МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРЯДИЛЬНЫХ КУЛЬТУР

Научное издание



Москва 2020

Техника и оборудование для села

Сельхозпроизводство ⊛ Переработка ⊛ Агротехсервис ⊛ Агробизнес

ЖУРНАЛ «ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА» – ВАШ ПОМОЩНИК В НАУЧНОЙ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ, УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ!



Ежемесячный полнокрасочный научно-производственный и информационно-аналитический журнал «Техника и оборудование для села», учредителем и издателем которого является ФГБНУ «Росинформагротех», выпускается с 1997 г. при поддержке Минсельхоза России и Россельхозакадемии. За это время журнал стал одним из ведущих изданий в отрасли и как качественное и общественно значимое периодическое средство массовой информации в 2008, 2009 и 2011 гг. удостоен знака отличия «Золотой фонд прессы». В редакционный совет журнала входят 7 академиков РАН.

В журнале освещаются актуальные проблемы технической и технологической модернизации АПК: инновационные проекты, технологии и оборудование, энергосбережение и энергоэффективность; механизация, электрификация и автоматизация производства и переработки сельхозпродукции; агротехсервис; аграрная экономика; информатизация в АПК; развитие сельских территорий; технический уровень сельскохозяйственной техники; возобновляемая энергетика и др.

Журнал является постоянным участником большинства международных и российских выставок, конференций и других крупных мероприятий в области АПК, проходящих в России, неоднократно отмечался почетными грамотами, дипломами и медалями (более 10).

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН, Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученных степеней кандидата и доктора наук, входит в ядро РИНЦ и базу данных RSCI.

Регионы распространения журнала: Центральный, Центрально-Черноземный, Поволжский, Северо-Кавказский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Северный, Северо-Западный, Калининградская область, а также государства СНГ (Украина, Беларусь, Казахстан).

Индекс в каталоге агентства «Роспечать» – 72493, в объединенном каталоге «Пресса России» – 42285.

Стоимость подписки на 2020 г. с доставкой по Российской Федерации – 8712 руб. с учетом НДС (10%), по СНГ и странам Балтии – 9936 руб. (НДС – 0%).

Приглашаем разместить в журнале «Техника и оборудование для села» информационные (рекламные) материалы, соответствующие целям и профилю журнала.

Подписку и размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» с любого месяца, на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет.

Банковские реквизиты: УФК по Московской области (Отдел № 28 Управления Федерального казначейства по МО);
ИНН 5038001475/КПП 503801001
ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486Х71280,
р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО, БИК 044525000.
В назначении платежа указать код КБК (000 0000 0000000 000 440), ОКТМО 46758000.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60, Росинформагротех, журнал «Техника и оборудование для села».
Справки по телефонам: (495), 993-44-04, (496) 531-19-92;
E-mail: r_technica@mail.ru, fgnu@rosinformagrotech.ru



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт
информации и технико-экономических исследований
по инженерно-техническому обеспечению АПК»
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРЯДИЛЬНЫХ КУЛЬТУР

Москва 2020

УДК 631.3:631.52/.53
ББК 40.711:42.16
М 38

Рецензенты:
В.В. Голубев, д-р техн. наук (Тверская ГСХА);
А.А. Манохина, д-р с.-х. наук (РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)

Авторы:
Р.А. Ростовцев, И.В. Ущаповский, И.Г. Голубев, Н.П. Мишуров

М 38 **Машинно-технологическое обеспечение возделывания и переработки прядильных культур**: науч. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 156 с.

ISBN 978-5-7367-1597-8

Проанализировано состояние производства лубяных культур в Российской Федерации. Рассмотрены технологии и машины для возделывания, уборки и переработки льна-долгунца и конопли посевной. Обобщены передовые практики их возделывания, уборки и переработки.

Предназначен для специалистов агропромышленного комплекса, научных работников, преподавателей и студентов образовательных учреждений и лиц, принимающих управленческие решения по технической модернизации сельского хозяйства.

Machines, equipment and technologies for cultivation and processing of fiber crops: scientific. ed. (Moscow: Rosinformagrotekh), 156 (2020).

The state of production of fiber crops in the Russian Federation is analyzed. Technologies and machines for cultivation, harvesting and processing of long-stalked flax and common hemp are considered. The best practices of their cultivation, harvesting and processing are summarized.

The article is intended for specialists in the agro-industrial complex, researchers, teachers and students of educational institutions and those who make managerial decisions on the technical modernization of agriculture.

ISBN 978-5-7367-1597-8

УДК 631.3:631.52/.53
ББК 40.711:42.16
© ФГБНУ «Росинформагротех», 2020

ВВЕДЕНИЕ

В Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации 21 января 2020 г., № 20) указано, что к основным направлениям государственной политики в сфере продовольственной безопасности относятся разработка и реализация программ технологической модернизации, в том числе внедрение новой техники и технологий, обеспечивающих повышение производительности труда, энергоэффективность, ресурсосбережение и снижение потерь в сельском и рыбном хозяйстве [1]. Для решения проблем создания конкурентоспособных технологий в сельском хозяйстве постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 утверждена Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (ФНТП), в рамках которой действует и разрабатывается подпрограмма развития селекции и семеноводства технических культур, в том числе прядильных [2, 3]. В мировом производстве из прядильных культур наиболее широко используются лён-долгунец, джут и конопля, хлопчатник. Важнейшими отечественными прядильными культурами являются лен-долгунец и конопля, относящиеся к лубяным культурам [4 -10]. В Национальном докладе «О ходе и результатах реализации в 2019 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» (раздел «Развитие отраслей агропромышленного комплекса, обеспечивающих ускоренное импортозамещение основных видов сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» «Прядильные культуры») отмечено, что в 2019 г. общий объем производства льно- и пеньковолокна составил 40,9 тыс. т [3].

Ожидается, что производство прядильных культур будет увеличиваться, достигнув к 2025 г. лучших показателей за последние 20 лет [4]. Так, рост производства льна на волокно прогнозируется с 38,25 тыс. т в 2018 г. до 52,6 тыс. т в 2025 г. [4]. По данным Минсельхоза России, к 2025 г. посевная площадь льна должна увеличиться почти до 60 тыс. га, что на 1/3 больше, чем в насто-

ящее время. Льняная подотрасль АПК имеет большой потенциал для импортозамещения и наращивания объемов экспорта [6, 7]. В настоящее время в льноводстве занято около 200 российских сельхозтоваропроизводителей. Только за последние пять лет поставки отечественного льноволокна за рубеж увеличились более чем в 3,7 раза [7]. Созданы благоприятные условия и предпосылки для быстрого развития отрасли льноводства: в регионах восстанавливается производственная база, возрождаются технологии и традиции выращивания данной сельскохозяйственной культуры [4, 12, 13]. Для дальнейшего развития производства с 2020 г. определены новые меры господдержки в виде компенсирующей и стимулирующей субсидий. В частности, выращивание льна-долгунца предусмотрено в качестве приоритетного направления в рамках стимулирующей субсидии в 11 субъектах страны [7]. Приоритетное направление по производству льна-долгунца предусмотрено в Брянской, Ивановской, Смоленской, Тверской, Вологодской, Нижегородской, Курганской, Омской, Томской областях и Алтайском крае. Минсельхоз России совместно с Минпромторгом России и привлечёнными экспертами проводит комплексный анализ для выработки дополнительных мер поддержки отрасли. Однако для дальнейшего увеличения производства льна необходимы техническая модернизация льноперерабатывающих заводов, развитие конкурентоспособной отечественной селекции этой культуры, разработки новых научно обоснованных технологий его возделывания и переработки [7].

Одной из основных причин низкой эффективности производства льна-долгунца в Российской Федерации является крайне недостаточный уровень технической обеспеченности отрасли, составляющий по основным видам специализированных, технических средств 40-60% от оптимального. Доля машин, находящихся в эксплуатации свыше 15 лет, составляет: по льнокомбайнам 75%, пресс-подборщикам – 80, оборудованию пунктов сушки и переработки семенного вороха – 100% [11]. Необеспеченность хозяйств специализированными техническими средствами для уборки льна, являющаяся основной причиной низких показателей урожайности и качества льносырья, достигает 40-80%. Реализация сортового потенциала современных

сортов льна-долгунца в производстве составляет 20-25%, что связано не только с нарушениями агротехники, но и использованием семенного материала низкого качества. Использование отечественных инновационных разработок в области технологий, машин и оборудования, агробиологических средств ограничено экономическими возможностями льнохозяйств. Для повышения эффективности отрасли необходима комплексная модернизация, предполагающая решение организационных, агрономических, технологических и инженерно-технических вопросов. Техническая модернизация отрасли, необходимая для достижения среднесрочных программных планов, требует незамедлительного выпуска сотен специализированных машин, технических средств и оборудования. На производство и приобретение инновационных машин и оборудования необходимы миллиардные инвестиции [6].

По прогнозам аналитиков, в ближайшие годы будет расти мировая индустрия производства конопли [14]. В источниках «Industrial Hemp Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Seeds, Fiber, Shives), By Application (Animal Care, Textiles, Food & Beverages, Personal Care), And Segment Forecasts, 2020-2027» указано, что объем мирового рынка промышленной конопли в 2019 г. оценивался в 4,71 млрд долл. США, и ожидается, что среднегодовой темп роста выручки составит 15,8% в течение прогнозируемого периода. Рынок определяется растущим спросом на конопляное масло и волокно в автомобилестроении, строительстве, производстве продуктов питания и напитков, личной гигиене и текстильной промышленности. Особенно высокий спрос прогнозируется для экономик в развивающихся регионах, таких как Азиатско-Тихоокеанский. Ожидается, что растущий спрос на масляные и печатные краски, лаки, топливо, растворители, смазочные материалы для цепных пил, замазки и покрытия будет способствовать дальнейшему увеличению спроса на продукцию. Кроме того, ожидается, что рост инвестиций в производство продуктов на основе конопли будет стимулировать рост рынка.

В Канаде посевные площади технической конопли ежегодно прирастают почти на 25%. В США в 2018-2019 гг. розничная стоимость

продуктов из конопли значительно выросла. Низкие цены на коноплю как на сельскохозяйственную культуру побуждают фермеров диверсифицировать варианты выращивания, что привело к увеличению числа производителей. Основные участники рынка сосредоточены на полном использовании урожая, чтобы получить бóльшую долю рынка. Расчеты объема мирового рынка волокна и семян технической конопли на период с 2016 по 2027 г. увеличатся в 6 и 10 раз соответственно.

По данным Минсельхоза России, техническая конопля возделывается в Орловской, Пензенской, Новосибирской, Курской, Нижегородской областях, Адыгее и Мордовии. Лидерами по её посевам являются Пензенская, Нижегородская и Курская области [15, 16]. За последние несколько лет в России появилось около десятка новых крупных предприятий по производству и переработке технической конопли. Продукты её переработки используются в отечественной пищевой, легкой, целлюлозной промышленности, медицине и косметологии [14].

