 0,0008 \times 200 - 0,003 \times 70 = 0,49$$

Величина полученного параметра оценивается по формулам [4] - [6] и свидетельствует о том, что поражение кальциевым хлорозом прогнозируется на уровне 49%. Урожайность при этом может понизиться до $55 \times 0,51 = 28$ ц/га льносолумы (формула [7]). Внесение микроэлемента цинка и бора обязательно в рекомендованных выше дозах для получения прогнозируемой и запланированной урожайности в 55 ц/га льносолумы.

Далее, по формуле [9] рассчитываем дозу фосфорных удобрений по действующему веществу

$$ДР = 5,5 \times 5,5 \times (2.07 - 0.0162 \times 200 + 0.0000295 \times (200)^2) = 0,3 \text{ кг/га.}$$

Внесения фосфорных удобрений не потребуется.

Доза калия по действующему веществу по формуле [10]:

$$ДК = 5,5 \times 19,4 \times (2.38 - 0.00927 \times 70) = 185 \text{ кг/га}$$

Поскольку обеспеченность почвы калием на данном поле невысокая, применяем максимальную дозу 100 – 120 кг/га.

Доза азота по выносу из почвы с планируемым урожаем:

Определяем вынос планируемым урожаем соломы:

$$\text{Вынос, кг/га} = 55 \times 0.84 = 46,2$$

Коэффициент перевода питательных веществ из мг/100 г почвы в кг/га:

для суглинистых почв по формуле [13]:

$$КП = -1.7 + 1.26 \times 22 = 26.$$

Возможный вынос доступного азота урожаем льна из почвы (формула [15]):

$$ВΟΥ = 4,5 \times 26 \times 0,24 = 28 \text{ кг/га}$$

Возможная урожайность соломы за счёт эффективного плодородия почвы по азоту, ц/га, формула [16]:

$$У_{\text{эфф}} = 22 / 0,84 = 33 \text{ ц/га.}$$

Разница с планируемой (прогнозируемой) урожайностью (формула [17]):

$$\Delta У = 55 - 33 = 22 \text{ ц/га.}$$

Недостающее количество азота рассчитывается на полное удовлетворение потребности растений (формула [18]):

$$D_N = (22 \times 0.84)/0.55 = 34 \text{ кг/га.}$$

При обильных дождях в фазе «ёлочка» целесообразно провести дополнительную подкормку дозой N15.

Таким образом, на урожай 55 ц/га льносоломы (примерно 45 ц/га льнотресты) на данный участок поля необходимо внести N34 K100 -120 и микроудобрения. Такую рецептуру целесообразно заказать на производстве, выполняющем тукосмешение и поставляющем готовые смеси в хозяйства.

Более точно рассчитать планируемую урожайность, дозы удобрений и некоторые другие параметры агроприёмов в конкретных климатических и ландшафтных условиях можно с помощью алгоритмов программирования урожайности и производственных моделей продукционного процесса льна-долгунца. Для проведения такой работы следует обратиться в соответствующие научно-исследовательские и консультационные службы.

Севооборот. При возделывании льна по традиционной технологии (с уборкой урожая на тресту и семена) рекомендуют возврат посевов льна на поле через 5 – 6 лет, сочетая его чередование с зерновыми культурами и травами. Ранняя и сверхранняя уборка льна-долгунца на волокно без семян существенно расширяет возможности по размещению культуры на имеющихся площадях и позволяет чаще возвращать лён на поле. Дело в том, что основную роль в развитии льноутомления почвы (то есть явления постепенного снижения урожайности при частом или бессменном посеве льна) играют грибные болезни. Это, в первую очередь, фузариозное увядание, корневые гнили и, в недавнем прошлом, ржавчина. Благодаря использованию в России устойчивых сортов в производственных посевах фузариозное увядание и ржавчина встречаются редко. Опасного накопления возбудителей этих болезней не отмечено даже при бессменном (несколько десятилетий) посеве льна в стационаре ВНИИ льна (г. Торжок). Другие

болезни - пасмо, антракноз, крапчатость, полиспороз – требуют для своего распространения и развития доведение посевов льна до поздних сроков созревания. Особенно это касается возбудителя пасмо льна – болезни, которая вызывает массовое поражение соломы к жёлтой и полной спелости растений. Эти заболевания чаще передаются через семена, которые в свою очередь заражаются при созревании при влажной и тёплой погоде.

Лён-долгунец хорошо удаётся при посеве по старопахотной залежи, занятой злаковыми травами.

Безусловно, если стоит задача довести посевы льна до поздних сроков созревания, необходимо соблюсти чередование культур с возвратом через 5 – 7 лет. Для предприятия, имеющего животноводство (молочное и мясное скотоводство) можно рекомендовать следующий севооборот:

1. Пар занятый (кормовой или сидеральный).
2. Озимые зерновые с подсевом злаково-бобовых многолетних трав.
3. Травы 1 года пользования.
4. Травы 2 года пользования.
5. Яровые зерновые
6. Лён – долгунец.

При ранней уборке с заготовкой льносоломой (для переработки на льнозаводах с ферментной мочкой) в фазы 74 -79 (зелёная спелость) лён можно использовать в качестве парозанимающей культуры.

Чистый пар в зоне избыточного увлажнения в льняном севообороте использовать нецелесообразно из-за больших потерь органического вещества

почвы. В зависимости от планов производства предприятия севооборот со льном может быть дополнен или изменён.

Для предприятий, узкоспециализированных на возделывании льна на волокно остро стоит проблема насыщения севооборота льном для получения максимальной отдачи с единицы эксплуатируемой площади. Таким предприятиям и фермерским хозяйствам, где развитие смежного бизнеса (скотоводство, зерновое хозяйство и пр.) нежелательно, можно рекомендовать следующее. При организации системы земледелия в таком хозяйстве для получения высоких и качественных урожаев льноволокна (без сбора семян) необходимо решить задачи:

- ❖ предохранения почвы от льноутомления;
- ❖ сохранения и улучшения плодородия почвы.

Предотвращение льноутомления почвы осуществляется путём введения короткого плодосменного травопольного севооборота:

1. Беспокровный посев злаково-бобовой смеси многолетних трав.
2. Многолетние травы 1 года пользования.
3. Многолетние травы 2 года пользования с запашкой на зелёное удобрение.
4. Лён на волокно (уборка в ранние фазы созревания без сбора семян).

Для повышения экономической эффективности такого узкоспециализированного севооборота можно рекомендовать производство гранулированных кормов из биомассы многолетних трав и семеноводство районированных сортов бобовых и злаковых трав. После окончания ротации

севооборота целесообразен периодический мониторинг фитосанитарного состояния почвы.

При прогнозировании в севообороте отрицательного баланса гумуса рекомендуется посев сидератов после уборки льна с запашкой в сентябре.

В условиях Нечерноземной зоны в качестве зеленого удобрения пригодны пожнивные посевы горчицы белой, редьки масличной, рапса ярового и озимого, фацелии, подсев сераделлы, райграса однолетнего, донника, люпина многолетнего. Например, горчицу белую высевают в августе с нормой 25 кг семян на гектар и внесением минеральных удобрений согласно агрохимическому составу почвы. Через 30 – 40 дней в фазе цветения горчицу прикатывают гладким катком и немедленно запахивают плугом с предплужниками (6).

Такая организация производства тресты и волокна льна позволяет получить большую экономию на минеральных удобрениях. В любом случае необходим расчёт баланса питательных веществ и органического вещества в севообороте и внесение индивидуальных норм удобрений на каждое льняное поле.

Обработка почвы. Подготовку почвы под лён можно выполнять самыми различными почвообрабатывающими орудиями в разных вариантах и сочетаниях. В результате комплекса агротехнических работ на льняном поле необходимо получить выровненную поверхность поля (микрорельеф должен быть ровным, без холмов и впадин) с заделанными удобрениями и растительными остатками. Высота гребней и глубина борозд перед посевом не должна превышать 3 - 4 см (при работе зубовыми боронами), менее 2 - 3 см при работе современными комбинированными агрегатами. Плотность почвы на глубине посева не более 1 – 1.2 г/см³.

В качестве основной обработки почвы предпочтительнее осуществлять зяблевую обработку. Её можно проводить отвальными, либо безотвальными орудиями на глубину пахотного горизонта почвы. Как вариант – весенняя обработка фрезой с выравниванием микрорельефа.

Наиболее предпочтительным вариантом следует считать использование комбинированных посевных комплексов, осуществляющих за один проход предпосевную обработку почвы, внесение удобрений и посев. Посев производится на глубину до 1.5 см на плотных связных почвах и на 2 – 3 см на лёгких почвах с отклонением не более 0.5 см. Высевают лён с отклонением от нормы не более 3%. До посева семена заблаговременно протравливают с увлажнением рекомендованными протравителями.

2.4 Агротехника выращивания льна на волокно

Агротехника в товарных посевах на льнотресту и волокно при ежегодном сортообновлении семенами, получаемыми из зон семеноводства, либо со специально выделенных участка внутри хозяйства, значительно упрощается. Появляется возможность сеять лён с большей нормой высева, чтобы получить к уборке 26 – 30 млн. растений на гектар, что позволяет получить более качественное волокно (рисунки 2 и 3).



Рисунок 2. Всходы льна-долгунца, густота 26 млн/га



Рисунок 3. Загущенные посевы льна в фазе «ёлочка»

Чтобы получить информацию о густоте посева в фазе всходов, необходимо провести обследование посевов и упрощённым способом произвести измерения. Для этого, по диагонали каждого участка поля с однородным состоянием посевов проводят подсчёт в 10 – 20 равноудалённых точках количества растений в одном рядке на отрезке 30 сантиметров. Данные подсчётов усредняют и по таблице в приложении 2 определяют густоту посевов. Так, для посевов с междурядьями 7.5 см для получения качественного льноволокна на 30 см рядка необходимо иметь 70 – 85 растений с учётом среднего уровня выживаемости к уборке 85%, для междурядья 10 см – от 93 до 115 растений.

Размещать лён в условиях ландшафтов лучше на северных, северо-восточных и северо-западных склонах.

Сроки сева. В среднем период от посева до начала технической спелости (конец цветения – зелёная спелость, фазы 72 - 79) составляет 50 -60 суток в зависимости от погодных условий и сорта. Так, лён, посеянный в первой пятидневке мая можно начинать убирать в конце июня (раннеспелые сорта) - начале июля (позднеспелые сорта). Для уборки в ранние фазы спелости можно несколько растянуть посев до 20 дней и более и, соответственно, начало уборочных работ. Это даёт большой выигрыш в снижении себестоимости льнопродукции, так как позволяет существенно повысить нагрузку на уборочные агрегаты в 2 – 3 раза по сравнению с рекомендуемыми. Соответственно, во столько же крат снижается потребность в этой технике. Так, уборка льна на волокно в течение месяца (с начала июля до начала августа) позволяет втрое уменьшить парк посевных и уборочных машин с одновременным повышением качества получаемой льнопродукции.

Плотные и хорошо удобренные посевы не позволят получить семена: уборка должна быть произведена при первой опасности полегания посевов, начиная от цветения и зелёной спелости.

Добавление двух – четырёх недель на приготовление льнотресты вследствие ранней уборки позволяет сделать такое производство более устойчивым к неблагоприятным погодным условиям.