В научном издании рассмотрены инновационные технологии возделывания и переработки льна-долгунца и технической конопли. Использованы разработки ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (ФНЦ ЛК), других научных и образовательных учреждений, а также информационные материалы, представленные на профильных публичных мероприятиях. Результаты работы направлены на содействие формированию условий научной, научно-технической деятельности и получению результатов по возделыванию и переработке прядильных культур, обеспечивающих независимость и конкурентоспособность отрасли.

1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА И ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ

1.1. Лен-долгунец

Льняной комплекс страны представлен 150 сельхозтоваропроизводителями, выращивающими и перерабатывающими лен-долгунец, в том числе 59 льнозаводами с общим объемом производства свыше 50 тыс. т в год, при этом загруженность потенциальных мощностей по производству льноволокна – менее 40%, 44 предприятия требуют модернизации. В 2019 г. валовой сбор этой культуры составил 38,5 тыс. т при потребности страны в 350 тыс. т, из которых половина – для текстильной промышленности [17]. В 2019 г. выращивание льна-долгунца велось в 20 субъектах Российской Федерации [3], его посевные площади составили 49,7 тыс. га при средней урожайности 8,7 ц/га. Посевные площади конопли в Российской Федерации занимают 10,2 тыс. га, валовой сбор пеньковолокна – 2,4 тыс. т.

Посевные площади льна-долгунца в хозяйствах всех категорий приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Посевные площади льна-долгунца в хозяйствах всех категорий, тыс. га

Наименование культуры	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Посевная площадь – всего	77853,7	78654,8	79311,9	80048,7	79633,7	79880,5
Лен-долгунец	50,5	52,6	48,5	47,5	44,8	49,7

Лен-долгунец производят в различных регионах страны [17, 18, 19, 20]. Рейтинг ТОП-5 регионов по размеру площадей льна-долгунца: Омская область (размер площадей в 2019 г. – 5,1 тыс. га, доля в общих площадях – 10,0%), Тверская (5,0 тыс. га, 9,8%), Смоленская (4,8 тыс. га, 9,4%), Вологодская (4,7 тыс. га, 9,3%), Нижегородская (4,5 тыс. га, 8,9%). В ТОП-20 крупнейших регионов по посевным

площадям льна-долгунца в 2019 г. вошли также Алтайский край; республики Удмуртская, Татарстан, Марий Эл, Дагестан; Курганская, Брянская, Ярославская, Томская, Новгородская, Волгоградская, Новосибирская, Псковская, Белгородская, Владимирская области [20].

По оперативным данным органов управления АПК субъектов Российской Федерации, по состоянию на 22 июня 2020 г. в целом по стране лен-долгунец посеян на площади 51,1 тыс. га, или 105,1% прогнозной площади [18]. Динамика площадей посева этой культуры в хозяйствах всех категорий Российской Федерации показана на рис. 1.1 [3, 18, 19].

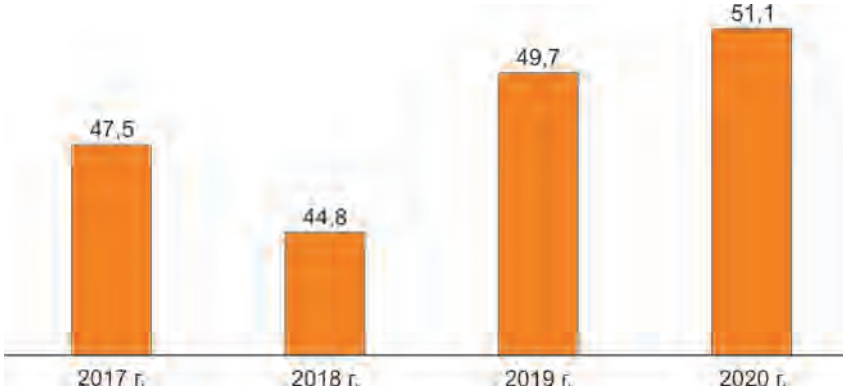


Рис. 1.1. Динамика площадей посева льна-долгунца в хозяйствах всех категорий Российской Федерации, тыс. га

По оперативным данным органов управления АПК субъектов Российской Федерации, по состоянию на 2 июня 2020 г. наибольшие площади отведены под культуру в Алтайском крае, Омской, Брянской, Ярославской и Смоленской областях, Республике Татарстан [21]. Для увеличения производства, в том числе в льняной отрасли, ведомством с 2020 г. определены новые меры господдержки в виде компенсирующей и стимулирующей субсидий. В частности, выращивание этой культуры предусмотрено в качестве приори-

тетного направления в рамках стимулирующей субсидии в десяти субъектах страны. В их числе Брянская, Ивановская, Смоленская, Тверская, Вологодская, Нижегородская, Курганская, Омская и Томская области, Алтайский край. Кроме того, предприятия отрасли имеют возможность получить от государства компенсацию 25% фактической стоимости реализации инвестиционных проектов по созданию и модернизации льно- и пенькоперерабатывающих предприятий [21].

Льняная подотрасль имеет большой потенциал для импортозамещения и наращивания объемов экспорта, при этом определяющим фактором остается спрос на льноволокно текстильной промышленностью [6, 7]. Только за последние пять лет поставки отечественного льноволокна за рубеж увеличились более чем в 3,7 раза, а, по предварительным данным, по итогам первого полугодия 2020 г. его экспорт составил более 1100 т на сумму около 1,4 млн долл. [7]. Созданы благоприятные условия и предпосылки для быстрого развития отрасли льноводства: в регионах восстанавливается производственная база, возрождаются технологии и традиции выращивания данной сельскохозяйственной культуры [4]. Развитие льняного сектора возможно только при условии организованного сбыта [12, 13]. По мнению экспертов, существует несколько перспективных направлений, которые могли бы значительно увеличить спрос и повысить доходность льноводства, одно из них – развитие химических технологий переработки, позволяющих получать качественную льняную целлюлозу для производства различных косметических, гигиенических медицинских средств – бинтов, ваты, салфеток и др. Для их производства используют также хлопок (объемы его закупок за рубежом ежегодно превышают 40 тыс. т). Еще одно направление развития льноводства – применение льна-долгунца в оборонной промышленности. Потребность на эти нужды оценивается более чем в 3,5-4 тыс. т льноволокна. При этом для изготовления целлюлозы требуются не высококачественный лен, а сорта с высоким ее содержанием [12]. Льняной текстиль – основа перспективных материалов (биокомпозиты, агроцеллюлоза и текспластмассы, тексбетоны и др.) [13].

Развитие данного сектора растениеводства сдерживается изношенностью материально-технической базы и отсутствием современных высокопроизводительных средств переработки. Проведенный Минсельхозом России анализ потенциальных мощностей по производству льноволокна показал, что их загруженность составляет менее 40%, а 44 предприятия требуют модернизации. При этом главным инструментом технического обновления льноперерабатывающих предприятий является программа льготного лизинга, реализуемая АО «Росагролизинг». Министерство проводит комплекс мероприятий, направленных на внедрение современных высокоурожайных сортов лубяных культур, увеличение объемов внесения минеральных удобрений, проведение культуртехнических работ по известкованию кислых почв [6].

Для *Тверской области* лён является традиционной сельскохозяйственной культурой. В регионе действует комплекс мер поддержки производителей льна. Объем средств, предусмотренный на поддержку льноводства в Тверской области, в 2017-2020 гг. составляет 343,2 млн руб. В регионе разработан проект целевой программы модернизации предприятий отрасли на 2019-2024 гг., предусматривающей финансирование в размере 5 млрд руб. Производством льна занимаются 15 льносеющих хозяйств, а первичной переработкой льносырья – 6 льнозаводов области в Бежецком, Сонковском, Молоковском, Калязинском и других районах. Производственные мощности позволяют перерабатывать до 25 тыс. т льнотресты. В Тверской области ведущим предприятием по выращиванию и переработке льна является ООО «Тверская агропромышленная компания», которая имеет 2 льнозавода по первичной переработке льна и линию по производству строительного утеплителя в Бежецком районе. В 2020 г. по итогам весенних сезонных работ в Тверской области лен-долгунец посеян на площади 5,8 тыс. га, в основном в Бежецком, Калязинском и Торжокском районах. Объем государственной поддержки хозяйств по возмещению затрат на проведение агротехнологических работ по посеву культуры составил 59 млн руб. (на 3, 6 млн руб. больше, чем в 2019 г.). На стимулирующие выплаты за произведенное и реали-

зованное льноволокно бюджетом области предусмотрено выделить 60,8 млн руб. В прошлом году в области были увеличены с 20 до 50% ставки субсидии на возмещение части затрат за приобретенную машиностроительную технику для сельскохозяйственных товаропроизводителей, занимающихся производством и первичной переработкой льна-долгунца. Специализированную льняную технику приобрели ООО «Пасечник» (Торжокский район – 3 самоходных оборачивателя лент) и ООО «Тверская АПК» (Бежецкий район – 4 прямоточных льнотеребилки, 5 пресс-подборщиков для лент). Льняной комплекс области располагает богатым производственным и научным потенциалом. Министерством сельского хозяйства региона и другими областными ведомствами ведется подготовка пилотного проекта по созданию машинно-тракторной станции для оказания агротехнологических услуг, в том числе для льноводческих предприятий [22].

В поселке Славный Торжокского района планируется создать агротехнопарк в составе опытно-экспериментальной площадки. В него войдут опытно-экспериментальное хозяйство, льняной агротехнопарк, включающий в себя производство специализированной льняной техники. Главным направлением станет развитие новейших технологий в льноводстве. О реализации пилотного проекта заявлено на «Дне льняного поля-2020», который проходил 7 августа в Тверской области [9].

В *Ярославской области* действует государственная субсидия для предприятий, выращивающих лен. Для АПК Ярославской области льноводство является одним из восьми приоритетных направлений развития. Более 80% посевных площадей льна-долгунца приходится на долю Даниловского, Мышкинского, Переславского и Пошехонского районов. К льносеющим предприятиям в регионе относятся ОАО «Середской льнозавод», ОАО «Лен», ООО «Новоберезки», СПК «Мерга», ЗАО «Святово-лен», СПК «Некоузский». Мощность переработки составляет более 7 тыс. т. Посевная площадь льна сохраняется в регионе на уровне 2,5 тыс. га. До 2021 г. планируется вложить порядка 800 млн руб. инвестиций в эту сферу, а площадь посева увеличить до 4,4 тыс. га [4,5]. В 2020 г.

льном-долгунцом в области засеяно 3,4 тыс. га, что на 13% больше, чем в 2019 г. Традиционно лен выращивается в Мышкинском, Некоузском, Большесельском, Даниловском, Некрасовском и Пошехонском районах области. В 2020 г. появились посевы льна в Первомайском районе. Там ООО «Пречистенский» приступило к реализации инвестиционного проекта по выращиванию и переработке льна. Посевная площадь – 100 га, в дальнейшем предприятие планирует увеличить посевы в 10 раз. На первом этапе будет производиться льноволокно, затем планируется наладить глубокую переработку льна. Длинные волокна будут экспортировать в Китай, а короткие – подготавливать для текстильного производства. Рассматриваются вопросы строительства в регионе завода по глубокой переработке льна и привлечения инвесторов для этой цели [23].