При выращивании льна на волокно целесообразно придерживаться следующей последовательности операций:

осенний период

- ❖ уничтожение многолетней растительности гербицидами сплошного действия, например, Ураган Форте 2 л/га в баковой смеси с Банвелом 0.5 л/га – август, сентябрь;
- ❖ равномерный рассев фосфорно-калийных удобрений;
- ❖ при необходимости – мелкая поверхностная обработка поля;
- ❖ основная зяблевая отвальная или безотвальная (чизельный плуг) обработка почвы;

весенние работы и уход за посевами

- ❖ протравливание семян инсектофунгицидными препаратами и нанесение на семена микроэлементов;
- ❖ ранневесеннее боронование при необходимости "закрытия" влаги;
- ❖ равномерное внесение азотных и микроудобрений. Наиболее приемлемый вариант - использование комплексных удобрений,

сформулированных по результатам агрохимического обследования по рецептурам, индивидуальным для каждого поля;

- ❖ предпосевная обработка почвы с пассивными или активными рабочими органами;
- ❖ посев сеялкой с сошниками для мелкосеменных культур. Более приемлемый вариант – посев комбинированным агрегатом с одновременным внесением удобрений и предпосевной обработкой.
- ❖ при необходимости – подкормка путём рассева гранул аммиачной селитры (0.5 – 1 ц/га), либо в растворе с химпрополкой в уменьшенной дозе, подкормка микроэлементами;
- ❖ уничтожение сорной растительности в фазе "ёлочки" (13 – 15 шкалы ВВСН) у льна при высоте до 10 см препаратами МЦПА кислоты (смесь калиевой и натриевой солей) в баковой смеси с производными сульфанилмочевины, например, Гербитокс Л 0.5-0.7 л/га + Магнум 5-7 г/га, возможно в смеси с препаратом Лонтрел 300 - 0.25 л/га против корнеотпрысковых сорняков. Наличие на поле злаковых сорняков (пырей, куриное просо) потребует использование граминицидов, например, Миура (0.8 -1.0 л/га). При необходимости добавляют комплекс микроэлементов, предпочтительно в хелатной форме.

Внесение микроэлементов осуществляют один раз путём инкрустации семян, в подкормку, либо внесением в почву.

В мировой практике существуют рекомендации по ограничению высоты растений льна для получения оптимальной высоты 0.8 – 0.9 метра. Производится такая обработка в фазе бутонизации при благоприятных для

роста льна условиях, если есть опасность перерастания растений. Обработывают регуляторами роста, которые приостанавливают рост в высоту и позволяют получить менее полегающий стеблестой и стандартную горстевую длину. Рекомендации по обработке льна препаратом Кампозан М содержалась в технологических рекомендациях в 80-е годы прошлого столетия. К сожалению, сейчас в отечественных рекомендациях нет такой необходимой операции, в списке разрешённых для льна препаратов отсутствуют соответствующие химические средства.

2.5 Уборка на волокно и приготовление тресты

Наивысшее качество (для производства самых тонких, высокономерных тканей) лён-долгунец имеет в фазе зелёной спелости: фазы ВВСН с 71 по 75 (приложение 1). Однако в эти фазы, особенно в фазе цветения, льняное волокно не набирает максимальную прочность и урожай несколько ограничен. По мере созревания растений масса волокна в стеблях увеличивается, а качество его постепенно изменяется, является хорошим по тонине и разрывной нагрузке в фазе ранней жёлтой спелости (фаза ВВСН 83) и худшим - в фазе полной спелости (фаза 90). Как было отмечено выше, срок уборки льна на волокно необходимо определять в первую очередь исходя из опасности полегания посевов и лишь затем – фазы развития растений.

Уборочные работы, вариант 1, без сбора семян:

- ❖ теребление льна с расстилом в ленту в фазе конца цветения – зелёной спелости с удалением коробочек льнокомбайнами (ЛК-4А, "Русич", КЛП-1.5, гидрофицированным льнокомбайном ГЛК, "DEHONDT", "Union" и др.). При уборке льна, подвергнутого дефолиации для предотвращения образования семян, теребление фронтальной теребилкой;

- ❖ мониторинг процесса вылежки льнотресты, взятие и исследование проб тресты на отделяемость волокна;
- ❖ двух- трёхкратное оборачивание лент льна;
- ❖ ворошение лент льна при необходимости подсушки перед подъёмом тресты;
- ❖ подбор льнотресты из лент с образованием рулонов (ПРУ-200, Claas и др.);
- ❖ погрузка, транспортировка рулонов, разгрузка и складирование.

Уборочные работы, вариант 2, со сбором семян:

- ❖ теребление льна в расстил без очёса льнотеребилками (ЛТС-1.65, "Union" и др.) до полегания посевов, начиная с фазы зелёной спелости (75 – 79 по шкале ВВСН);
- ❖ мониторинг процесса вылежки льнотресты, взятие и исследование проб тресты на отделяемость волокна;
- ❖ двух - трёхкратное оборачивание лент льна. Одно оборачивание может производиться с очёсом коробочек;
- ❖ ворошение или оборачивание лент льна перед подбором в рулоны (для просушки тресты);
- ❖ подбор лент льна (с одновременным очёсом, если оборачивание производили без очёса коробочек) с образованием рулонов;
- ❖ погрузка, транспортировка рулонов, разгрузка и складирование;

- ❖ транспортировка семян, их подсушка, очистка, доведение до необходимых кондиций.

В реальном производстве можно сочетать оба этих варианта, начиная уборку комбайнами и продолжая отдельным способом для получения семян (5). В первую очередь убирают самый высокорослый и урожайный лён (независимо от фазы созревания), не допуская его полегания и порчи волокна. При отсутствии опасности полегания уборку (теребление) начинают с посевов последних или средних сроков сева, оставляя первые сроки для отдельной уборки и получения технических льносемян.

Следует иметь в виду, что отдельная уборка не позволяет ежегодно сохранить качество и урожайность выращенных семян, поэтому чаще рекомендуется для производства именно технических семян. В отдельные годы отдельная технология уборки может быть пригодной для получения посевных семян.

Отдельно следует остановиться на технологии приготовления тресты, так как это ответственный период в цикле производства льносырья, позволяющий сохранить сформированное "на корню" качество волокна. Именно нарушения в технологии приготовления льнотресты в большей степени определяют низкое качество российского льна и чрезвычайно невысокий спрос на отечественное льносырьё.

Качество льняной тресты оценивается по номерам:

0.5 и 0.75 – треста чрезвычайно низкого качества, пригодная только для производства короткого волокна и пакли. Чаще получается вследствие порчи тресты в полевых условиях, производство экономически невыгодно;

1.0 и 1.25 – треста низкого качества. Пригодна для производства волокна низкого качества. В производстве получается вследствие нарушения технологии возделывания льна, приготовления тресты, либо вследствие наступления неблагоприятных условий формирования волокна в фазы "ёлочка" - быстрый рост – бутонизация (фазы ВВСН с 13 по 59). Производство такой тресты чаще приносит убытки;

1.5 и 1.75 – треста среднего качества. Пригодна для производства длинного волокна среднего качества (номера 10 - 11) и качественного короткого волокна. С тресты номером 1.75 начинается умеренно рентабельное производство льна с условием достаточного субсидирования;

номер 2.0 и выше – треста, пригодная для производства волокна и затем пряжи высокого качества.

Производителю тресты удобнее определять текущее качество льнотресты на перерабатывающем предприятии (льнозаводе) на специальном оборудовании – станке СМТ-200.

Биологическая суть приготовления тресты в поле методом росяной мочки заключается в том, что имеющиеся на льносолومه микроскопические грибки в процессе своей жизнедеятельности разлагают вещества (пектин, лигнин), скрепляющие волокно с древесиной стебля льна. Происходит процесс мацерации и волокно начинает хорошо отделяться от древесины. Идеальным следует считать такой процесс мацерации, когда волокно имеет высокую отделяемость, но остаётся достаточно прочным, приобретая присущую волокну гибкость и тонину. Хорошей по качеству следует считать однородную по вылежке тресту с отделяемостью 6 – 8 баллов, разрывной нагрузкой получаемого из неё волокна 20 -22 ньютон, гибкостью волокна 45 – 70 мм. На практике таких показателей достичь непросто, так как процесс вылежки тресты идёт неравномерно из-за меняющейся толщины ленты и

стеблей, микрорельефа и т.д. Во многом результат зависит от опытности агронома и производительности уборочного комплекса, чтобы не допустить перелёжки тресты. Перележалая треста имеет слабое волокно, вследствие чего получается низкий выход длинного волокна и его низкий номер. Основным приёмом в приготовлении тресты является её оборачивание по мере вылежки верхней части ленты. Количество операций оборачивания зависит от урожайности соломы льна и, вследствие этого, от толщины ленты льносоломой. На низкоурожайном льне (до 20 ц/га тресты) можно обойтись одним оборачиванием, при урожайности от 25 ц/га тресты 2 - 3 оборачивания и более.

На процесс приготовления тресты большое влияние оказывают погодные условия и место её приготовления. Наиболее благоприятны тёплые условия и повышенная относительная влажность воздуха. При низкой влажности скорость приготовления тресты резко уменьшается, при снижении температуры этот период также может несколько удлиняться. Решающее значение имеет влажность воздуха и выпадение рос и осадков.

Агроландшафтные условия оказывают большое влияние на процесс росяной мочки и, в конечном итоге, на качество тресты и волокна. На рисунке 5 показаны образцы тресты (в сравнении с исходным материалом – соломой, слева), которые были приготовлены из одной исходной партии соломы в одно время (сентябрь – октябрь 2009 года), но в различных экологических условиях.



Рисунок 4. Льняная солома (слева) и образцы тресты, приготовленные в различных экологических условиях.

Образец № 4 - треста тёмно-серого цвета, приготовлена на поверхности почвы без травяного покрова. Это обычная практика в современном льноводстве, так как на льне применяются гербициды, удаляющие практически всю дикую растительность. В микофлоре преобладают грибы (например, мукоровые), придающие тресте и волокну специфический темно-серый цвет (первая группа по цвету). В этих условиях можно приготовить тресту умеренного качества. Образец № 3 - треста, приготовленная в полевых условиях на льнище, поросшем злаковыми травами. В таких условиях треста получается светло-серого цвета (в данном случае – вторая группа по цвету). Исследованиями установлено, что при подсеве трав и образовании искусственного стлища волокно получается более

качественным, чем на поверхности почвы без растительности. Образец №2 также является трестой (балл отделяемости волокна 8.4), приготовленной в условиях луга со злаковой дерниной. Экологические условия луга (сенокоса) позволяют приготовить тресту светлых оттенков, практически не окрашенную (третья группа по цвету волокна). Исследования прошлых лет, а также многовековой опыт льноводства свидетельствуют о том, что в этих условиях получается волокно высшего качества. Качество тресты и получаемого из неё волокна может не коррелировать с цветом тресты и волокна.

Для успешного хранения льнотресты в рулонах большое значение имеет её влажность. Нормированное значение влажности 19%, на хранение допускается закладывать льнотресту с влажностью до 23%. Влажность тресты в рулонах измеряется специальными переносными влагомерами.

При отсутствии в хозяйстве оборачивателей технологию приготовления тресты можно несколько упростить. В этом случае уборка и приготовление тресты "на корню" без предварительного теребления будет осуществляться в такой последовательности:

- ❖ дефолиация посевов льна препаратом Раундап, 2 - 2.5 л/га при образовании 1 – 2 коробочек на растениях льна (зелёная спелость, фаза ВВСН 71 – 75). Может осуществляться как наземными опрыскивателями, так и средствами малой авиации;
- ❖ мониторинг процесса приготовления льнотресты на корню, взятие и исследование проб тресты на отделяемость волокна;
- ❖ теребление сухой готовой тресты с очёсом коробочек, как вариант – теребление полутресты в ленту с последующим подбором после её окончательного приготовления;

- ❖ сразу же после теребления – подбор пресс-подборщиком с формированием рулонов;
- ❖ погрузка, транспортировка рулонов, разгрузка и складирование;
- ❖ транспортировка технических семян, очистка, доведение до необходимых кондиций по чистоте и влажности.

Такая технология имеет ряд недостатков и преимуществ по сравнению с традиционной технологией с использованием оборачивателей лент льна. К недостаткам следует отнести более длительный срок приготовления тресты (на 15 – 25%), увеличенную склонность к полеганию по сравнению с соломой и необходимость приготовления технологической колеи для прохода трактора при дефолиации, так как в противном случае будет потеряно около 2 -3% урожая стеблей льна. Кроме того, на проведение дефолиации должны быть затрачены определённые материальные средства. Однако, преимущества такой технологии в следующем:

- ❖ не требуются оборачиватели тресты льна и связанные с 2 – 4 кратной операцией оборачивания материальные затраты;
- ❖ треста получается более однородной по вылежке по сравнению с не обёрнутой в процессе приготовления трестой;
- ❖ упаковка тресты в рулоны может быть (и должна быть) произведена сразу же за операцией теребления, что не требует применения операций для подсушивания лент;
- ❖ с товарных посевов можно получить небольшой урожай технических семян льна, чего не получается в случае теребления в зелёную спелость без дефолиации;

- ❖ не происходит травмирования стеблей в средней их части при тереблении.