В *Смоленской области* ООО «Русский лен» создает новое современное производство по первичной переработке льна. После выхода предприятия на полную мощность предусмотрено перерабатывать порядка 10 тыс. т льняного сырья и выпускать почти 4 тыс. т пряжи в год. По планам, к 2030 г. доходность льняного комплекса региона увеличится в 48 раз, выручка от реализации продукции достигнет 9 млрд руб., что составит 30% общего объема выручки сельхозпроизводства [4, 5].

В *Нижегородской области* площадь полей со льном в 2019 г. выросла на 44%, достигнув 3,3 тыс. га. Регион наладил поставки льноволокна в Костромскую, Московскую, Ивановскую и Тверскую области, Республику Башкортостан. Предприятия экспортируют и другие продукты переработки льна: масло, муку, пищевые семена [4, 5].

Республика Марий Эл традиционно является льносеющим регионом. В 2020 г. производство льна-долгунца прогнозируется на уровне 280 т, что на 7% больше, чем в 2019 г. Минсельхоз России оказывает комплексную поддержку подотрасли, направленную на повышение ее конкурентоспособности, техническое и технологическое обновление. К 2025 г. площадь посева планируется довести до 4 тыс. га, что позволит восстановить глубокую переработку льна в республике [4, 5].

Продолжает развиваться льняной комплекс в *Брянской области*, где он представлен 5 сельхозпредприятиями, занимающимися производством и первичной переработкой льна: производят длинное и короткое волокно. В области 3 льнозавода по первичной переработке льна-долгунца, общая мощность которых составляет 15 тыс. т льнотресты в год [4, 5]. Производственные мощности ООО «Брянский лен» включают в себя льняные поля и перерабатывающий завод. Выращивание льна-долгунца и производство из него волокна относятся к ключевым направлениям деятельности этой многопрофильной компании. За последние пять лет посевная площадь льна в хозяйстве увеличилась на 650 га и в 2020 г. составила 1100 га. На современном заводе за сутки перерабатывается 15 т льнотресты, производится высококачественное короткое и длинное волокно. Достижению высоких показателей работы предприятия способствует господдержка, предоставляемая в том числе на развитие льноводства, приобретение элитных семян и по другим направлениям [7].

Правительством *Вологодской области* поддержано предложение Министерства сельского хозяйства Российской Федерации об увеличении финансирования всех программ, связанных с производством и переработкой льна [4, 5]. Кроме того, разработана программа, согласно которой возмещается до 50% затрат, направленных на приобретение тракторов, и 80% затрат – на машины и оборудование для выращивания и переработки льна.

Удмуртская Республика входит в первую десятку регионов России по посевным площадям льна [4, 5], лён-долгунец здесь – традиционно возделываемая техническая культура.

1.2. Техническая конопля

По прогнозу Департамента растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Минсельхоза России, посевы технической конопли будут увеличиваться постепенно [19]. Динамика площадей ее посева показана на рис. 1.2, а показатели переработки на волокно – в табл. 1.2.

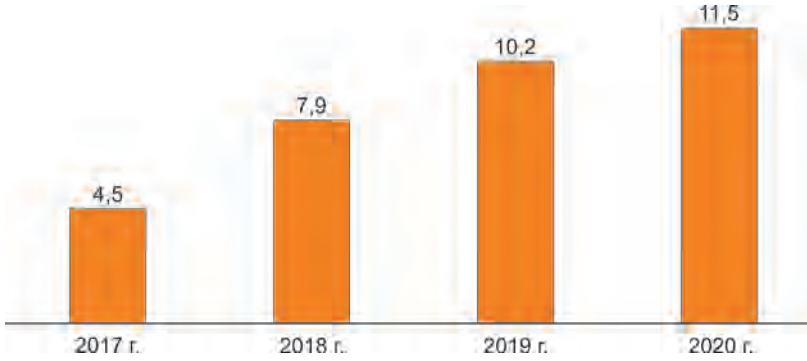


Рис. 1.2. Динамика площадей посева конопли в хозяйствах всех категорий Российской Федерации, тыс. га (2017, 2018 г. – данные Минсельхоза России; 2019, 2020 г. – данные Национальной ассоциации производителей и переработчиков конопли «Русская пенька»)

Таблица 1.2

Площади посева конопли и объемы ее переработки на волокно

(*данные Национальной ассоциации производителей и переработчиков конопли «Русская пенька»*)

Показатели	2019 г.	2020 г.
Площадь, га	10200	11500
Семена, т	4500	5500
Волокно, т	2200	3000

По прогнозам аналитиков, мировая индустрия производства конопли в ближайшие годы будет развиваться [14], наиболее активно – во Франции, Нидерландах, Австралии, США, Китае и Чили [15]. В России с 2015 г. экспорт конопли и продукции из нее вырос в 40 раз. Продукты её переработки используются в пищевой, легкой, целлюлозной промышленности, медицине и косметологии [14]. Пенька в сравнении с другими натуральными волокнами (льном, хлопком и др.) имеет особые свойства, которые эффективно используются в изделиях одежного и постельного ассортимента [15]. Из промышленной конопли можно производить

более 30 тыс. наименований различной продукции. Техническая конопля имеет ряд уникальных преимуществ и является альтернативным хлопку и льну сырьем для тканей и нитратов целлюлозы, нефти – для пластика, альтернативной стекловолокну и льноволокну основой для выпуска композитных материалов. Так, в Китае из агрокультуры активно делают одежду, Евросоюзе – экопродукты для пищевой отрасли. Конопляная одежда выдерживает больше стирок, кроме того, обладает антибактериальными, антисептическими и бактерицидными свойствами. Уникальные компоненты предупреждают появление грибка и распространение запаха. В настоящее время ассортимент продукции представлен несколькими пищевыми продуктами российского производства: масло, конопляная мука, макаронные изделия, протеин, масса для смузи, сырный конопляный продукт, молоко. Отечественные компании производят натуральные тепло- и звукоизоляционные строительные изделия (утеплители, костроблоки, костроплиты), композиты, имитирующие камень, одеяла и подушки с наполнителем из конопли, жмых и зерновые корма для птицы, в том числе декоративной, агромульчу и подстилку для содержания сельскохозяйственных животных [16]. Среди основных проблем коноплеводства эксперты называют слабое машинно-технологическое оснащение, высокий физический и моральный износ машин и оборудования для их производства [5].

По данным Минсельхоза России, техническая конопля возделывается в Орловской, Пензенской, Новосибирской, Курской, Нижегородской областях, Адыгее и Мордовии. Лидерами по её посевам являются Пензенская, Нижегородская и Курская области [16]. За последние несколько лет в России появилось около десятка новых предприятий по производству и переработке технической конопли в волокно: компании «Агрофирма «Южная», «Коноплекс», «Мордовские пенькозаводы», «Нижегородские волокна конопли» и др. [24-28]. Крупнейшим производителем технической (ненаркотической) конопли в Российской Федерации является группа компаний «Коноплекс» [24]. В 2019 г. ею высеяны сорта селекции ФГБНУ «ФНЦ лубяных культур»: Сурская, Вера и Надежда на 3,4 тыс. га

в Пензенском и Нижнеломовском районах Пензенской области, планируется ввести в оборот более 2 тыс. га ранее неиспользуемой земли и увеличить площадь посева этой культуры до 5 тыс. га [25]. Кроме того, компания самостоятельно осуществляет первичную и последующую переработки конопляного волокна, для чего приобрела современную зарубежную технологическую линию, производит очищенное товарное зерно, конопляное масло, пищевые ядра конопли, конопляную муку, жмых и др. [11]. В настоящее время начато строительство комплекса по переработке масличных агрокультур в Пензенской области. Предприятие будет заниматься переработкой промышленной конопли, льна, подсолнечника, горчицы, семян тыквы [24, 25].

Пенькоперерабатывающее предприятие ООО «Нижегородские волокна конопли» (ООО «НВК») специализируется на выращивании и переработке волокон технической конопли. Посевные площади и производственные мощности находятся в Пильнинском районе Нижегородской области. Площадь посевов под коноплей доведена до 4 тыс. га. Продукция предприятия: пенька, котонин, короткое волокно, костра, костробетон [26].

ЗАО «Агрофирма «Южная» (Курская область) выращивает коноплю сортов Вера и Надежда на семена и волокно, занимается и семеноводческой деятельностью. За период 2016-2019 гг. площади посевов конопли возросли с 37 до 1200 га. Агрофирма производит семена конопли пищевые (на переработку), репродукционные (для посева); конопляное масло; жмых; очищенные ядра семян конопли; волокно конопли [27].

ООО «Мордовские пенькозаводы» в Инсарском районе Республики Мордовия специализируется на выращивании технических сортов конопли российской и украинской селекций. Посевные площади хозяйства составляют 3 тыс. га [28]. С 2012 г. предприятие занимается производством волокна технической конопли. Производимые продукты: костра (используется в животноводстве, садоводстве и строительстве); волокно для производства канатно-веревочных изделий, теплоизоляционных матов, межвенцового утеплителя; семена (для пищевой продукции и кормов).

Российская пенька постепенно становится экспортным товаром [28]. По расчетам Аналитического центра при Минпромторге России (АЦВТ), в 2019 г. за рубеж было поставлено всего 60,1 т (73,5 тыс. долл.) – на порядок больше, чем в 2018 г. и предшествующие годы. Перспективы промышленного производства конопли высокие: в основном экспортируются пенька и семена – на них приходится более 96,5% совокупного дохода. В основном конопляная продукция поставляется в Беларусь и Казахстан. Но российские коноплеводы уже производят пищевую продукцию, ткани, бумагу, целлюлозу. Как напыление целлюлоза из конопли применяется и при производстве лекарств. Из конопляной целлюлозы делают прочный биоразлагаемый пластик и биодизельное топливо [24].

При государственной поддержке коноплеводства, в первую очередь сферы переработки, возделывание технической конопли станет высокорентабельным процессом, что сделает выращивание этой культуры очень перспективным направлением для представителей аграрного бизнеса России. Стратегия развития легкой промышленности Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденная приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации № 853 от 24 сентября 2009 г., предписывает, что к 2020 г. количество получаемого волокна из конопли должно составить не менее 2 тыс. т [18].

2. МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА И ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ

2.1. Лен-долгунец

Урожай и качество льна-долгунца зависят от соблюдения агротехники, которая включает в себя выбор места для посева, севооборот, уровень плодородия и качество подготовки почвы, сроки и нормы посева, защиту растений и другие операции [30, 31]. Технологии и машины для возделывания льна-долгунца изложены в работах [4, 5, 32-38].