Такую технологию можно рекомендовать на части посевов льна в хозяйстве.

2. Контроль качества льнопродукции.

Тщательное соблюдение специализированных технологий выращивания льна является обязательным для получения льнопродукции высшего качества. Специализированная технология производства в товарных посевах способна обеспечить получение волокна номерами 14 - 16 и выше при урожайности 1.5 – 2.5 т длинного волокна с гектара.

Для получения высококачественного льноволокна необходимо выдержать следующие условия:

1. Зяблевая система подготовки почвы под лён с обязательной борьбой с многолетними сорняками с применением глифосатсодержащих препаратов.
2. Равномерное внесение органических и минеральных удобрений как в севообороте, так и под лён.
3. Предпосевная подготовка почвы с тщательным выравниванием микрорельефа и созданием более плотного ложа для семян на глубине посева.
4. Посев калиброванными семенами высших посевных кондиций на глубину 2 – 3 см с отклонением не более 1 см от средней глубины посева.

5. Посев с высокой густотой сортов льна, обеспечивающих повышенное качество волокна.
6. Повышенные дозы азотных удобрений, частью – в подкормку, для создания нужной биомассы к фазе цветения льна. Применение микроудобрений.
7. Химическая прополка двудольных малолетних сорняков баковой смесью гербицидов (сульфанилмочевина + калий-натриевая соль МЦПА) дозами, обеспечивающими контроль над засорённостью до фазы зелёной спелости (фазы 75 по шкале ВВСН).
8. Ранняя уборка льна в конце цветения – начале зелёной спелости.
9. Тщательное приготовление льнотресты (многократное оборачивание), желательно на лугу из злаковой растительности.
10. Отсутствие ручного труда на операциях по приготовлению и подъёму тресты.

Контроль прядильных качеств длинного волокна осуществляется с помощью ГОСТ 10330 – 76 «Лён трёпанный. Технические условия» с изменениями 1 - 4. Основными методами оценки в данном ГОСТе являются прямые измерения физических свойств волокна (прочность, гибкость, цвет, горстевая длина, закострённость) и контрольный прочёс. Качество короткого волокна оценивается по ГОСТ 9394-76 «Волокно льняное короткое. Технические условия».

С развитием технологий переработки льна и расширением сфер применения льняного волокна несколько расширяется само понятие «качество волокна». Так, для текстильных целей наиболее ценное длинное волокно должно иметь хорошую прочность и при этом высокую тонины. В

производстве композитных материалов чаще используется короткое волокно, у которого значение имеет прочность. При выработке из волокна целлюлозы, наоборот, значение приобретает расщеплённость на более мелкие волокнистые комплексы и низкая заострённость и т.д. Для каждой такой области приложения желательно иметь свой стандарт качества, регламентирующий свойства как тресты, так и волокна и методы испытания этих свойств.

В определении качества льняной тресты имеются определённые проблемы, которые возникли в результате несогласованности действий разработчиков стандартов на тресту и требований потребителей льняного волокна. Так, недавно принятый национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53143-2008 «Треста льняная. Требования при заготовках» использует косвенный метод определения качества сырья по цветовым характеристикам и не предполагает прямых измерений физических свойств материала. При использовании этого стандарта неминуемы серьёзные ошибки, поскольку измеряемые оптические свойства волокна далеко не всегда отражают его физические характеристики. Поэтому, использовать этот стандарт для контроля качества приготавливаемого льносырья мы не рекомендуем. Несколько более точен действующий ГОСТ 24389-89 «Треста льняная. Требования при заготовках», однако, в нём не предусмотрены прямые измерения важных для прядения свойств - прочности и гибкости волокна, полученного из оцениваемой тресты. В этом смысле наиболее подходящим (хотя и трудоёмким) для оценки свойств тресты через свойства льноволокна является ГОСТ 2975-73, который сейчас не действует. Однако измерения, используемые в этом ГОСТ целесообразно использовать при мониторинге качества приготавливаемой в хозяйстве льнотресты.

Для контроля за качеством приготавливаемой тресты отбирают пробы, перерабатывают в лаборатории льнозавода на станке СМТ-200. При

достижении хорошей отделяемости волокна (5 – 8 баллов) измеряют прочность и гибкость волокна. Волокно с хорошими прядильными свойствами должно иметь разрывное усилие (нагрузку) 20 – 25 даН, гибкость – более 50 мм. Основным условием, определяющим пригодность волокна для прядения, является его однородность: в волокне не должны встречаться значительные количества недотрёпа, образовавшиеся вследствие частичной недолёжки тресты. При достижении всех этих параметров возможны переговоры с потребителями льноволокна (льнокомбинатами) о продаже волокна по ценам, соответствующим высокому качеству льносырья.

3. Сорт и качество льноволокна.

Качество льноволокна за последние десятилетия, когда был достигнут прогресс в машинных технологиях возделывания льна и выведении высоковолокнистых сортов, существенно снизилось. Этому есть несколько причин, часть которых объективна. Механизация уборочных работ предъявила повышенные требования к стеблестою льна перед уборкой. Это вызвало соответствующие технологические решения и создание (в основном, в Европе) сортов, устойчивых к полеганию при высоких нормах высева на фоне повышенного минерального питания. Геометрическая форма соломины у сортов первых поколений приближалась к цилиндрической, у современных сортов представляет собой конус. Сбежистость стебля (отношение диаметров стебля в верхней и нижней части стебля) у современных сортов существенно увеличена. Это позволило сместить гравитационный центр стебля ниже к основанию и увеличить устойчивость к полеганию. Увеличение сбежистости повлекло за собой неравномерное распределение волокна по длине стебля, что по данным некоторых исследований отрицательно повлияло на прядильные свойства волокна. Однако в настоящее время в производстве сорт не является ограничивающим качество волокна фактором.

Средний номер тресты в России колеблется по годам и составляет 1 – 1.25 номера. При таких низких номерах сортовая специфика при дальнейшей переработке (получение трёпаного волокна, прядение) не выявляется. При нынешнем уровне производства с низким качеством тресты можно выращивать любые сорта льна. Разницу между сортами по тонине волокна можно заметить на качественном сырье, начиная с номерами тресты 1.75 – 2 и выше.

4. Производство посевных семян льна-долгунца

Выращивание семян льна-долгунца в отдельных, специализированных посевах даёт возможность не планировать получение семян в товарных посевах, например, второй репродукции. Это позволяет убирать товарные посевы в ранние фазы созревания (фазы 73 – 83 по шкале ВВСН) и получить наивысшее качество льноволокна.

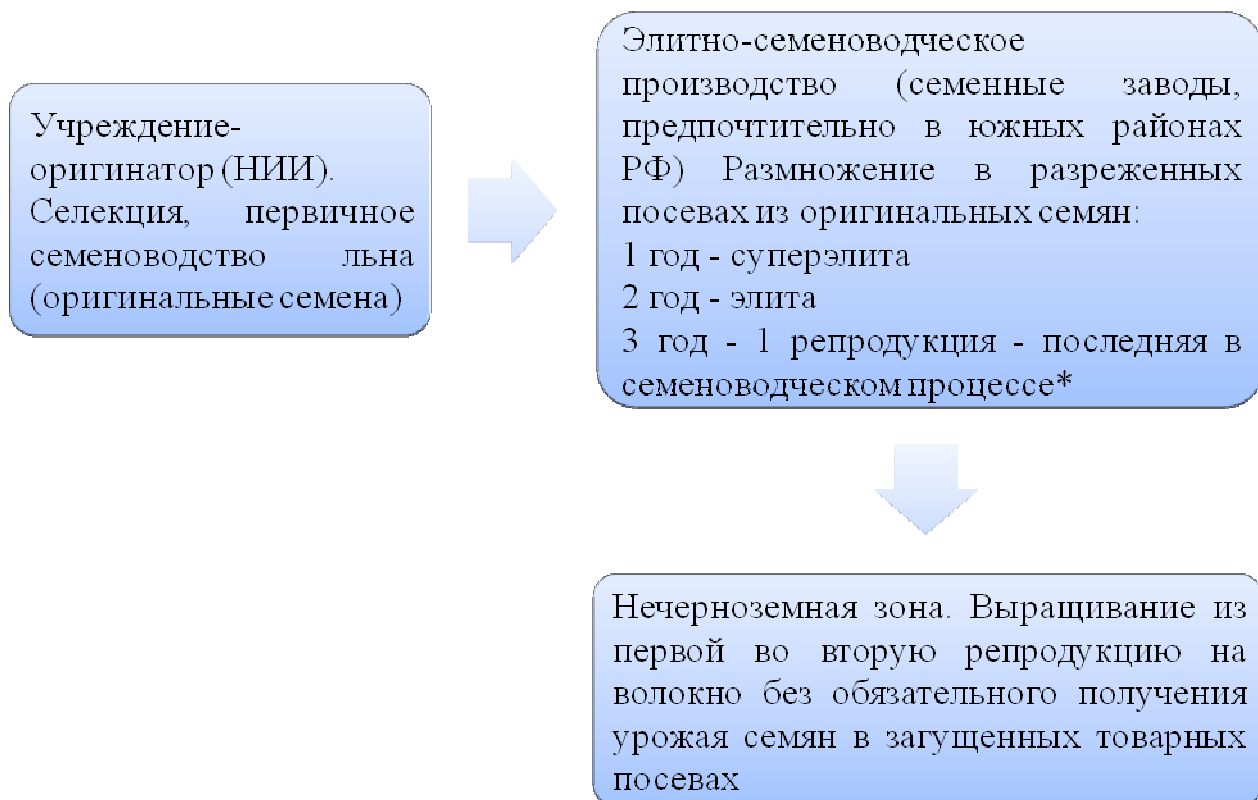


Рисунок 5. Схема производственного семеноводства по специализированной технологии:

Примечание - * при получении недостаточного коэффициента размножения возможно продление семеноводческого процесса на 1 год. В этом случае выходной репродукцией станет вторая.

В отличие от технологии производства льнотресты технологии производства льносемян должны быть направлены на получение максимального урожая кондиционных семян и высокого коэффициента размножения. Применение специализированной технологии размножения семян позволяет поднять коэффициент размножения до 20 и более, что даёт возможность осуществлять быструю сортосмену и сортообновление. К особенностям такой семеноводческой технологии относятся: разреженный посев (6 млн. всхожих семян на гектар), применение десикации, уборка в полной спелости. Уборку можно осуществлять специализированной льняной техникой, либо универсальными комбайнами с очёсывающими жатками. Урожай соломы в этом случае является побочной продукцией. Для такого производства применима технология льна масличного.

Организация семеноводческих посевов может быть осуществлена в хозяйствующем субъекте (кооперативе, агрофирме), занятом товарным производством льнотресты или льноволокна. Специальные посевы льна на семена целесообразно на более тёплых южных склонах, создавая условия для максимальной семенной продуктивности.

В льносеющих субъектах Федерации возможна организация семеноводческих хозяйств в наиболее благоприятных агроклиматических районах областей. Такие семеноводческие хозяйства при правильной организации производства и адресного субсидирования производства семян могут обеспечить устойчивое снабжение товарных посевов в льносеющем

регионе и разгрузить товарные хозяйства от необходимости выращивать собственные семена, рискуя качеством тресты.

Для развёртывания этих схем промышленного семеноводства в льноводной зоне необходимо привлечение значительных частных и государственных инвестиций. Удельный вес семеноводческих посевов весьма значителен - до 30% от площади товарных посевов на волокно.

Приоритетным направлением совершенствования системы промышленного семеноводства льна-долгунца следует считать развёртывание наряду с внутрихозяйственными и внутриобластными семеноводческими производственными единицами межзональной организации товарного производства семян с высокими посевными качествами, т. е. *выращивание высших репродукций в наиболее благоприятных почвенно-климатических зонах России.* Это означает размещение семеноводства льна-долгунца на индустриальной основе в крупных семеноводческих комплексах в южных регионах, позволяющих иметь ежегодные гарантированные поставки посевных семян по умеренным ценам в районы льносеяния. Особенностью такой организации семеноводства являются ранние посевы, отсутствие операции десикации посевов и больших затрат на сушку семян. Семена из южных областей часто получают свободными от патогенов, что делает необязательным их протравливание. Технология проста и позволяет получать достаточное количество семян с высоким качеством для ежегодного сортообновления в льноводной зоне семенами высоких репродукций. Удельный вес таких семеноводческих посевов – 10 - 20% от площадей товарного льна (таблица 5). Отсутствие значительных инвестиций для организации такой схемы промышленного семеноводства (производство семян льна осуществляется на универсальных машинах и оборудовании, применяемых для производства

семян других культур) является крупным преимуществом перед размещением семеноводства в льноводной зоне.

Таблица 5. Структура посевов льна-долгунца по дифференцированным технологиям, специализированным на товарную и семеноводческую подотрасли.

Урожайность льносемян, т/га	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	Норма высева, кг/га	Страховой фонд, %
Коэффициент размножения	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25		
	Доля в общей площади, %								
Семенные посевы (размножение семян высших репродукций для товарных посевов)	30	25	22	20	18	16	15	30-40	15
Товарные посевы без получения семян	70	75	78	80	82	84	85	140	

Для размещения семеноводческих посевов решающее значение имеют климатические условия вегетационного периода. На практике разместить семеноводческие посевы возможно в Чернозёмной зоне европейской России, от Липецкой области до Краснодарского края.

Наиболее ценным для размещения посевов высших репродукций льна-долгунца в южных областях является то, что созревание семян происходит в благоприятных для льна-долгунца условиях: повышенных температурах и умеренных осадках. Урожайность в среднем составляет не менее 1 т/га калиброванных семян, их себестоимость в 2 – 4 раза ниже, чем произведённых в льноводной зоне.

Сроки сева. В льноводной зоне лён на семена необходимо высевать в возможно ранние и сжатые сроки, так как период вегетации от посева до полной спелости может составить 100 – 110 и более дней. Наиболее

вероятный срок уборки при этом наступит в середине- конце августа. В более южных областях (Чернозёмная зона) лён также высевают в возможно ранние сроки (март – апрель), полной спелости культура достигает в конце июня – июле месяце.

Лён на семена можно высевать как узкорядным способом с междурядьями 7.5 - 10 см, так и широкорядным с междурядьями 30 – 45 см с последующим проведением междурядных механических обработок почвы. Для семеноводческих посевов с высоким коэффициентом размножения при междурядьях 7.5 см в среднем на 30 см рядка надо иметь около 16 - 18 растений, при междурядьях 10 см 22 – 24 растения. В семеноводческих посевах, высеянных широкорядным способом при междурядьях 30 см – 69 - 71 растений, 45 см – 104 - 106 растений (приложение 2).

Требования к тщательности проведения технологических операций, равномерности внесения удобрений и пестицидов, необходимости применения микроэлементов и пр. в семеноводческих посевах намного ниже, чем при производстве льнотресты и волокна. Основная цель – получить сильно ветвящийся лён с большим количеством коробочек (рисунки 6 и 7).



Рисунок 6. Разреженные семеноводческие посевы льна-долгунца в фазе быстрого роста



Рисунок 7. Разреженные семеноводческие посевы в фазе цветения

Примерная последовательность технологических операций при производстве семян в специализированных посевах:

- ❖ система зяблевой подготовки почвы, включающая внесение РК удобрений, искореняющее опрыскивание гербицидами против многолетних сорняков, вспашку;
- ❖ посев протравленными семенами комбинированным агрегатом с одновременной обработкой почвы и внесением азотных удобрений согласно агрохимическому состоянию почвы. В Нечернозёмной зоне дозы удобрений могут быть рассчитаны по приведённым выше формулам, в более южных областях – аналогично нормам для льна масличного N30 -60 P40-60 K60-90.
- ❖ обработка гербицидами в фазе «ёлочка» (фазы 13-19 по шкале ВВСН) смесью препаратов, как и при производстве тресты. Возможно применение любых разрешённых гербицидов, так как семенная продуктивность у льна больше страдает от конкуренции со стороны дикой растительности, чем от препаратов, замедляющих рост стебля в высоту;
- ❖ десикация в фазе ранней жёлтой – жёлтой спелости, фазы 83 – 85 ВВСН (в Нечернозёмной зоне);
 - ❖ уборка прямым комбайнированием в сухую погоду специализированными комбайнами ЛК-4, ГЛК или зарубежного производства (в Нечернозёмной зоне), либо зерновыми комбайнами с жаткой британской фирмы «Shelborne Reynolds Engineering Ltd» (или

аналогичной отечественного производства) для уборки льна масличного.

❖ очистка и калибрование семян. Окончательную очистку семян проводят на семяочистительных машинах ОС – 4,5 А, СМ – 4, К – 531/1, К – 218, К- 546А, оснащенных набором соответствующих решет и триерных цилиндров. Очень эффективно применение аспирационно-калибровочной машины МАК-10. В Нечернозёмной зоне может потребоваться подсушка семян.

Из льносоломы после уборки можно приготовить тресту. Следует учесть, что урожайность и качество тресты будет невысоким. Если таковая возможность имеется – организовать продажу соломой, например, на луб.

В процессе выращивания льна для получения кондиционных посевных семян особое значение имеет правильное проведение десикации. В разреженных семенных посевах не всегда можно точно установить, в какой фазе созревания находится лён. В разреженных посевах стебли льна долго остаются зелёными и хорошо облиственными. Созревание может быть определено только по коробочкам, на одном растении могут быть как коробочки в полной спелости, так и в жёлтой, зелёной и даже цветки и бутоны. Цветение у таких растений может происходить постоянно и закончиться только с наступлением заморозков. Поэтому применение десикации в зоне традиционного выращивания льна-долгунца необходимо. По данным ВНИИ льна наиболее приемлемым препаратом для десикации является Баста (д.в. глюфосинат аммония) в дозе 2 – 3 л/га, расход раствора 200 л/га. Этот препарат действует медленно (эффект достигается за две недели) и позволяет дозревать семенам из зелёных коробочек (стадия ВВСН 78 -79). Более поздние исследования показали, что для более интенсивного созревания десикация семенных посевов может проводиться производными

глифосат кислоты (Раундап и аналоги) в дозе 0.5 - 1 л/га по действующему веществу. Чем больше на растениях льна незрелых коробочек, тем меньшая доза глифосата кислоты применяется. Для дозаривания семян после десикации обычно достаточно 7 – 8 дней. Обработку лучше производить, когда основная часть коробочек и семян будет находиться в ранней жёлтой спелости. Семена из зелёных коробочек вследствие интенсивного отмирания и подсушивания растений могут быть щуплыми и невсхожими, поэтому после очистки семян строго необходима их калибровка и отделение лёгких фракций.

6. Экономическая эффективность специализации технологий возделывания льна на семена и волокно

В процессе бизнес – планирования возникает необходимость предварительного расчёта эффективности ежегодных инвестиций в производство льнотресты и льносемян. Такой расчёт делают на основании технологических карт, адаптированных к условиям конкретного хозяйства. Примеры технологических карт при возделывании льна на тресту и на семена показаны в приложении 3.

При расчёте экономической эффективности возделывания льна-долгунца целесообразно оценить следующие показатели:

- себестоимость единицы продукции;
- рентабельность производства, %;
- прибыль с единицы возделываемой площади, руб./га.

Большое значение имеет срок оборачиваемости капитала (оборотных средств). В льноводстве она очень низка: от получения кредита в марте – апреле текущего года до получения финансовых средств от реализации льнопродукции может пройти год или более. Поэтому чтобы обеспечить

привлекательность льняному сельскохозяйственному бизнесу рентабельность производства льнотресты должна быть достаточно высокой и составлять не менее 50 – 70%.

Специализация посевов путём дифференциации технологий на семенные и товарные позволяет получить экономически эффективное производство льнопродукции. Для примера экономической оценки технологий производства льна-долгунца был включён стандартный рекомендованный набор отечественных сельскохозяйственных машин. Расчёты проводились на площадь 100 га, цены на средства производства и на продукцию льноводства - 2009 года по Тверской области. Субсидии на материальные ресурсы не учитывали (таблица 6).

В специализированных посевах на производстве льнотресты более высокая рентабельность получается за счёт увеличения среднего номера льнотресты, а также снижения себестоимости производства (таблица 7). Снижение себестоимости льнотресты происходит и за счёт удешевления стоимости семенного материала. В Тверской области цена закупки семян льна достаточно высока (в 2009 году цена 1 тонны льносемян составляла 35000 рублей и более). Расчёты показывают, что даже при минимальной цене в структуре затрат при традиционной технологии возделывания стоимость семенного материала составляет 30%. Специализация технологий на семенных посевах позволяет снизить себестоимость льносемян за счёт более простой технологии и высокой урожайности. Это позволяет снизить долю затрат на семенной материал до 19% (при посеве на семена в льноводной зоне) и 12% (при посеве на семена в Чернозёмной зоне РФ).

Таблица 6. Производственно-экономические показатели производства льнотресты по специализированной товарной технологии.

Показатели	С производством семян в льноводной зоне	С производством семян в Чернозёмной зоне РФ
Рекомендуемая норма высева льносемян, т/га	0,14	0,14
Урожайность льнотресты, т/га	4,5	4,5
Стоимость семенного материала, руб./т	16720*	9630**
Производственная себестоимость 1 тонны льнотресты, руб.	2665	2444

*Расчётная стоимость производства льносемян по специализированной технологии в условиях Тверской области

**Расчётная стоимость производства льносемян в условиях Южного федерального округа РФ, включая затраты на ж/д перевозку

Таблица 7. Экономическая эффективность производства льнотресты по специализированной товарной технологии при урожайности 4.5 т/га.

Показатели	Номер льнотресты**						
	0,5	0,75	1	1.25	1,5	1,75	2

Цена реализации, руб./т*	880	1452	2200	2563	2794	3124	3432
С отдельным производством семян в льноводной зоне							
Вероятность получения номера льнотресты, %	100	100	100	100	99,5	91,2	78,4
Прибыль без субсидии на льноволокно, руб./га	-8030	-5460	-2090	-460	580	2070	3450
Прибыль с субсидией на льноволокно, руб./га	-220	2480	6490	8540	9890	11690	13380
Рентабельность без субсидий, %	-67	-46	-17	-4	5	17	29
Рентабельность с субсидией на льноволокно, %	-2	21	54	71	82	97	112
С отдельным производством семян в Чернозёмной зоне РФ							
Вероятность получения номера льнотресты, %	100	100	100	100	99,5	91,2	78,4
Прибыль без субсидии на льноволокно, руб./га	-7040	-4460	-1100	530	1570	-3060	4450

Прибыль с субсидией на льноволокно, руб./га	770	3480	7480	9530	10880	12680	14370
Рентабельность без субсидий, %	-64	-41	-10	5	14	28	40
Рентабельность с субсидией на льноволокно, %	7	32	68	87	99	115	131

*Средняя цена реализации льнотресты в Тверской области на 2009 год.