2.1.1. Место в севообороте

К размещению льна в севооборотах в каждом отдельном хозяйстве необходимо подходить дифференцированно в зависимости от плодородия почвы, обеспеченности удобрениями, урожайности предшественника и степени засоренности полей. Лен-долгунец требователен к элементам минерального питания, так как имеет слаборазвитую корневую систему. К началу цветения лен потребляет до 84% азота, 60-80 – фосфора и 70-90% калия, в фазе елочки – соответственно 16-36, 6-15, 11-12 общего количества этих элементов, необходимых для формирования урожая. Вынос питательных веществ на 1 т основной продукции (волокна): азота – до 80 кг, фосфора – 15-40, калия – 60-100 кг. На плодородных, хорошо окультуренных почвах, а также при систематическом внесении под все культуры севооборота достаточно высоких доз органических и минеральных удобрений лучшими предшественниками являются зерновые культуры, однолетние травы, рано убираемые кормовые культуры. На слабоокультуренных почвах при применении небольших доз удобрений лен лучше размещать по пласту многолетних трав или после озимых. Не рекомендуется сеять его после подсолнечника, рапса и клещевины из-за сильного засорения посевов падалицей этих культур. В льняном севообороте необходимо один раз в пять-шесть лет

проводить разуплотнение подпахотного горизонта почвы чизельными плугами или глубокорыхлителями [5, 35]. В работе [39] рассматривалось влияние различных предшественников и промежуточных культур с внесением минеральных удобрений и без их применения под лен-долгунец на изменение урожайности волокнистой льнопродукции. Выявлено, что лучшими предшественниками для льна-долгунца в условиях Нечерноземной зоны России являются вико-овсяная смесь и горчица белая на зеленый корм с поукосным посевом горчицы белой на зеленое удобрение по сравнению с традиционным предшественником – ячменем. Внесение минеральных удобрений под лен-долгунец после вико-овсяной смеси с поукосным посевом горчицы белой в среднем за три года исследований способствовало повышению урожайности льнотресты на 3,2 ц/га, льноволокна – на 1,5. После двойного использования горчицы белой возможно выращивание льна-долгунца без применения минеральных удобрений [39]. В источнике [40] указано, что при выращивании льна-долгунца важно учитывать специфические особенности этих культур и соблюдать следующие правила. Лён отрицательно реагирует на возделывание его по принципу монокультуры, поэтому необходимо размещать его в севообороте, возвращая на то же поле не ранее, чем через пять-семь лет. Посевы льна следует размещать на полях с равномерным плодородием почвы. Высокие урожаи льна-долгунца можно получить после многолетних трав не более двухлетнего их использования, чистых от многолетних сорняков. На достаточно окультуренных почвах высоких урожаев льноподукции лучшего качества можно добиться после зерновых культур (озимые – рожь и пшеница, ячмень, яровая пшеница, овёс), следующих по пласту многолетних трав, и однолетних бобово-злаковых смесей, а на супесчаных почвах – после картофеля [40]. Хуже всего лён растет при возделывании в монокультуре, так как повторные посевы приводят к массовому размножению и распространению специфических болезней, вредителей, сорняков и вредных микроорганизмов. Поэтому надо размещать его в севообороте так, чтобы культура вернулась на то же поле не раньше, чем через пять-семь лет [31]. В льносеющих хозяйствах рекомендуется занимать посевами льна одно поле сево-

оборота, или 10-14% общей площади пашни. Однако при высоком уровне агротехники в специализированных хозяйствах с высокой концентрацией посевов льна (свыше 14% в структуре посевных площадей) допустимо размещение льна-долгунца на двух полях севооборота с разрывом между посевами (возврат на то же поле) в три-четыре года. Положительное воздействие на условия произрастания этой культуры оказывает использование сидератов: рапса, фацелии, озимой ржи, горчицы. Запашка зеленой массы этих растений под лён повышает микробиологическую активность почвы; снижает засоренность посевов, степень поражения растений болезнями, количество вносимых минеральных удобрений, а в ряде случаев позволяет без ущерба для урожая обходиться без них. С сидеральной массой в почву поступает до 88 кг/га азота, 27 – фосфора, 127 кг/га калия, что эквивалентно 70 т/га компоста [31].

2.1.2. Удобрения

Во многих регионах льносеяния почвы обеднены подвижными формами микроэлементов (медь, цинк, бор, магний), положительно влияющих на урожайность и качество семян и волокна. Отмечается также значительный недостаток в почве и микроэлементов – азота, фосфора, калия, гумуса, пополнение почвенных запасов которыми сократилось в несколько раз из-за высокой стоимости минеральных удобрений и отсутствия в хозяйствах достаточного количества оборотных средств – не превышает 30% от требований агротехнологий [41].

В ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» изучено влияние разных систем удобрений на урожайность и качество льнопродукции [42-52]. Применение органоминеральной системы удобрения обеспечивает наибольшую урожайность льнопродукции с высоким качеством. Одной из причин снижения качества льноволокна в последнее время является обеднение дерново-подзолистой почвы калием. При возделывании высокопродуктивных сортов льна-долгунца роль калия в питании как одного из макроэлементов возрастает [42]. Применение невысоких доз при минеральной и ор-

ганической системе удобрения (из расчета 67 кг д.в. на 1 га севооборотной площади) обеспечивает продуктивность севооборота на уровне 32 и 31 ц зерновых ед/га. Для сохранения почвенного плодородия необходимо повысить уровень насыщенности севооборота удобрениями до 230-280 кг д.в./га при сочетании: навоз 10 т + 100 - 150 кг д.в. минеральных удобрений [43, 44, 45]. Улучшению магниевого питания растений льна-долгунца способствует внесение магнийсодержащих или магниевых удобрений, например, магния сернокислого в дозе 15 кг/га магния [46]. Без применения удобрений через три года возникает отрицательный баланс калия, через четыре – азота. К концу ротации семипольного севооборота отрицательный баланс азота и калия достигает 130 и 221 кг/га соответственно. Экспериментально доказано, что применение под лен-долгунец доз минеральных удобрений $N_{10\text{-}20}P_{20\text{-}30}K_{70\text{-}120}$ обеспечивает урожайность льноволокна 9-10 ц/га с хорошим качеством продукции [47]. На почве с очень высоким содержанием подвижного фосфора (более 250 мг/кг почвы) можно выращивать лен без внесения фосфорных удобрений, достаточно внести азот и калий [47, 48].

В 2001-2017 гг. в Федеральном научном центре лубяных культур проводились исследования с целью определения экономической эффективности возделывания льна-долгунца на естественном фоне без применения минеральных удобрений и с их внесением в дозе $N_{10}P_{22}K_{80}$ после различных предшественников с промежуточной культурой горчицей белой, используемой на зеленое удобрение. Эксперименты проходили на средне- и слабокислых дерново-подзолистых легко- и среднесуглинистых почвах Тверской области. Экономическую эффективность рассчитывали исходя из разницы урожайности льносемян и льноволокна в лучших вариантах опытов и контроле (разные для каждого эксперимента предшественники: озимая рожь без промежуточной культуры и удобрений под лен-долгунец, вико-овсяная смесь и горчица белая без промежуточных культур, ячмень без промежуточной культуры и удобрений под лен-долгунец). Учитывали стоимость дополнительной льнопродукции и затрат на ее выращивание. Возделывание льна-долгунца без минеральных удобрений после озимой ржи с промежуточным пожнив-

ным посевом горчицы белой на зеленое удобрение способствовало получению прибыли в размере 2493 руб/га, окупаемости дополнительных затрат – 2,2 руб/руб. Прибыль при выращивании культуры после вико-овсяной смеси и горчицы белой на корм с промежуточным посевом горчицы белой на зеленое удобрение составила 1674 и 1650 руб/га соответственно, окупаемость дополнительных затрат – 1,7 руб/руб. Дополнительная прибыль в размере 3350 руб/га отмечена при возделывании льна-долгунца без минеральных удобрений после предшественника горчица белая на корм с промежуточным поукосным посевом ее на зеленое удобрение. Окупаемость льнопродукции составила 2,0 руб/руб дополнительных затрат [49].

В условиях роста цен на минеральные удобрения целесообразен поиск более технологических способов питания растений, к которым можно отнести применение на посевах льна гуминовых органоминеральных удобрений (Плодородие, Гумат калия, Дарина и др.), удобрений на основе морских водорослей (Сивид-Комплекс, Сивид-Бор, Сивид-Цинк), комплексных жидких удобрений (Биоплант Флора, Акварин 1 и др.). Преимущества таких удобрений в том, что наряду с основными макроэлементами в их состав входят необходимые микроэлементы в хелатной форме, аминокислоты, ростактивирующие вещества и др. Применять их можно для предпосевной обработки семян, некорневой подкормки по вегетирующим растениям. Рекомендуемые дозы невысокие, способы применения доступны для каждого хозяйства, а возможность совмещения со средствами защиты позволяет снизить затраты на производство льна [50]. При возделывании среднеспелого сорта льна-долгунца Сурский в Северо-Западном регионе Нечерноземной зоны России на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с высоким и очень высоким содержанием подвижного фосфора (151-250 мг/кг и более), низким и средним содержанием калия (41-80 мг/кг) норму высева семян целесообразно дифференцировать в зависимости от хозяйственной необходимости получения той или иной продукции, что позволит реализовать потенциальные возможности сорта. Более высокую урожайность волокнистой льнопродукции с высоким качеством (всего волокна – 23,3 ц/га, длинного – 21,6, номер льнотресты – 2,8,

урожайность льносемян – 10,1 ц/га) обеспечивает сочетание нормы высева 24 млн всхожих семян на 1 га с дозой удобрения $N_{15}P_{30}K_{60}$. Сочетание 20 млн шт. всхожих семян на 1 га с дозой удобрения $N_{15}P_{30}K_{60}$ обеспечивает более высокую семенную продуктивность – 11,8 ц/га, но и более низкое качество тресты – номер 2,5, меньшие выход и урожайность волокна: всего – 22,2, длинного – 19,4 ц/га [51].

Лен-долгунец по сравнению с зерновыми культурами более чувствителен к повышенной концентрации почвенного раствора. Кроме того, ему необходимо более широкое соотношение между азотом, с одной стороны, и фосфором, калием – с другой. Получение высококачественного длинного льноволокна во многом зависит от обеспеченности растений такими микроэлементами, как бор и цинк. Поэтому для льна-долгунца необходимы специальные виды комплексных удобрений, соответствующих его физиолого-биохимическим потребностям [52]. В работе [53] исследовалась эффективность специальных видов комплексных удобрений производства ОАО «Буйский химический завод» при возделывании льна-долгунца в полевых мелкоделяночных опытах, а также в производственных условиях. Влияние различных систем удобрения на урожайность льнотресты сорта Мерилин в производственном опыте приведено в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Влияние различных систем удобрения на урожайность льнотресты сорта Мерилин

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка урожайности, %
Контроль (без удобрений)	17,5	-
ОМУ «Льняное» – 1,0 ц/га	21,1	20,3
ДАФК-0,7 ц/га (эквивалент по азоту ОМУ «Льняное»)	19,4	10,9
ДАФК-2,1 ц/га	24,9	42,0
Акварин-льняное	21,3	21,7

Для внесения удобрений применяют разбрасыватели МВУ-0,5, МВУ-5, и др. Машина для внесения удобрений МВУ-0,5, МВУ-5

(РУМ-5) (рис. 2.1) имеет следующие конструктивные особенности: ходовая часть представляет собой безрессорную балансирную тележку типа тандем, состоящую из двух балансиров, соединенных центральной осью на подшипниках скольжения с осями для крепления колес. Дозирующая заслонка улучшенной конструкции представляет собой шибер, перемещается в направляющих на заднем борту кузова с помощью штурвала, закрепленного на валу совместно с двумя звездочками, входящими в зацепление с рельсами на заслонке.