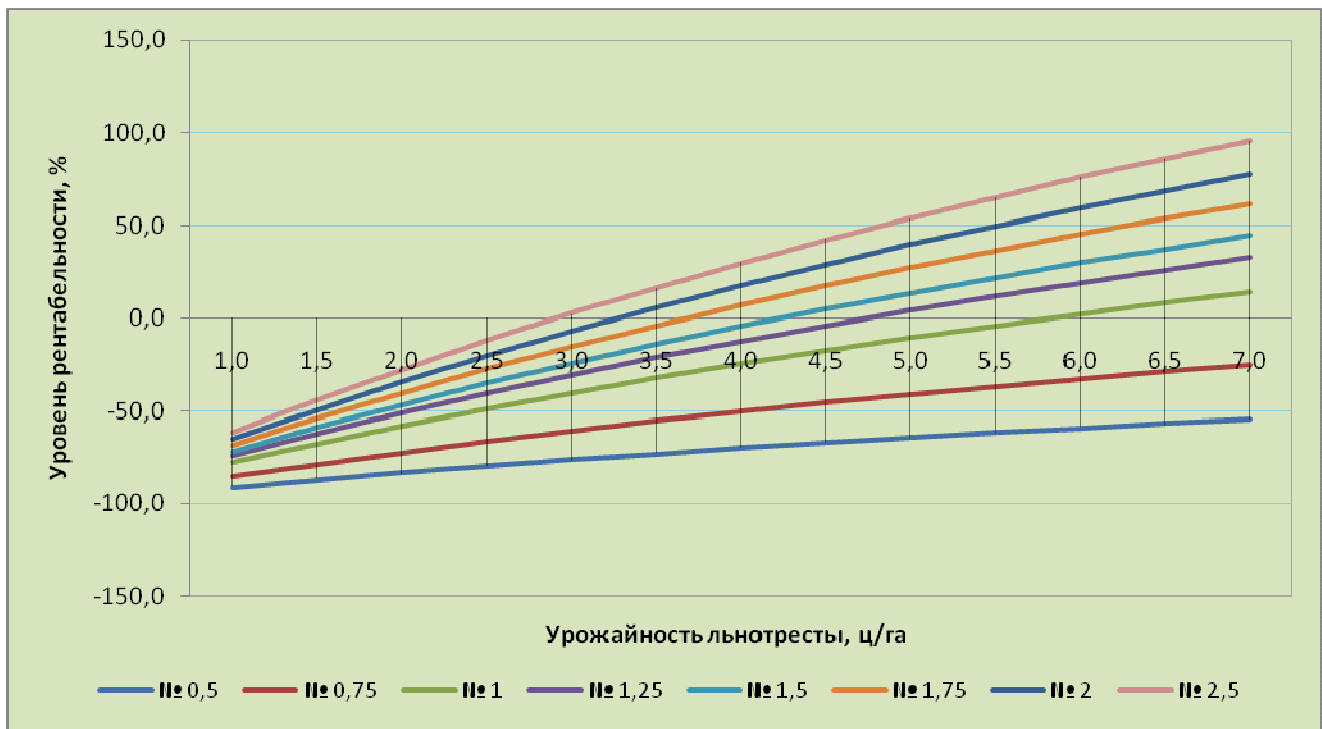


Рис. 8 Рентабельность производства льнотресты по специализированной технологии без субсидий на льноволокно (с отдельным производством семян в льноводной зоне).

Рентабельность производства льнотресты без государственной поддержки (рисунок 8) вследствие высоких затрат очень низка даже при высокой урожайности и хорошем качестве. Достаточного уровня рентабельность в этом случае достигает на тресте номером 2 -2.5 с урожайностью 5 -5.5 т/га и выше. Понятно, что достичь таких средних показателей при нынешнем уровне развития льноводства в России очень сложно.

То же можно сказать о прибыли от производства тресты при отсутствии субсидий (рисунок 9). Какое-либо расширенное воспроизводство отрасли в коллективном хозяйстве возможно при площади льна от 300 га и ежегодном урожае тресты 5.5 -6 т/га, что при существующей культуре земледелия в льноводных хозяйствах Нечернозёмной зоны РФ нереально.

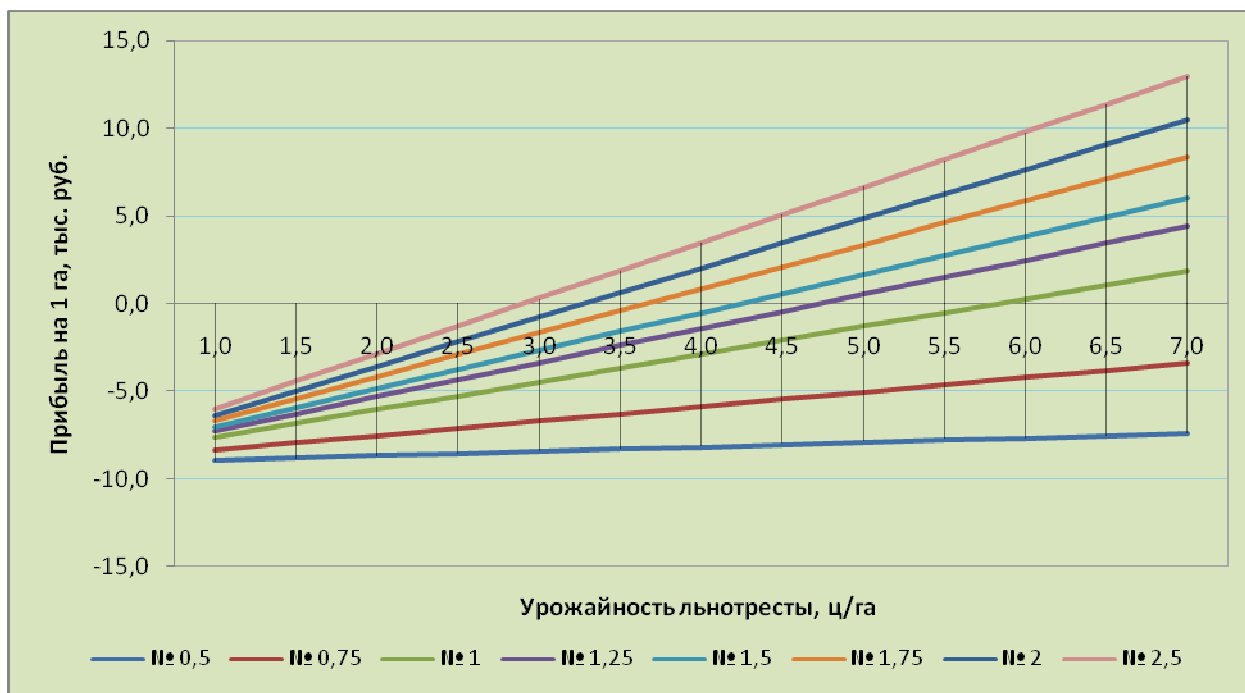


Рис. 9. Прибыль от реализации льнотресты, произведённой по специализированной технологии без субсидий на льноволокно (с отдельным производством семян в льноводной зоне).

Получение более дешёвых семян в Южном федеральном округе РФ несколько улучшает экономическую эффективность при возделывании льна без субсидий, но также требует ежегодного получения высоких урожаев тресты хорошего качества (рисунки 10 и 11).

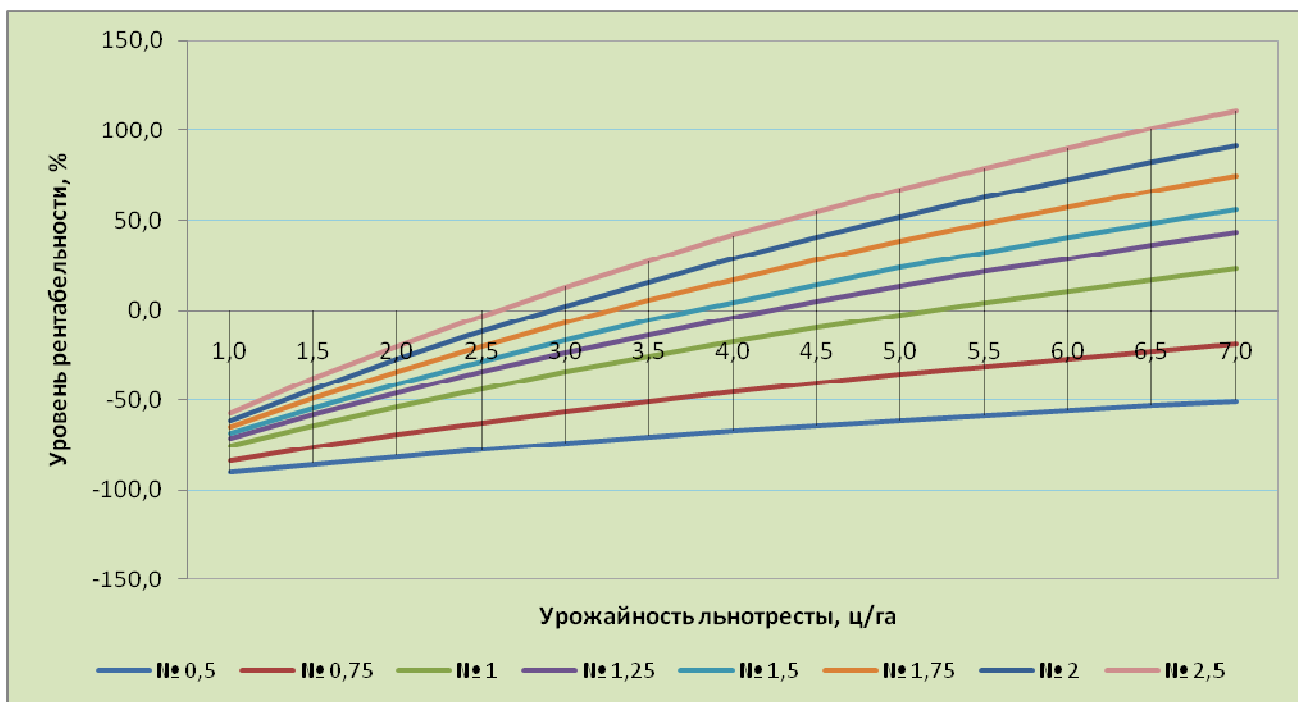


Рис. 10. Рентабельность производства льнотресты по специализированной технологии без субсидий на льноволокно (с отдельным производством семян в Чернозёмной зоне РФ)

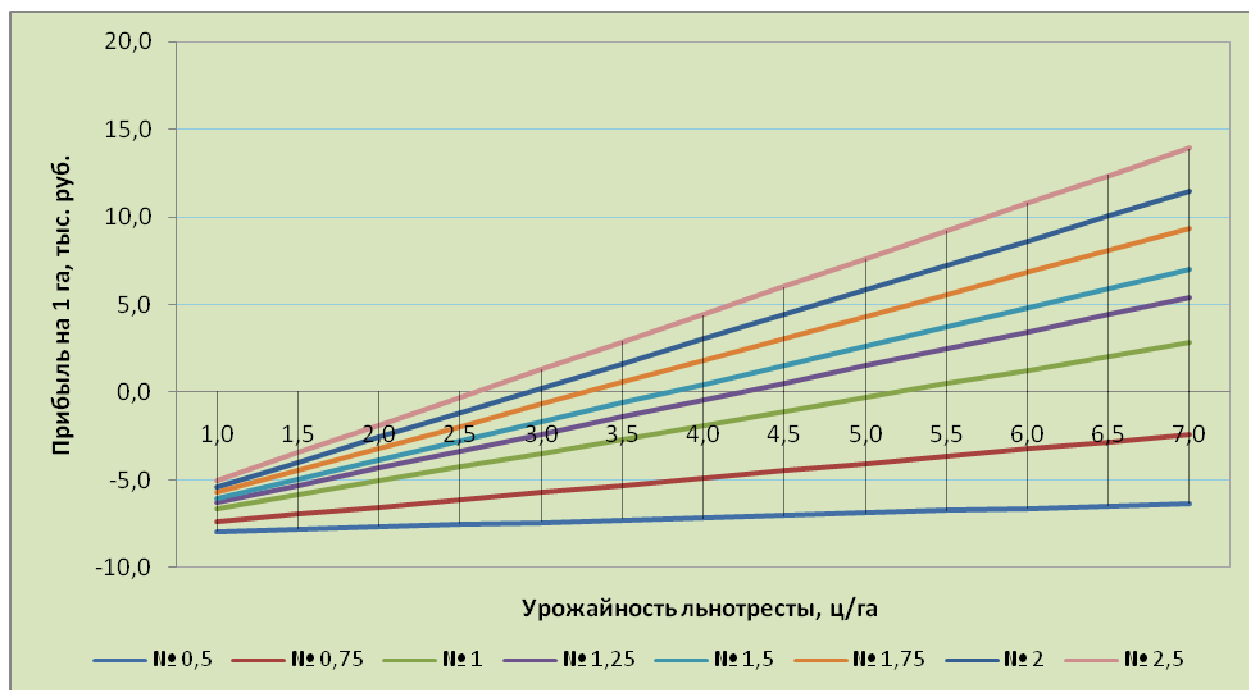


Рис. 11. Прибыль от реализации льнотресты, произведённой по специализированной технологии без субсидий на льноволокно (с отдельным производством семян в Чернозёмной зоне РФ)

Применение специализированной товарной технологии на производстве тресты в условиях субсидирования урожая позволяет получать высокорентабельное производство (рисунки 12 -15).

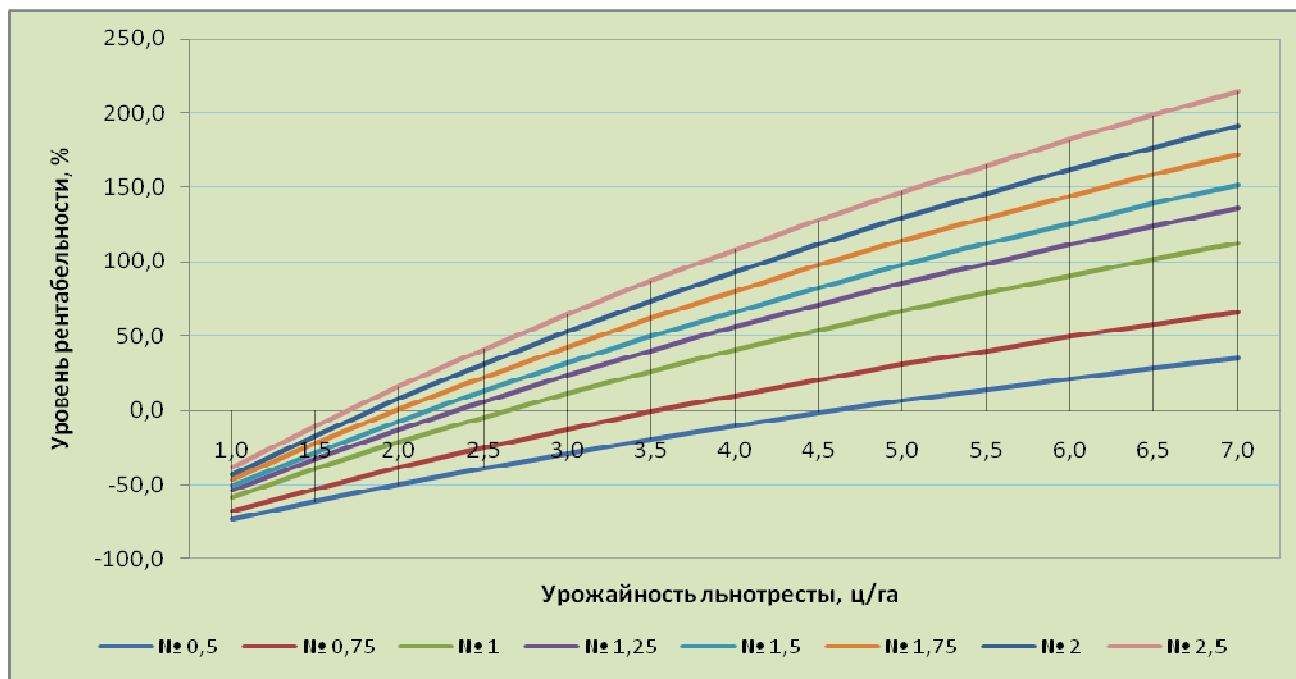


Рис. 12. Рентабельность производства льнотресты по специализированной технологии с субсидиями на льноволокно (с отдельным производством семян в льноводной зоне)

Так, рентабельность в 100% можно получать уже при урожайности 4 – 4.5 т/га льнотресты, а прибыль порядка 13 – 15 тыс.руб./ га уже позволяет вести расширенное воспроизводство даже в небольших (в том числе фермерских) хозяйствах на площади от 70- 100 га. Урожайность 2.5 – 3 т/га льнотресты (что соответствует одной тонне волокна с 1 га) позволяет вести умеренно рентабельное производство на площади от 250 – 300 га (рисунки 12 и 13).

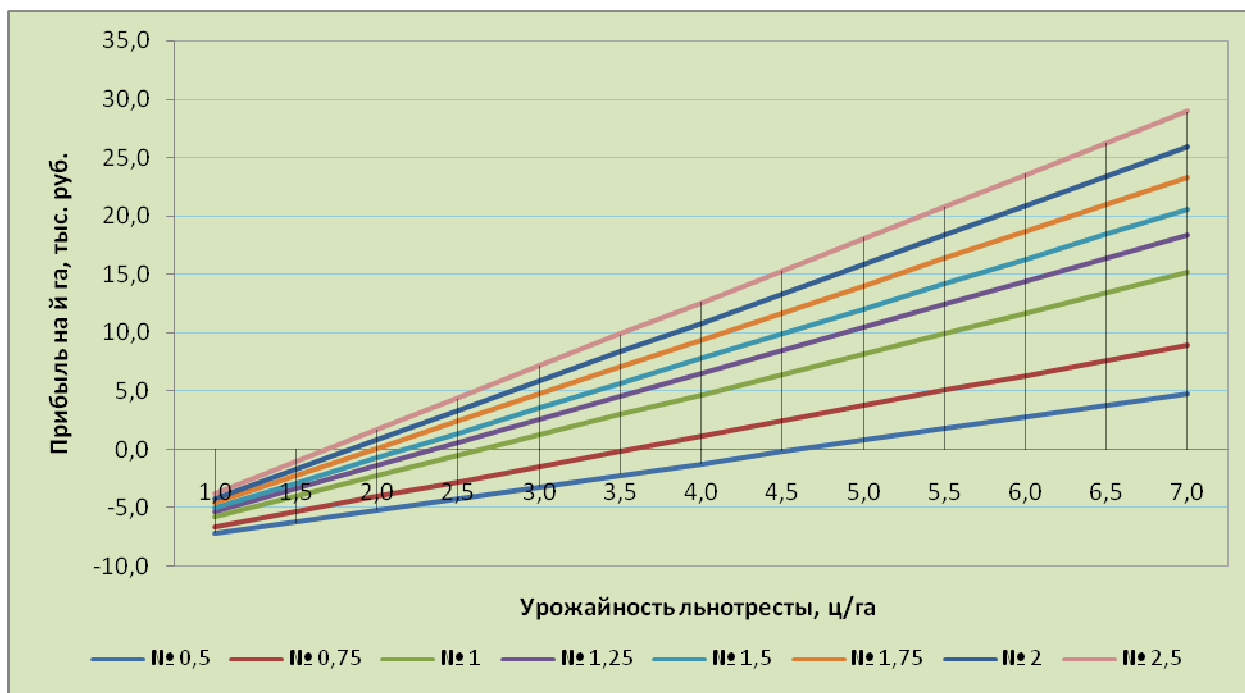


Рис. 13. Прибыль от реализации льнотресты, произведённой по специализированной технологии с субсидиями на льноволокно (с отдельным производством семян в льноводной зоне).

Эффективность производства при посеве семенами, выращенными в южных областях РФ (рисунки 14 и 15) ещё выше и позволяет иметь устойчивую отрасль льноводства, начиная с урожайности 2.5 т/га льнотресты.

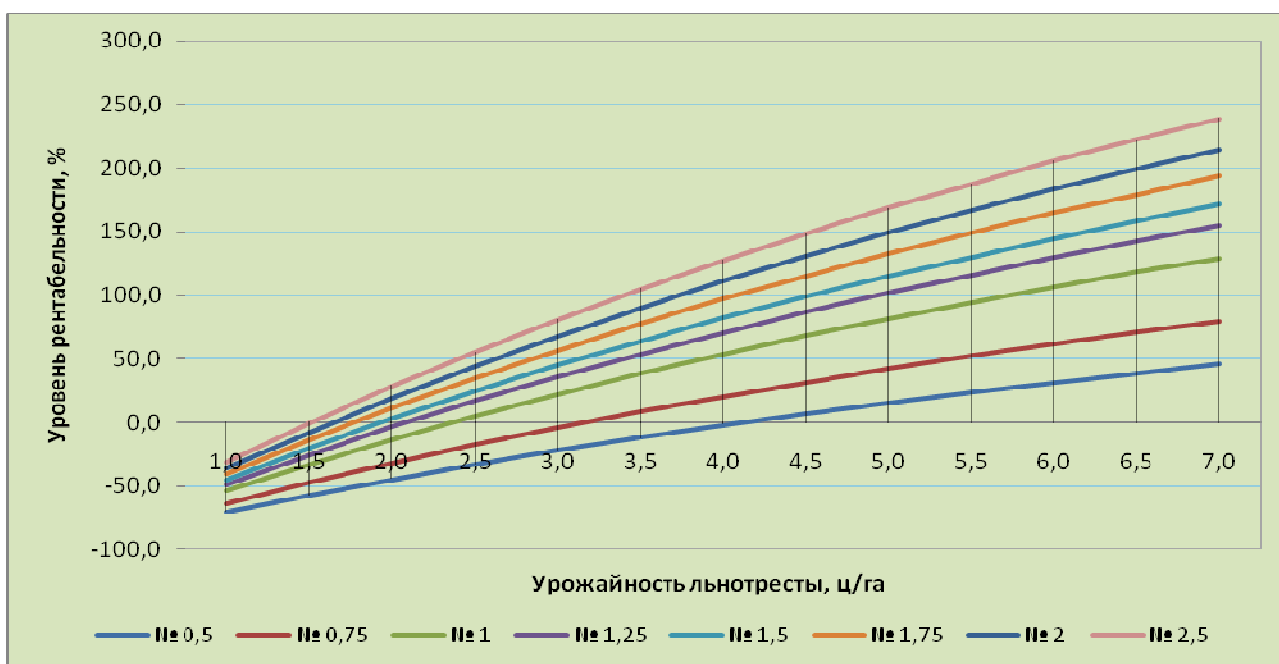


Рис. 14. Рентабельность производства льнотресты по специализированной технологии с субсидиями на льноволокно (с отдельным производством семян в Чернозёмной зоне РФ).

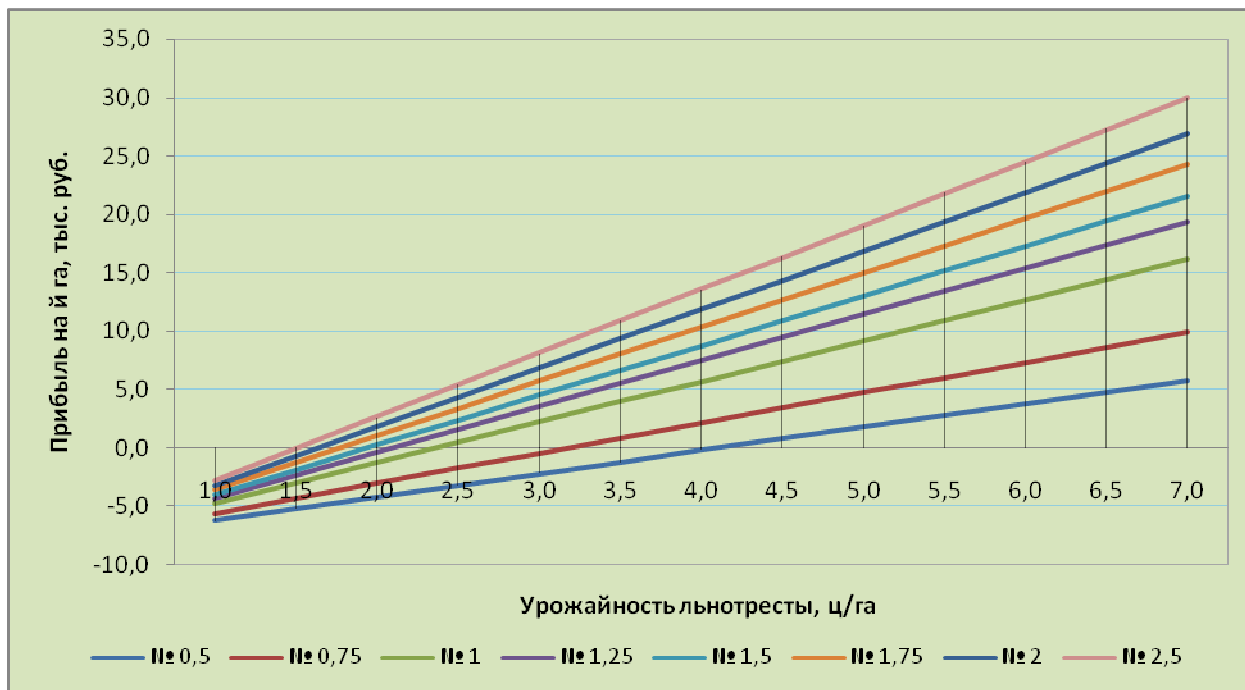


Рис. 15. Прибыль от реализации льнотресты, произведённой по специализированной технологии с субсидиями на льноволокно (с отдельным производством семян в Чернозёмной зоне РФ).