Рис. 2.1. Разбрасыватель минеральных удобрений МВУ-5 (РУМ-5)

Разбрасыватели Amazone моделей ZG-B предназначены для внесения гранулированных минеральных удобрений (рис. 2.2).

Оснащены универсальным распределяющим механизмом для внесения минеральных удобрений до ширины распределения 36 м, мод. ZG-B Precis и ZG-B ultra Hydro для распределения минеральных удобрений специально оборудованы уже испытанной на практике техникой разбрасывания ZA-M с системой Soft Ballistic System. Высокую точность внесения и бóльшую ширину захвата обеспечивают распределяющие диски Omnia-Set OM, изготовленные из вы-

сокосортной стали. Имеется два варианта оснащения: «Standard» и «Drive». Оснащение «Drive» включает в себя дополнительно: дозировку подачи удобрения через электрогидравлически регулируемый транспортер, ручную установку шиберных заслонок, гидравлическую регулировку подачи удобрений на распределительное устройство посредством двойных шиберных заслонок (возможно одностороннее отключение), систему удаления остатков удобрений, управление всеми гидравлическими функциями посредством бортового компьютера Amatron+ (возможна также регулировка внесения удобрений) [54].



Рис. 2.2. Разбрасыватель Amazone ZG-B

Установка систем телеметрии и мониторинга технологических процессов на машины является современной тенденцией развития мирового сельскохозяйственного машиностроения.

Бортовой компьютер Amatron+ позволяет точно управлять и контролировать функции расбрасывателя Amazone ZG-B. Необходимая информация выводится в непрерывном режиме на большой дисплей. Благодаря компактной форме процессор занимает очень мало места в кабине трактора. Система бортового компьютера с GPS-поддержкой обеспечивает точное автоматическое отключение распределителя удобрений на разворотной полосе, краю поля или

узких участках. При этом учитываются рабочая ширина и расположение секций. В зависимости от качества сигнала GPS возможно очень точное отключение. При первом прохождении агрегата по полю регистрируются его границы. Установленная система позволяет оператору трактора полностью сконцентрироваться на движении, а также вносить удобрения в ночное время, что значительно повышает производительность агрегата. Система параллельного вождения GPS-Track существенно облегчает ориентировку на поле, а система ASD (автоматическая система документирования для отдельных участков поля) позволяет передавать информацию по конкретному участку поля между бортовым компьютером Amatron+ и электронной картотекой участков.

Техническая характеристика разбрасывателей минеральных удобрений Amazone ZG-B приведена в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Техническая характеристика разбрасывателей минеральных удобрений Amazone ZG-B

Показатели	Мод. ZG-B 5500	Мод. ZG-B 8200
Вместимость бункера, л	5500	8200
Грузоподъемность, кг	7700	9800
Ширина разбрасывания, м	18-36	18-36
Масса, кг	2000	2200

2.1.3. Подготовка семян к посеву

Посевные качества семян должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества и иметь следующие параметры: содержание семян основной культуры – 95%, всхожесть – 90-95, общая зараженность болезнями – 12-20%. Посев семян с пониженной всхожестью (менее 80%) не обеспечивает высокий урожай даже с увеличенной нормой высева [31]. Учеными Федерального научного центра лубяных культур разработана технология очистки льносемян от трудноотделяемых сорняков плевела, пырея и других сорняков методом электростатического воздействия. На базе этого метода они

создали блочно-модульную линию по очистке льносемян, в которую вошли следующие машины: аспирационная, первичной очистки семян, вторичной очистки семян. Линия ПЛ-500 позволяет очистить льносемена от трудноотделимых сорняков до 100%, её производительность не менее 500 кг/ч [30]. В ФНЦ ЛК разработана также технология электромагнитной обработки льносемян перед посевом, которая повышает их полевую всхожесть до 18-20% за счет улучшения энергии прорастания, что повышает урожайность льнотресты и сокращает сроки выращивания (до уборки) [30]. Для улучшения энергии прорастания и всхожести семян перед посевом применяют воздушно-тепловой обогрев активным вентилированием на сушилках при температуре 30-35°С. Обязательным приёмом подготовки семян к посеву является их протравливание. Для обоснования выбора препаратов, разрешенных к применению в качестве протравителей семян льна, следует провести анализ посевного материала на зараженность болезнями. Если этот показатель превышает 20%, то целесообразно применять системные протравители. Ассортимент протравителей для семян льна, разрешенных для использования, в России широк и включает в себя современные эффективные фунгициды и их смеси: Витавакс 200, СП (1,5-2,0 кг/т), Витавакс 200-ФФ (1,5-2,0), Витал, КС (1,5-2), Раксил, КС (0,5), Тебу 60, МЭ (0,4-0,5), Бункер, ВСК (0,4-0,5), Раксил Ультра, КС (0,25 кг/т). При зараженности семян менее 20% достаточно использовать ТМТД (80%) в дозе 2-3 кг/т семян. Для повышения устойчивости льна к болезням, в частности к бактериозу и полиспорозу, к протравителям добавляют микроэлементы в форме удобрений (борная кислота – 150 г/ц, молибденово-кислый аммоний – 200, сульфат меди – 100-200, сернокислый цинк – 200 г/ц).

В результате проведенных исследований [54] установлено, что обработка семян льна регулятором роста и развития растений Авибиф С позволяет уменьшать на 50% норму применения протравителя ТМТД без снижения (и даже с эффектом повышения против бактериальных болезней) общего фитосанитарного эффекта. Прорастание семян было более дружным и полным в лабораторных и полевых условиях при их обработке препаратом Авибиф С

(150 мл/т) и его половинной нормой применения совместно с ТМТД и меньшей норме – 2 л/т, по сравнению с контролем (без обработки семян) и стандартным вариантом (ТМТД – 4 л/т). При обработке посевов добавление в баковую смесь гербицидов (Хармони –10 г/га + +Кортес – 5 г/га + ТаргаСупер –1,5 л/га) препарата Авибиф П (150 мл/га) ускоряло рост растений, повышало их выживаемость к периоду уборки на 1,6-3,8%. Применение Авибифа (С и П) способствовало формированию бóльшей (на 3,3-9,4 см) технической длины стебля, бóльшего количества коробочек и семян льна. Инкрустирование семян этим препаратом (как одним, так и в сочетании с ТМТД) обеспечило по отношению к стандартному варианту достоверное повышение урожайности льносоломы на 36,0-36,6%, льносемян – на 39,6-40,7%, а добавление препарата Авибифа П в гербицидную смесь увеличивает урожайность льносоломы на 13, 5-39, 1% при дополнительном повышении от 2 до 2,5 сортономера ее качества, льносемян – на 12,9-38,9%. Экономическая эффективность, полученная от применения Авибифа С и Авибифа П, превосходила затраты на его реализацию более чем в 11 раз [54]. В источнике [55] установлено влияние микроэлементов и нанопорошков на полевую всхожесть и выживаемость растений льна-долгунца. Эксперимент проводили в 2017-2018 гг. – на опытном поле Смоленской ГСХА возделывали сорт льна-долгунца С-108. В ходе проведенных исследований установлено, что применение микроэлементов повышало всхожесть семян на 11-20%, а вместе с нанопрепаратами обеспечивало лучшую выживаемость растений к моменту уборки – до 79-98%. Водно-дисперсные суспензии (ВДС) микроэлементов способствовали повышению урожайности льнопродукции. Наиболее значительная прибавка льносоломы получена от смачивания посевного материала ВДС оксидом цинка и железа – 2,3-2,4 т/га (38-40%), льноволокна – 0,62-0,58 т/га (61-65%). Наибольшая прибавка урожая семян получена от смачивания водно-дисперсной суспензии кобальта – 0,27 т/га (87%) по сравнению с контролем [55].

Протравливание – заключительная операция подготовки семян к посеву [31]. Протравливают семена на оборудовании типов ПС-10А, ПС-10АМ, ПСШ-3, ПСШ-5, Мобитокс, Мобитокс супер водной сус-

пензией препарата (5-10 л воды на 1 т семян) заблаговременно или за два-пять дней до посева. Влажность семян не должна превышать 13%.

Протравливатель семян универсальный ПС-10АМ представляет собой автоматическую самоходную установку с электроприводом основных механизмов (рис. 2.3). Сборочные единицы протравливателя (протравителя) семян смонтированы на раме, установленной на четырех пневматических колесах.



Рис. 2.3. Протравливатель (протравитель) семян универсальный ПС-10АМ

2.1.4. Подготовка почвы

Технология подготовки почвы

Лен-долгунец требует своевременной и тщательной обработки почвы, которая подразделяется на основную (осеннюю) и предпосевную (весеннюю). Главный прием основной обработки почвы в зоне умеренного увлажнения – вспашка плугом, оборудованным культурным или полувинтовым корпусами и предплужниками. Вспашку необходимо проводить хорошо отрегулированными плугами на глубину пахотного слоя без выноса на поверхность подзолис-

того горизонта. Основная обработка должна надежно защищать почву от эрозии, способствовать созданию оптимальных агрофизических условий, пищевого режима и фитосанитарного состояния почвы. В условиях Сибири, особенно в подтаежной зоне, из-за позднего созревания зерновых культур не всегда удается полностью поднять зябь. Поэтому льняной севооборот должен содержать набор раносозревающих культур (ячмень, озимая рожь, однолетние кормовые культуры), рано убираемых на зеленый корм или сено. Появляется возможность проведения основной обработки почвы полупаровым способом. В данном случае поле пашут сразу после рано убранной предшествующей культуры. Затем проводится боронование по мере отрастания сорняков. Чтобы уменьшить засоренность льняного поля на 40-60%, нужны как минимум две культивации за осень [31]. Предпосевная подготовка почвы направлена на активизацию микробиологических процессов, а также сохранение влаги в пахотном слое или ее устранение при избыточном почвенном или атмосферном увлажнении. Приступают к ней при первой возможности выезда в поле, как только подсохнут почвенные гребни и почва не налипает на рабочие органы применяемых орудий.

Первую весеннюю обработку необходимо проводить под углом или перпендикулярно направлению вспашки. Являясь мелкосеменной культурой, лен предъявляет высокие требования к качеству обработки почвы. Верхняя часть пахотного слоя перед посевом льна должна быть хорошо разрыхлена, умеренно уплотнена, а поверхность поля тщательно выровнена. Это достигается применением таких приемов, как культивация, выравнивание, прикатывание.

Для предпосевной обработки почвы при возделывании льна перспективно и экономически более целесообразно применять комбинированные агрегаты, позволяющие проводить высококачественную подготовку почвы под посев за один проход. В системе агротехнических мероприятий, направленных на получение высокого урожая льноволокна хорошего качества, большое значение имеет выбор правильного сочетания оптимальных норм высева семян, доз удобрений, сроков посева и уборки [31].

В ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» разработаны рекомендации по подготовке почвы под лен в зависимости от ситуации в хозяйствах [30]. Если в хозяйствах со среднесуглинистой почвой после уборки зерновых проведена зяблевая вспашка, то весной предпосевную культивацию почвы под лён проводят на глубину 8-10 см с одновременным боронованием при необходимости в двух перекрестных направлениях. Для предпосевного рыхления почвы целесообразнее использовать широкозахватные высокопроизводительные полукомбинированные машины: культиваторы КШП-8, КШУ-9, КШУ-12 (особенно на засоренных камнями почвах). При весенней подготовке почвы, наряду с культиваторами, применяют дисковые лущильники и тяжелые дисковые бороны (при условии, если почвы не засорены многолетними сорняками), так как диски измельчают корни и корневища и способствуют размножению сорняков. Для выравнивания почвы используют ВИП-5,6, ВПШ-6, ВП-8, способные уменьшить гребнистость почвы, повысить полевую всхожесть семян до 18%. Завершающий прием – прикатывание почвы кольчато-шпоровыми, кольчато-зубчатыми или гладкими катками (способствует равномерной заделке семян, притоку влаги, появлению дружных всходов) на легких почвах и средних суглинках в условиях засушливой погоды. Переувлажненные суглинки, а также почвы средней влажности уплотнять и прикатывать нецелесообразно. В целях снижения затрат на весеннюю обработку зяби рекомендуется использовать комбинированные агрегаты ВИП-5,6, РМ-5,6М, РВУ-6, которые в одном технологическом процессе выполняют рыхление и измельчение почвы, выравнивание и прикатывание. Если почва на поле супесчаная и осенью не проведена зяблевая вспашка, то ранней весной почву пашут на глубину пахотного слоя. На легких по механическому составу почвах (супесчаных) вместо культивации целесообразно проводить боронование в четыре следа с последующим прикатыванием. В месте боронования и прикатывания лучше провести обработку комбинированными агрегатами РВУ-6. Если среднесуглинистая и легкосуглинистая почва не подготовлена с осени и на поле осталась стерня, то ранней весной почву пашут оборотными плугами на глубину пахотного слоя, при этом оборот пласта

должен полностью заделать стерню. Затем культивируют на 8-10 см и проводят одновременное боронование и прикатывание комбинированными агрегатами РВУ-6.

При обработке и вводе в севооборот ранее длительно неиспользуемых залежных земель желательно в начале осени обработать почву тяжелыми дисковыми боронами БДТ-7 или БДТ-10 в два следа. Затем провести вспашку почвы на глубину 23-25 см оборотными плугами. Такая обработка обеспечит наиболее полное очищение поля от сорняков, которые по мере появление подрезают дисковыми орудиями ЛДГ-10, ЛДГ-15, ЛДГ-20АМ. При весенней обработке проводят предпосевную культивацию на глубину 8-10 см, рыхление, выравнивание и прикатывание комбинированным агрегатом РВУ-6. Для обработки почвы применяют различные почвообрабатывающие машины [31, 56-59]. ФНЦ ЛК рекомендует оптимальный их набор: плуги четырех-пятикорпусные, оборотный ПО-(4+1)/40, плуг ПКМ-4-40Р для каменистых почв; культиваторы КШП-8, КШУ-12; лущильники ЛДГ-10, ЛДГ-15; дисковую борону БДМ5х4ПК; комбинированный агрегат РВК-6, а также кризисный набор машин: плуг трехкорпусной ПЛП-3-35Б2; культиватор КПС-4,0; бороны дисковые БДК-2,5, пружинная БНП-7,5; лущильник ППА-10-25 [30].

Машины для подготовки почвы

Плуг полунавесной оборотный ПО-4+1/40К предназначен для гладкой пахоты на глубину до 27 см старопахотных слабо- и среднекаменистых почв с удельным сопротивлением до 0,09.

Рекомендуется для всех типов почв при влажности обрабатываемого слоя до 30% и твёрдости – до 4,0 МПа и высоте стерни и травостоя не более 20 см [60]. Уклон поверхности поля не должен превышать 80. Агрегатируется с трактором «Беларус-1221», «Беларус-1523», ХТЗ-150К-09 и их зарубежными аналогами.

Плуг четырехкорпусный навесной для каменистых почв ПКМП-4-40Р (рис. 2.4) предназначен для обработки старопахотных, слабо- и среднекаменистых почв с удельным сопротивлением до 0,1 МПа и глубиной пахоты до 25 см. Рекомендуется для всех типов почв при влажности обрабатываемого слоя до 25% и высоте стерни и тра-

востоя до 25 см. Агрегатируется с тракторами тягового класса 2.0 («Беларус-1221») с шириной колеи 1800 мм.



Рис. 2.4. Плуг четырехкорпусный навесной для каменистых почв ПКМП-4-40Р

Техническая характеристика

Производительность в час основного времени, га	1,4-1,6
Рабочая ширина захвата:	
корпуса, см	40
плуга, мм	1600
Рабочая скорость, км/ч	7-9
Глубина пахоты, см	до 27
Габаритные размеры, мм	4500×2310×1440
Масса, кг	960

Культиватор КШУ-12Н прицепной предназначен для сплошной предпосевной и паровой обработки почвы во всех почвенно-климатических зонах России, кроме почв, засоренных камнями. Номинальное давление гидросистемы – 20+0,5 МПа (200+5 кгс/см^2), максимальное давление – 25+0,5 МПа (250+5 кгс/см^2) [61]. Агрегатируется с тракторами тягового класса 3.

Лущильники дисковые гидрофицированные ЛДГ-10, ЛДГ-15 предназначены для рыхления необработанного грунта разного механического состава, измельчения послежатвенных остатков длинностебельчатых культур, подрезания сорняка и другой растительности на необработанных полях после сбора основных сельскохозяйственных культур при влажности грунта 12-25%.

Агрегатируются с тракторами тягового класса 3 [62].

Техническая характеристика лущильников приведена в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Техническая характеристика лущильников ЛДГ-10, ЛДГ-15

Показатели	ЛДГ-10	ЛДГ-15
Тип	Прицепной	
Производительность, га/ч	8-12	12-18
Ширина захвата, м	10	15
Глубина обработки, см	4-10	
Скорость, км/ч:		
рабочая	8-12	
транспортная	15	
Габаритные размеры, мм:		
в рабочем положении	8000×13500×1225	10730×16500×1600
транспортном	7800×4100×1325	10112×2935×2000
Масса, кг	2700	4540

Дисковая борона БДМ5х4ПК (дискатор БДМ 5х4ПК) (производитель – БДМ-Агро (рис. 2.5) прицепная четырехрядная с рабочими органами на стойке с усиляющей втулкой, предназначена для рыхления почвы на глубину до 18 см, уничтожения сорняков и измельчения пожнивных остатков, создания на поверхности почвы мульчированного слоя.

В комплект входит спиральный шлейф-каток с возможностью контроля глубины обработки или без. Предназначен для выравнивания и уплотнения обрабатываемой почвы и регулировки глубины обработки. Возможна эксплуатация орудия без опоры на каток, тогда глубина обработки регулируется изменением угла атаки рабочих дисков от 15 до 25° синхронно в каждом ряду винтовым механизмом [63].



Рис. 2.5. Дисковая борона БДМ5х4ПК (дискатор БДМ 5х4ПК)

В ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» разработан образец бороны игольчатой БИ-1,5 для предпосевной подготовки почвы под посев мелкосеменных культур (рис. 2.6) [5], эффективность применения которой на подготовке почвы как в селекционно-семеноводческом процессе, так и на товарных посевах подтверждена многочисленными сериями испытаний. Борона соответствует агротехническим требованиям при работе на скорости 10-16 км/ч. Её применение на выполнении технологического процесса позволяет снизить энергозатраты в 3-4 раза по сравнению с наиболее распространённым культиватором КПС-4 с зубовыми боронами БЗСС-1, её использование на обработке под лен-долгунец по сравнению с агрегатом КПС-4 обеспечивает увеличение числа всходов до 10-11%

благодаря более благоприятному для прорастания семян агрегатному составу почвы и меньшему разрушению ее структуры. Борона БИ-1,5 отличается простотой и удобством в эксплуатации, надежностью в работе. Себестоимость этой модели значительно ниже, чем зарубежных аналогов. Результаты работы позволяют рекомендовать использование игольчатых ротационных рабочих органов пассивного привода при создании высокоэффективных почвообрабатывающих машин, базирующихся на новой элементарной базе [5].



Рис. 2.6. Общий вид агрегата с игольчатой бороной БИ-1,5 (в работе)

Техническая характеристика игольчатой бороны БИ-1,5

Тип	навесная
Производительность в час основного времени, га	1,8-2,7
Скорость, км/ч:	
рабочая	12-18
транспортная	до 25
Ширина захвата, м	1,5
Передаточное число і цепной передачи	1,3-1,8
Рабочая длина иглы, мм	100

Угол конусности иглы	18º
Число игл в ряду на диске	18
Диаметр, мм:	
игл	18
дисков по концам игл	550
Габаритные размеры, мм	2450×1710×1015
Масса, кг	700

Комбинированное почвообрабатывающее орудие РВУ-6 предназначено для окончательной подготовки почвы под посев мелкосемянных культур, в том числе льна, семена которых заделываются на глубину 2-5 см, после культивации легких и средних по механическому составу почв твердостью до 1,5 МПа и влажностью 15-26%. За один проход выполняет следующие операции: рыхление почвы на глубину до 6 см, измельчение комков, уничтожение сорной растительности, выравнивание и уплотнение почвы. Качественная подготовка почвы орудием РВУ-6 улучшает полевую всхожесть семян на 8-10%, повышает урожайность, значительно снижает энергоемкость предпосевной подготовки почвы.

Агрегатируется с тракторами тяговых классов 1,4; 2 (МТЗ-50, МТЗ-52; МТЗ-80, МТЗ-82; ЛТЗ-155 и др.) [64].