Приведённые данные, сформированные для условий производства и агрокомплекса, существующих в колхозе «Мир» Торжокского района Тверской области, адекватно описывают экономическую ситуацию в конкретном предприятии при возделывании льна по специализированным технологиям. При дальнейшей реализации таких технологий результаты должны быть ещё лучше, так как в данной оценке экономической эффективности не учитывались субсидии на материальные ресурсы (на удобрения, пестициды и т.д.). К тому же закупочные цены на тресту, произведённую для получения высококачественных текстильных материалов и других ликвидных товаров должны быть установлены на значительно более высоком уровне (в настоящее время они низкие из-за очень низкого качества тресты).

Применение специализированной технологии для производства семян способно обеспечить товарные посевы посевным материалом и принести рентабельность более 100%, при массе прибыли с гектара в несколько раз большей, чем при выращивании зерновых культур в Чернозёмной зоне.

Заключение.

Применение описанных выше технологических решений, основанных на мировом и отечественном опыте в российском льноводстве, позволит устранить проблему сбыта льняного сырья, реформировать организацию производства важнейшей сырьевой культуры и улучшить социально-экономическую ситуацию в льносеющих областях. Поскольку дифференциация технологий на товарные и семеноводческие существенно отличается от традиционных рекомендаций, для уточнений и обучения можно обратиться в следующие учреждения:

ФГУ «Российский центр сельскохозяйственного консультирования», п/о Глинково, Сергиево-Посадский р-н Московской области, тел. (495)9952090, (496)5461846, (910)5300212, сайт в Интенете www.mcx-consult.ru, E-mail: boris-karpunin@yandex.ru.

ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации льноводства», г. Тверь, Комсомольский проспект, 17/56, тел.(4822)524494, 524396. E-mail: vnptiml@mail.ru и boris-tver@list.ru.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Карпунин Б.Ф., Карацеева Ю.Б. Ресурсосбережение и адаптация технологий возделывания льна. М.: ФГУ РЦСК.- 2008. – 39 с., с илл.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И НОРМАТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ для разработки проектов адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Северо-Западном регионе РФ. - АФИ, Санкт-Петербург, 2004. - 178 с.

3. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна-долгунца. Методические рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008.- 68 с.
4. Ресурсосберегающая технология производства льна-долгунца высокого качества/производственно-практ. издание.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009.- 164 с.
5. Поздняков Б.А., Ковалёв М.М. Организационно-экономические аспекты технологизации льняного комплекса: Монография. – ГУПТО Тверская областная типография, 2006.- 208 с.
6. Тихомирова В.Я., Сорокина О.Ю., Кузьменко Н.Н., Нечушкин С.М. Усовершенствованная система применения удобрений в льняном севообороте. Торжок, 2005. 81 с. с ил.
7. Чекмарёв П.А., Карпунин Б.Ф., Савенко В.Г., Карацеева Ю.Б. Инновационная организация производства льнопродукции на основе специализации технологий возделывания льна-долгунца.- М.: ФГУ РЦСК, 2010.- 16 с.
8. Heller Krzysztof, Byczynska Malgorzata. Ontogenesis of fibre flax (*Linum usitatissimum* L.) Institute of Natural Fibres, 2004, 16 p.
9. Lancashire P.D, Bleiholder H., Langeluddecke P., Stauss R., Van Den Boom T., Weber E., Witzemberger A. (1991) – „A uniform decimalcode for growth stages of crops and weeds“. Ann. Appl. Biol. 119:561-601
10. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005.- 784 с.

Приложение 1.

Стадии онтогенеза льна-долгунца по шкале ВВСН, Геллер, Польша (в переводе и с дополнениями Карпунина Б.Ф.).

код Описание стадий роста

0 Всходы (прорастание)

- 1 «Ёлочка» (развёртывание первых пар листьев, рост молодых растений)
- 3 Быстрый рост стебля
- 5 Бутонизация
- 6 Цветение
- 7 Зелёная спелость (развитие плодов)
- 8 Созревание
- 9 Отмирание

Стадия 0. Всходы (прорастание)

код

- 00 Сухие семена (посев)
- 01 Начало набухания семян
- 03 Окончание набухания семян
- 05 Появление зародышевого корешка из семени
- 06 Рост первичного корня, формирование корневых волосков, вторичных корней
- 07 Гипокотиль с семядолями освобождается от семенной оболочки
- 08 Гипокотиль появляется над поверхностью почвы
- 09 Семядоли выносятся на поверхность почвы и разворачиваются

Стадия 1. "Ёлочка". Медленный рост надземной части, разворачивание первых листьев, интенсивный рост корневой системы.

код

- 10 Появление верхушечной почки
- 11 Первая пара настоящих листьев развёрнута (угол со стеблем более 45 градусов)
- 12 Вторая пара настоящих листьев развёрнута
- 13 Третья пара настоящих листьев развёрнута

- 14 Четвёртая пара настоящих листьев развёрнута
- 15 Пятая пара настоящих листьев развёрнута
- 16 Шестая пара настоящих листьев развёрнута
- 17 Седьмая пара настоящих листьев развёрнута
- 18 Восьмая пара настоящих листьев развёрнута
- 19 Девять и более пар настоящих листьев развёрнуты.

Стадия 3. Быстрый рост. Интенсивная дифференциация и удлинение клеток волокна, образование генеративных органов.

код

- 30 Стебель ускоряет суточный рост, резко увеличивается неравномерность растений в посеве по высоте
- 31 Стебель 10% от длины в стадии 50
- 32 Стебель 20% от длины в стадии 50
- 33 Стебель 30% от длины в стадии 50
- 34 Стебель 40% от длины в стадии 50
- 35 Стебель 50% от длины в стадии 50
- 36 Стебель 60% от длины в стадии 50
- 37 Стебель 70% от длины в стадии 50
- 38 Стебель 80% от длины в стадии 50
- 39 Стебель 90% от длины в стадии 50

Стадия 5. Бутонизация. Интенсивный рост стебля, дифференциация и удлинение клеток волокна. Постепенное исчезновение точки слома.

код

- 50 В верхушке растения ясно прощупывается первый бутон.
- 51 10% бутонов фиксируются визуально

- 52 20% бутонов фиксируются визуально
- 53 30% бутонов фиксируются визуально
- 54 40% бутонов фиксируются визуально
- 55 50% бутонов фиксируются визуально
- 56 60% бутонов фиксируются визуально
- 57 70% бутонов фиксируются визуально
- 58 80% бутонов фиксируются визуально
- 59 90% бутонов фиксируются визуально

Стадия 6. Цветение. Утолщение клеточных стенок и созревание волокна.

код

- 60 Раскрытие первого цветка
- 61 10% цветков раскрыто
- 62 20% цветков раскрыто
- 63 30% цветков раскрыто
- 64 40% цветков раскрыто
- 65 50% цветков раскрыто, лепестки первых цветков опали. Полное цветение.
- 67 Окончание цветения: большинство цветков потеряли лепестки.
- 69 Конец цветения: видны образовавшиеся коробочки. Волокно начинает быть пригодным для переработки.

Стадия 7. Зелёная спелость. Рост плодов, дальнейшее созревание волокна.

Стебли зелёные, нижние листья начинают желтеть. Коробочки зелёные, семена зелёные и мягкие. Волокно имеет максимальное качество.

код

- 70 Первая коробочка имеет финальный размер
- 71 10% коробочек имеют финальный размер.
- 72 20% коробочек имеют финальный размер.

- 73 30% коробочек имеют финальный размер.
- 74 40% коробочек имеют финальный размер.
- 75 50% и более коробочек имеют финальный размер.
- 79 Окончание фазы, почти все коробочки имеют финальный размер, семена видны сквозь покровы плода в виде белых штрихов.

Стадия 8. Созревание (ранняя жёлтая, жёлтая, полная спелость).

код

- 83 Ранняя жёлтая спелость. Стебли жёлтые снизу на 1/3 высоты. Семена белые. Коробочки начинают желтеть, частично приобретать антоциановую окраску. Волокно имеет максимальную массу (урожайность).
- 85 Жёлтая спелость. Стебли жёлтые, листья опали снизу до 2/3 высоты. Семена созрели: жёлтые, начинают темнеть. Коробочки постепенно меняют цвет из жёлтого в антоциановый. Волокно постепенно грубеет.

Стадия 9. Отмирание.

код

- 90 Полная спелость. Солома тёмно-жёлтая, тёмно-зелёная, коричневая. Коробочки и семена коричневые, сухие. Волокно грубеет.
- 97 Растения полностью отмерли, вытереблены. Ткани подвергаются мацерации.
- 99 Семена убраны, находятся в состоянии покоя.

Приложение 2.

Контроль густоты посевов льна в товарных и семеноводческих посевах.

Число растений (шт.) на 30-сантиметровом отрезке	Число растений (шт.) на 1 погонный метр	Плотность стеблестоя растений (шт.) на 1 квадратный метр	Плотность стеблестоя растений (млн.) на 1 га	Прогноз густоты к уборке при 85% выживаемости
Междурядья 7.5 см				

15	45	631,1	6,3	5,36
16	48	673,2	6,7	5,72
17	51	715,3	7,2	6,08
18	54	757,4	7,6	6,44
19	57	799,4	8,0	6,80
20	60	841,5	8,4	7,15
21	63	883,6	8,8	7,51
22	66	925,7	9,3	7,87
23	69	967,7	9,7	8,23
24	72	1009,8	10,1	8,58
25	75	1051,9	10,5	8,94
26	78	1094,0	10,9	9,30
27	81	1136,0	11,4	9,66
28	84	1178,1	11,8	10,01
29	87	1220,2	12,2	10,37
30	90	1262,3	12,6	10,73
31	93	1304,3	13,0	11,09
32	96	1346,4	13,5	11,44
33	99	1388,5	13,9	11,80
34	102	1430,6	14,3	12,16
35	105	1472,7	14,7	12,52
36	108	1514,7	15,1	12,88
37	111	1556,8	15,6	13,23
38	114	1598,9	16,0	13,59

39	117	1641,0	16,4	13,95
40	120	1683,0	16,8	14,31
41	123	1725,1	17,3	14,66
42	126	1767,2	17,7	15,02
43	129	1809,3	18,1	15,38
44	132	1851,3	18,5	15,74
45	135	1893,4	18,9	16,09
46	138	1935,5	19,4	16,45
47	141	1977,6	19,8	16,81
48	144	2019,6	20,2	17,17
49	147	2061,7	20,6	17,52
50	150	2103,8	21,0	17,88
51	153	2145,9	21,5	18,24
52	156	2187,9	21,9	18,60
53	159	2230,0	22,3	18,96
54	162	2272,1	22,7	19,31
55	165	2314,2	23,1	19,67
56	168	2356,2	23,6	20,03
57	171	2398,3	24,0	20,39
58	174	2440,4	24,4	20,74
59	177	2482,5	24,8	21,10
60	180	2524,5	25,2	21,46
61	183	2566,6	25,7	21,82
62	186	2608,7	26,1	22,17

63	189	2650,8	26,5	22,53
64	192	2692,8	26,9	22,89
65	195	2734,9	27,3	23,25
66	198	2777,0	27,8	23,60
67	201	2819,1	28,2	23,96
68	204	2861,2	28,6	24,32
69	207	2903,2	29,0	24,68
70	210	2945,3	29,5	25,04
71	213	2987,4	29,9	25,39
72	216	3029,5	30,3	25,75
73	219	3071,5	30,7	26,11
74	222	3113,6	31,1	26,47
75	225	3155,7	31,6	26,82
76	228	3197,8	32,0	27,18
77	231	3239,8	32,4	27,54
78	234	3281,9	32,8	27,90
79	237	3324,0	33,2	28,25
80	240	3366,1	33,7	28,61
81	243	3408,1	34,1	28,97
82	246	3450,2	34,5	29,33
83	249	3492,3	34,9	29,68
84	252	3534,4	35,3	30,04
85	255	3576,4	35,8	30,40
86	258	3618,5	36,2	30,76