Техническая характеристика агрегата РВУ-6

Производительность в час, га:	
основного времени с трактором тягового класса 2	4,5-7,2
эксплуатационного	2,7-4,7
Ширина захвата, м	6,0
Рабочая скорость, км/ч	до 12
Масса, кг	2300

2.1.5. Посев

Лен-долгунец – культура раннего срока сева, когда растения находятся в более благоприятных условиях внешней среды: полнее используют осеннее-зимний запас влаги в почве и меньше зави-

сят от погодных условий. Оптимальные сроки посева для льна – при наступлении спелости почвы, что соответствует достижению среднесуточной температуры 7-8°С и 50-60% влажности от полной влагоемкости грунта на глубине 5-10 см [31]. Высокие урожаи льнопродукции в товарных посевах обеспечиваются при густоте 1600-1800 шт/м^2 нормально развитых, неполегших растений, сформировавшихся к периоду уборки льна. В этой связи рассчитывают и устанавливают точную норму высева с заданным числом всхожих семян на 1 га. Для большинства сортов оптимальную густоту стояния растений можно получить при нормах высева 18-24 млн всхожих семян на 1 га. При использовании устойчивых к полеганию сортов на тяжелых по механическому составу почвах и (или) при раннем сроке посева в условиях холодной весны норму высева увеличивают на 10%, на плодородных, хорошо удобренных почвах с менее устойчивыми к полеганию сортами ее уменьшают. Нормы высева семян в семеноводческих посевах устанавливаются в зависимости от репродукции. Для маточной элиты (ОС) – 6-10 млн шт/га, суперэлиты, оригинальной и семеноводческой элиты (ЭС) – 10-12 млн, первой репродукции (РС1) – 12-16 млн, второй (РС2) – 14-18 млн, третьей (Рст) – 18-22 млн шт/га. Для товарных посевов необходимо использовать кондиционные семена районированных сортов не ниже третьей репродукции. Физическую норму высева семян рассчитывают по формуле [31]

$$Q = N \cdot A \cdot 100/X,$$

где Q – норма высева семян, кг/га;
N – заданное число всхожих семян, млн шт/га;
А – масса 1000 семян, г;
Х – посевная годность семян, %.
Посевная годность семян определяется по формуле

$$X = C \cdot Ч/100,$$

где С – лабораторная всхожесть семян, %;
Ч – чистота семян, %.

Семена льна-долгунца высевают узкорядным способом с шириной междурядий 7,5 см, используя зернольняные сеялки СЗЛ-3,6, СПУ-4Л, СЛН-48А, John Deere 455, Amazone Primera DMC. Для получения дружных всходов и выровненного стеблестоя глубина заделки семян должна быть равномерной: на суглинистых почвах 1-2 см, на легких супесчаных – 2-3 см. После посева поле необходимо прикатать, что обеспечит лучший контакт семян с почвой, сохранение почвенной влаги и, как следствие, – дружные всходы. При посеве семян разных репродукций или разных сортов в одном хозяйстве необходимо оставлять между соседними полями полосу шириной не менее 10 м, засевая ее другой культурой [31].

Сеялка для льна СПУ-6Л (ООО «Группа компаний «Спецкоммаш», г. Нижний Новгород) предназначена для рядового посева льна (рис. 2.7, табл. 2.4).

В зависимости от высеваемой культуры можно изменять норму высева от 1,8 до 400 кг/га и глубину заделки семян в пределах требований к каждой культуре [5]. Обеспечивает надёжную работу на почвах, подготовленных к посеву, в соответствии с требованиями к качеству на предпосевную обработку [5].

Сеялки СПУ-6Л, СПУ-6Д агрегатируются с тракторами с мощностью двигателя 130 л.с.



Рис. 2.7. Сеялка СПУ-6Л для высева льна

Таблица 2.4

Техническая характеристика сеялок для высева льна

Показатели	СПУ-6Л	СПУ-6Д
Тип	Навесная	
Ширина захвата, м	6	
Рабочая скорость, км/ч	9-12	5-12
Конструкция сошника	Анкер	Диск
Габаритные размеры, мм	7000×2380×2015	
Масса (без загрузки), кг	1230	1470

Навесные сеялки Amazone D9 могут применяться как отдельно, так и в комбинации с почвообрабатывающими орудиями при традиционном и мульчированном посеве, поэтому выборочно оснащаются анкерными сошниками WS или прикатывающими сошниками RoTeC^{+}-Control. Сеялка D9 Super с шириной захвата 3, 3,5, 4 и 6 м рекомендуется для средних и крупных хозяйств, со сцепкой-носителем ширину захвата можно увеличить до 9 и 12 м. Благодаря прочной конструкции сеялки D9 Super при ширине захвата 3 м можно с помощью насадки увеличить объём семенного бункера с 600 до 1000 л (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Сеялка Amazone D9

В ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» разработана технология сева льна с локальным внесением минеральных удобрений на базе отечественных зерновых, зернотравяных и зернотуковых сеялок. Сев льносемян и минеральных удобрений осуществляется в один рядок семя-удобрение, что негативно сказывается на биологии семян, угнетает их жизнедеятельность, не в полной мере используются минеральные свойства удобрений. В разработанной новой сеялке СКЛ-3,6М применены комбинированные дисковые сошники, и удобрения вносятся не в рядок с семенем, а ниже и глубже семени на 5 см. Производственные испытания показали, что это обеспечило равномерное распределение как семян, так и удобрений по площади питания и глубине заделки. При посеве льна этой сеялкой расход удобрений уменьшился до 50%, всходы льна превзошли другие посевы по всем агрономическим параметрам [30].

Техническая характеристика сеялки СКЛ-3,6М

Производительность, га/ч	до 3,6
Скорость, км/ч	8-10
Ширина:	
захвата, м	3,6
междурядий, см	75
Глубина посева, мм	10-30
Регулировка высева, кг/га	40-200
Масса, кг	1830

В ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» для реализации технологической операции высева исследовались конструктивные элементы на базе экспериментальной сеялки СК-0,9 (рис. 2.9) – дисковые высевающие аппараты и различные сошниковые группы.

Использование высокотехнологичных рабочих органов позволило повысить качество обработки почвы для посева, качество посева и урожайность сельскохозяйственных культур, в частности льна-долгунца. В настоящее время проводится модернизация конструкции заднего бункера для высева удобрений для повышения его производительности.



Рис. 2.9. Полевые испытания экспериментальной сеялки СК-0,9 с различными сошниками и высевающими аппаратами

2.1.6. Уход за посевами

Уход за товарными посевами льна-долгунца предусматривает послепосевное прикатывание, уничтожение почвенной корки, двухтрехкратные прополки с применением гербицидов, опыливание посевов инсектицидами против льняной блошки и других вредителей, подкормку посевов, предупреждение потерь от полегания, обработку десикантами для подсушивания растений на корню. Разрушение почвенной корки и уничтожение всходов сорняков осуществляются легкими боронами и ротационными мотыгами в один след поперек прохода посевного агрегата. Если семена еще не проросли, то почвенную корку разрушают кольчатыми или трубчатыми катками. Химическую прополку посевов льна-долгунца гербицидами рекомендуется проводить в фазе «елочка», так как обработка их в более поздние сроки может вызвать искривление стеблей. Для повышения устойчивости льна к болезням при проведении химической прополки в рабочий состав жидкости добавляют хлор-окись меди и борную кислоту. При добавлении микроудобрений (0,25 кг бора, 0,1 – цинка, 0,1 – молибдена на 1 га) к растворам гербицидов в смеси с аммиачной селитрой (12 кг/га) урожайность волокна повышается на 1,5-2 ц/га, семян – на 1,3-1,5 ц/га. Против полегания льна рекоменду-

ется применять ретарданты. Обработка посевов льна-долгунца в фазе бутонизации Кампозаном М (1-1,2 кг/га) повышает устойчивость растений к полеганию на 0,9 балла по сравнению с контролем. Это способствует увеличению урожайности льносоломы на 10 ц/га, а ее качества – на 0,24 номера. При установлении экономического порога вредоносности в период вегетации льна против вредителей и болезней необходимо проведение опрыскивания посевов. Норму расхода гербицидов определяют не менее 2 раз в смену. При смене препарата аппаратуру тщательно промывают. Условия для проведения химической обработки посевов: температура воздуха 15-24°С (при дневной температуре выше 25°С обработка проводится только утром или вечером), скорость ветра менее 4 м/с. При выпадении осадков менее чем через 4 ч проводят повторную обработку (норму внесения препарата снижают на 1/3) [35]. Для защиты льна от сорняков в фазе «елочка» посевы обрабатывают гербицидами на основе клопиралида (Лонтрел гранд, ВДГ в дозе 0,12 кг/га, Татрел-300, ВР в дозе 0,3 л/га) и Фюзилад форте (КЭ в дозе 1,0 л/га) [31]. Характеристики некоторых гербицидов для льна даны в прил. 1 [65], 2 [66].

Серьезную угрозу посевам льна-долгунца представляют вредители как специализированные (льняная блошка, льняная плодожорка, льняной трипс), так и многоядные (долгоножка вредная, совка-гамма, луговой мотылек), описание которых дано в прил. 3 [31], а циклы развития основных вредителей льна – в прил. 4. Агротехнические приемы (соблюдение севооборота, своевременная зяблевая вспашка и ранние сроки сева льна) не гарантируют полную защиту посевов культуры от вредителя. Наиболее опасный вредитель – льняная блоха, сдерживание численности которой требует применения химических средств защиты. Другие вредители вредоносны в годы их массового размножения.

Химические препараты и нормы расхода
для обработки посевов льна-долгунца от вредителей

Для борьбы с льняной блохой за один-два дня до появления всходов проводится краевое опрыскивание на ширину 30-50 м, а в фазе всходов при численности этих вредителей 20 экз/м^2 и выше в про-

хладную и 10 экз/м^2 в жаркую погоду – сплошное опрыскивание посевов одним из инсектицидов: Децис 2,5% (КЭ – 0,3 л/га), Децис экстра 12,5% (КЭ – 0,06 л/га), Фастак 10% (КЭ – 0,1 л/га), Каратэ 5% (ВРГ – 0,10-0,15 кг/га), Каратэ 5% (КЭ – 0,10-0,15 кг/га), Каратэ зеон 5% (МКС – 0,10-0,15 кг/га) [31]. Некоторые химические средств защиты приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Химические средства защиты

Вредители	Сроки и условия проведения обработки	Препарат	Нормы расхода (л/га, кг/га)
Льняные блошки пороговая численность: 20 экз/м^2 и выше – в прохладную и 10 экз/м^2 – в жаркую погоду	С появлением всходов – сплошная обработка. При появлении блошек в пороговой численности – повторная	Бульдок (КЭ)	0,15-0,2
		Децис (КЭ)	0,3
		Децис экстра (КЭ)	0,06
		Каратэ (КЭ)	0,1-0,15
		Каратэ зеон (МКС)	0,1-0,15
		Суми-Альфа (КЭ)	0,15
		Фастак (КЭ)	0,1
		Фуфанон (КЭ)	0,3-0,5
		Шарпей (МЭ)	0,15-0,2
Льняные трипсы – пороговая численность 40-60 экз/м^2. Льняная плодожорка-листовертка – пороговая численность 5-8 личинок/м^2	С появлением всходов – сплошная обработка. При появлении вредителей в пороговой численности – повторная	БИ –58 новый (КЭ)	0,5-1,0
		Данадим (КЭ)	0,5-0,9
		Новактион (ВЭ)	0,4-0,6
		Рогор – С (КЭ)	0,5-0,9
		Фуфанон (КЭ)	0,3-0,5

Для внесения гербицидов используют штанговые опрыскиватели ОН-400, ПОУ, С-293/5, Мекосан 2000-12 и другие с расходом рабочей жидкости 150-200 л/га. Общий вид опрыскивателя Мекосан показан на рис. 2.10.