87	261	3660,6	36,6	31,12
88	264	3702,7	37,0	31,47
89	267	3744,7	37,4	31,83
90	270	3786,8	37,9	32,19
91	273	3828,9	38,3	32,55
92	276	3871,0	38,7	32,90
93	279	3913,0	39,1	33,26
94	282	3955,1	39,6	33,62
95	285	3997,2	40,0	33,98
96	288	4039,3	40,4	34,33
97	291	4081,3	40,8	34,69
98	294	4123,4	41,2	35,05
99	297	4165,5	41,7	35,41
100	300	4207,6	42,1	35,76
101	303	4249,6	42,5	36,12
102	306	4291,7	42,9	36,48
103	309	4333,8	43,3	36,84
104	312	4375,9	43,8	37,19
105	315	4418,0	44,2	37,55
106	318	4460,0	44,6	37,91
Междурядья 10 см				
19	57	600,0	6,0	5,10
20	60	631,6	6,3	5,37
21	63	663,2	6,6	5,64

22	66	694,7	6,9	5,91
23	69	726,3	7,3	6,17
24	72	757,9	7,6	6,44
25	75	789,5	7,9	6,71
26	78	821,1	8,2	6,98
27	81	852,6	8,5	7,25
28	84	884,2	8,8	7,52
29	87	915,8	9,2	7,78
30	90	947,4	9,5	8,05
31	93	978,9	9,8	8,32
32	96	1010,5	10,1	8,59
33	99	1042,1	10,4	8,86
34	102	1073,7	10,7	9,13
35	105	1105,3	11,1	9,39
36	108	1136,8	11,4	9,66
37	111	1168,4	11,7	9,93
38	114	1200,0	12,0	10,20
39	117	1231,6	12,3	10,47
40	120	1263,2	12,6	10,74
41	123	1294,7	12,9	11,01
42	126	1326,3	13,3	11,27
43	129	1357,9	13,6	11,54
44	132	1389,5	13,9	11,81
45	135	1421,1	14,2	12,08

46	138	1452,6	14,5	12,35
47	141	1484,2	14,8	12,62
48	144	1515,8	15,2	12,88
49	147	1547,4	15,5	13,15
50	150	1578,9	15,8	13,42
51	153	1610,5	16,1	13,69
52	156	1642,1	16,4	13,96
53	159	1673,7	16,7	14,23
54	162	1705,3	17,1	14,49
55	165	1736,8	17,4	14,76
56	168	1768,4	17,7	15,03
57	171	1800,0	18,0	15,30
58	174	1831,6	18,3	15,57
59	177	1863,2	18,6	15,84
60	180	1894,7	18,9	16,11
61	183	1926,3	19,3	16,37
62	186	1957,9	19,6	16,64
63	189	1989,5	19,9	16,91
64	192	2021,1	20,2	17,18
65	195	2052,6	20,5	17,45
66	198	2084,2	20,8	17,72
67	201	2115,8	21,2	17,98
68	204	2147,4	21,5	18,25
69	207	2178,9	21,8	18,52

70	210	2210,5	22,1	18,79
71	213	2242,1	22,4	19,06
72	216	2273,7	22,7	19,33
73	219	2305,3	23,1	19,59
74	222	2336,8	23,4	19,86
75	225	2368,4	23,7	20,13
76	228	2400,0	24,0	20,40
77	231	2431,6	24,3	20,67
78	234	2463,2	24,6	20,94
79	237	2494,7	24,9	21,21
80	240	2526,3	25,3	21,47
81	243	2557,9	25,6	21,74
82	246	2589,5	25,9	22,01
83	249	2621,1	26,2	22,28
84	252	2652,6	26,5	22,55
85	255	2684,2	26,8	22,82
86	258	2715,8	27,2	23,08
87	261	2747,4	27,5	23,35
88	264	2778,9	27,8	23,62
89	267	2810,5	28,1	23,89
90	270	2842,1	28,4	24,16
91	273	2873,7	28,7	24,43
92	276	2905,3	29,1	24,69
93	279	2936,8	29,4	24,96

94	282	2968,4	29,7	25,23
95	285	3000,0	30,0	25,50
96	288	3031,6	30,3	25,77
97	291	3063,2	30,6	26,04
98	294	3094,7	30,9	26,31
99	297	3126,3	31,3	26,57
100	300	3157,9	31,6	26,84
101	303	3189,5	31,9	27,11
102	306	3221,1	32,2	27,38
103	309	3252,6	32,5	27,65
104	312	3284,2	32,8	27,92
105	315	3315,8	33,2	28,18
106	318	3347,4	33,5	28,45
107	321	3378,9	33,8	28,72
108	324	3410,5	34,1	28,99
109	327	3442,1	34,4	29,26
110	330	3473,7	34,7	29,53
111	333	3505,3	35,1	29,79
112	336	3536,8	35,4	30,06
113	339	3568,4	35,7	30,33
Междурядья 30 см				
47	141	478,0	4,8	4,06
48	144	488,1	4,9	4,15
49	147	498,3	5,0	4,24

50	150	508,5	5,1	4,32
51	153	518,6	5,2	4,41
52	156	528,8	5,3	4,49
53	159	539,0	5,4	4,58
54	162	549,2	5,5	4,67
55	165	559,3	5,6	4,75
56	168	569,5	5,7	4,84
57	171	579,7	5,8	4,93
58	174	589,8	5,9	5,01
59	177	600,0	6,0	5,10
60	180	610,2	6,1	5,19
61	183	620,3	6,2	5,27
62	186	630,5	6,3	5,36
63	189	640,7	6,4	5,45
64	192	650,8	6,5	5,53
65	195	661,0	6,6	5,62
66	198	671,2	6,7	5,71
67	201	681,4	6,8	5,79
68	204	691,5	6,9	5,88
69	207	701,7	7,0	5,96
70	210	711,9	7,1	6,05
71	213	722,0	7,2	6,14
72	216	732,2	7,3	6,22
73	219	742,4	7,4	6,31

74	222	752,5	7,5	6,40
75	225	762,7	7,6	6,48
76	228	772,9	7,7	6,57
77	231	783,1	7,8	6,66
78	234	793,2	7,9	6,74
79	237	803,4	8,0	6,83
80	240	813,6	8,1	6,92
81	243	823,7	8,2	7,00
82	246	833,9	8,3	7,09
83	249	844,1	8,4	7,17
84	252	854,2	8,5	7,26
85	255	864,4	8,6	7,35
Междурядья 45 см				
70	210	471,9	4,7	4,01
71	213	478,7	4,8	4,07
72	216	485,4	4,9	4,13
73	219	492,1	4,9	4,18
74	222	498,9	5,0	4,24
75	225	505,6	5,1	4,30
76	228	512,4	5,1	4,36
77	231	519,1	5,2	4,41
78	234	525,8	5,3	4,47
79	237	532,6	5,3	4,53
80	240	539,3	5,4	4,58

81	243	546,1	5,5	4,64
82	246	552,8	5,5	4,70
83	249	559,6	5,6	4,76
84	252	566,3	5,7	4,81
85	255	573,0	5,7	4,87
86	258	579,8	5,8	4,93
87	261	586,5	5,9	4,99
88	264	593,3	5,9	5,04
89	267	600,0	6,0	5,10
90	270	606,7	6,1	5,16
91	273	613,5	6,1	5,21
92	276	620,2	6,2	5,27
93	279	627,0	6,3	5,33
94	282	633,7	6,3	5,39
95	285	640,4	6,4	5,44
96	288	647,2	6,5	5,50
97	291	653,9	6,5	5,56
98	294	660,7	6,6	5,62
99	297	667,4	6,7	5,67
100	300	674,2	6,7	5,73
101	303	680,9	6,8	5,79
102	306	687,6	6,9	5,84
103	309	694,4	6,9	5,90
104	312	701,1	7,0	5,96

105	315	707,9	7,1	6,02
106	318	714,6	7,1	6,07
107	321	721,3	7,2	6,13
108	324	728,1	7,3	6,19
109	327	734,8	7,3	6,25
110	330	741,6	7,4	6,30
111	333	748,3	7,5	6,36
112	336	755,1	7,6	6,42
113	339	761,8	7,6	6,48
114	342	768,5	7,7	6,53
115	345	775,3	7,8	6,59

Приложение 3

Интегрированная технологическая карта производства льнотресты по специализированной технологии

№	Наименование операции	Год	Сроки выполнения		Машины и оборудование
			календарный	рабочие дни	
1	2	3	4	5	6
1	Подвоз воды и заправка опрыскивателей	К	Август	5	Автомобиль
2	Обработка гербицидом	К	Август	5	Опрыскиватели
3	Тукосмещение с загрузкой в транспорт	К	Август	5	Тукосмесительное оборудование
4	Транспортировка и внесение мин. удобрений (фосфорные, калийные)	К	Август	5	Разбрасыватель минеральных удобрений

5	Зяблевая вспашка (на глубину пахотного слоя)	К	Сентябрь	10	Лемешной или чизельный плуг
6	Транспортировка и внесение азотных удобрений	L	Апрель-Май	5	Разбрасыватель минеральных удобрений
7	Культивация (10-14 см)	L	Апрель	5	Культиватор
8	Протравливание семян	L	Май	5	Протравливатель
9	Погрузка семян	L	Май	5	Погрузчик
10	Транспортировка семян и загрузка в сеялку	L	Май	5	Загрузчики семян
11	Посев	L	Май	5	Сеялка
12	Подвоз воды и заправка опрыскивателей	L	Июнь	5	Автомобиль
13	Обработка инсектицидом	L	Июнь	5	Опрыскиватели
14	Подвоз воды и заправка опрыскивателей	L	Июнь	5	Автомобиль
15	Обработка гербицидом	L	Июнь	5	Опрыскиватели
16	Теребление льна с расстилом в ленты	L	Июль	10	Льнокомбайн
17	Оборачивание лент льна (2-3 раза)	L	Июль-Август	20	Оборачиватель
18	Вспушивание лент льна	L	Август	10	Ворошилка
19	Подбор льнотресты с формированием рулонов	L	Август	10	Пресс-подборщик
20	Погрузка рулонов	L	Август	10	Погрузчики
21	Транспортировка рулонов	L	Август	10	Автомобиль
22	Разгрузка рулонов	L	Август	10	Погрузчики

Интегрированная технологическая карта операций производства льносемян по специализированной технологии.

№	Наименование операции	Год	Сроки выполнения		Тип техники
			календарный	рабочие дни	
1	2	3	4	5	7
1	Подвоз воды и заправка опрыскивателей	К	Август	5	Автомобиль
2	Обработка гербицидом	К	Август	5	Опрыскиватели
3	Тукосмещение с загрузкой в транспорт	К	Август	5	Смеситель
4	Транспортировка и внесение мин. удобрений (фосфорные, калийные)	К	Август	5	Разбрасыватель минеральных удобрений
5	Зяблевая вспашка	К	Сентябрь	10	Лемешной или чизельный плуг
67	Транспортировка и внесение азотных удобрений	L	Апрель	5	Разбрасыватель минеральных удобрений
7	Культивация (10-14 см)	L	Апрель	5	Культиватор
8	Протравливание семян	L	Май	5	Протравливатель
9	Погрузка семян	L	Май	5	Погрузчик
10	Транспортировка семян и загрузка в сеялку	L	Май	5	Загрузчики семян
11	Посев	L	Май	5	Комбинированная сеялка
12	Подвоз воды и заправка опрыскивателей	L	Июнь	5	Автомобиль
13	Обработка гербицидом	L	Июнь	5	Опрыскиватели
14	Подвоз воды и заправка опрыскивателей	L	Июнь	5	Автомобиль
15	Обработка десикантом	L	Июль - август	5	Опрыскиватели
16	Уборка (теребление, либо	L	Август	10	Льнокомбайн, либо универсальный комбайн с

	скашивание)				очёсывающей жаткой
17	Отвоз семян на сушилку	L	Август	10	Трактор, автомобиль
18	Сушка, очистка и сортировка семян	L	Сентябрь	10	Сушилка, семяочистительная машина

Примечание: при возделывании в южных регионах РФ может не потребоваться десикация и подсушка семян.