Рис. 2.10. Опрыскиватель Мекосан

Опрыскиватель Мекосан предназначен для химической защиты растений в полевых условиях от сорняков, вредителей и болезней путем обработки полевых культур, в том числе возделываемых по интенсивной технологии, пестицидами, а также для внесения жидких комплексных удобрений поверхностным опрыскиванием. Работает со всеми пестицидами, применяемыми в сельском хозяйстве в виде растворов и эмульсий, а также жидкими комплексными удобрениями (ЖКУ). При правильной регулировке опрыскивателя и точной дозировке высокий технический уровень и гарантированное качество изготовления опрыскивателя обеспечивают биологический успех при экономичном расходе рабочего раствора. Может комплектоваться навигаторами серии Matrix (компания «TeeJet Technologies», Дания).

Агрегатируется с тракторами тяговых классов 1,4-2,0.

2.1.7. Уборка

Технологии уборки льна-долгунца

Существующие в мировой практике технологии уборки льна-долгунца можно классифицировать на сноповую, комбайновую и раздельную:

✦ сноповая технология применяется только в селекции и семеноводстве, очень трудоемка: затраты труда составляют до 200 чел.- ч/га;

✦ комбайновая – включает в себя следующие основные операции: теребление льна с одновременным очесом коробочек и расстилом соломки в ленты на льнище. Позволяет снизить затраты труда в 3 раза по сравнению со сноповой уборкой [5, 67];

✦ раздельная – заключается в том, что лён без очеса убирают льнотеребилками и расстилают в виде ленты на льнище. После просушки стеблей в ленте их подбирают и обмолачивают льноподборщиками-молотилками. Льняной ворох отвозят на тока для дальнейшей обработки, а солому расстилают для получения тресты. Раздельный способ по затратам труда и средств близок к комбайновому, обеспечивает получение качественных семян и волокна. Из-за того, что не решён вопрос сушки ленты в полевых условиях, применение данного способа ограничено. В связи с этим ведутся работы по созданию шатровой технологии как разновидности раздельного способа, предусматривающей машинное теребление с расстилом стеблей в ленты, провяливание в течение 12-24 ч, постановку лент в шатры, обмолот после высыхания стеблей и дозревания семян [5, 68].

По данным специалистов ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», комбайновая уборка льна-долгунца в фазе ранней жёлтой спелости в последние 30 лет практически не применялась, поскольку затраты на транспортировку, сушку и переработку семенного вороха по причине его высокой влажности примерно в 2 раза превышают стоимость полученных семян. Пункт обработки семенного вороха КСПЛ-0,9 при уборке льна в фазе жёлтой спелости при относительной влажности вороха 45% может перерабатывать сырье от 4-5 работающих льнокомбайнов, обеспечивая уборку посевов льна на площади 200-250 га. Однако при уборке льна в период ранней жёлтой спелости сезонная производительность КСПЛ-0,9 не превысила бы и 100 га [69].

На первом этапе уборки льна-долгунца могут применяться следующие технологии: раздельная – в период ранней жёлтой спелости льна-долгунца; комбайновая – в период жёлтой спелости льна-дол-

гунца; в начале периода полной спелости льна-долгунца; без сбора семенных коробочек льна-долгунца.

Выбор технологии осуществляется исходя из целей производства, погодной ситуации, состояния материально-технической базы отрасли. Затраты на выполнение технологических операций первого этапа уборки льна-долгунца и сумма денежных средств от ожидаемых потерь волокна и семян при использовании различных вариантов технологий производства (при урожайности льноволокна 10 ц/га, семян 5 ц/га) приведены табл. 2.6 [69].

Для уборки льна применяются различные машины [70, 71, 72].

Наиболее ответственным при возделывании льна-долгунца является технологический процесс теребления [73]. Поэтому совершенствование процесса работы и конструкции теребильных машин с целью повышения их качества и эффективности является важной задачей, имеющей практическое значение для льноводства [73, 74, 75, 76, 77]. Машины для механизированной уборки льна подразделяются на машины, срезающие лён (с режущим аппаратом) и машины, теребящие лён (с теребильным аппаратом). Однако механизированная уборка льна машинами с режущими аппаратами не получила распространения ввиду того, что они оставляли на поле от 8,3 до 13,7% стерни, на 10-22% уменьшали техническую длину стебля. Уборка льна такими машинами снижала урожайность соломы по сравнению с ручной уборкой на 11-12% и на 3 номера – номерность волокна. Льнотеребильные машины отличаются большим разнообразием, они подразделяются по принципу действия: аппараты периодического действия; аппараты непрерывного действия. Рабочие органы теребильного аппарата вводятся в лён, зажимают стебли, выдергивают их и одновременно отводят к транспортирующим органам. После этого процесс повторяется вновь. Аппараты периодического действия по способу теребления подразделяются на вычесывающие и зажимные [74]. Льнотеребильные аппараты с ременно-дисковыми ручьями широко применяются в льноуборочных машинах, а их конструкции постоянно совершенствуются. Аппараты непрерывного действия составляют наиболее многочисленную группу и получили широкое применение при уборке льна [75].

Таблица 2.6

Затраты на выполнение технологических операций первого этапа уборки льна-долгунца и сумма денежных средств от ожидаемых потерь волокна и семян при использовании различных вариантов технологий производства (при урожайности льноволокна 10 ц/га, семян – 5 ц/га), тыс. руб/га

Технология	Затраты на технологические операции			Размер денежных средств от ожидаемых потерь урожая		Суммарные затраты на производство и от ожидаемых потерь
	теребление или комбайновая уборка	очёс лент	транспортировка, сушка и доработка семенной части урожая	волокно	семена	
Раздельная уборка в период ранней жёлтой спелости	4,2	7,0	6,3	--	5,0	22,5
Комбайновая уборка в период: жёлтой спелости	5,9	--	9,6	8,6	--	24,1
полной спелости	5,9	--	3,5	17,2	2,0	28,6
ранней жёлтой спелости без сбора семенных коробочек	5,4	--	--	--	10,0	15,4

Машины для уборки льна-долгунца

Льнокомбайны. Известным производителем специализированной сельскохозяйственной техники для уборки льна в Российской Федерации является ООО ПО «Завод Бежецксельмаш» (Тверская область).

Льнокомбайн ЛК-4Д (ЛК-4А) предназначен для уборкильна-долгунца (рис. 2.11*а*, табл. 2.7) в периоды ранней желтой и желтой спелости. Оборудован транспортером, который позволяет собирать ворох в универсальные тракторные прицепы. Применение плющильного аппарата на льнокомбайне ЛК-4Д позволяет значительно сократить срок вылежки льнотресты в поле, повысить равномерность тресты и выход длинного волокна высоких номеров.

Агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4 [5].

Среди разработок ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» известны следующие модификации льноуборочных комбайнов: КЛ-1,5 «Русич», КЛ-1,5 «Селигер», КЛ-1,5 «Валдай» (см. рис. 2.11*в-д*, табл. 2.7) [5].

ООО «Группа компаний «Спецкоммаш» (г. Нижний Новгород) поставляет на отечественный рынок комбайн льноуборочный «ЛЕН-4М» (рис. 2.11*б*, табл. 2.7), предназначенный для теребления льна-долгунца.

Агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4 [5].

Для уборки льна ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» разработал отечественный льнокомбайн «Русич».

Предназначен для теребления льна-долгунца с одновременным плющением комлевой части стеблей, очесом семенных коробочек, сбором очесанного вороха в универсальный тракторный прицеп и расстилом стеблей в ленту. Отличается новым теребильным аппаратом, состоящим из четырех попарно сходящихся теребильных ручьев, что позволило сократить количество теребильных ремней в аппарате в 2 раза.



а



б



в



г



д

Рис. 2.11. Специализированная сельскохозяйственная техника для уборки льна:
а – льнокомбайн ЛК-4Д; б – льнокомбайн «ЛЕН-4М»;
в – льнокомбайн КЛ-1,5 «Русич»; г – льнокомбайн КЛ-1,5 «Селигер»;
д – льнокомбайн КЛ-1,5 «Валдай»

Таблица 2.7

Техническая характеристика льнокомбайнов

Показатели	Значение						
	ООО ПО «Завод Бежецксельмаш» (г. Бежецк)		ООО «Группа компаний «Спец-коммаш» (г. Нижний Новгород)	разработчик ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (г. Тверь)			
	ЛК-4Д	ЛК-4А	«ЛЕН-4М»	«Русич»	КЛ-1,5 «Русич»	КЛ-1,5 «Селигер»	КЛ-1,5 «Валдай»
1	2	3	4	5	6	7	8
Производительность (густота стеблестоя 1500 шт/м^2), га/ч	До 1,0			До 1,2		До 1,0	До 1,1
Скорость, км/ч: рабочая	До 7	До 8	До 7	6-8	До 8	До 6	До 7
транспортная	20						
Ширина захвата, м	1,52						
Чистота теребления, %	Не менее 99						
Полнота очеса, %	Не менее 98						
Потери семян, %	Не более 4,0						

Продолжение табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8
Отход стеблей в путанину, %	Не более 3,0						
Габаритные размеры (в рабочем положении), мм	6000×4650××2700	5700×4600××2700	6000×4650××3570	4980×4320××2465	5170×3540××2450	5550×3500××2700	6000×3800××2700
Масса, кг	2100	1900	2100	1950	2000	2050	2100

Из конструкции исключен цепной поперечный транспортер. Применен новый ременно-дисковый поперечный транспортер, состоящий из двух ветвей ременных ручьев с ведущими и ведомыми шкивами и поддерживающими роликами. Преимущества комбайна: ускорение вылежки льнотресты, сокращая ее продолжительность до трех-десяти суток, улучшает её однородность по степени вылежки, разрывному усилию и цвету волокна, а качество – до одного сортономера; повышение выхода длинного волокна на 1,1-2,5% (абсолютных) и его качества на 0,3-0,8 номера [5].

Комбайн льноуборочный гидрофицированный (ГЛК) (ОАО «Тверьсельмаш»), прицепной, предназначен для теребления льна-долгунца с одновременным очесом семенных коробочек, плющением стеблей льна, сбором очесанного вороха в универсальный тракторный прицеп и принудительным расстилом стеблей в ленту.

Привод рабочих органов осуществляется от гидродвигателей. Технологический процесс льнокомбайна аналогичен комбайну ЛК-4а, но с дополнительным плющением стеблей льна при прохождении их через плющильные вальцы, а также принудительным расстилом стеблей в ленту. Узлы и механизмы: картер с колесным ходом; трансмиссия и рама, теребильная часть, плющильные вальцы, зажимный транспортер вороха, расстилочное устройство [5, 70].

Агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4.

Комбайн льноуборочный самоходный «Палессе LS35» (рис. 2.12) (производился ПО «Гомселмаш», Белоруссия) предназначен для теребления стеблей льна-долгунца в периоды ранней желтой и желтой спелости, очеса семенных коробочек, сбора очесанного вороха в бункер и расстила стеблей в ленту, а также применяется для теребления льна с расстилом стеблей в ленту без очеса семенных коробочек [5, 71].

Техническая характеристика льноуборочного комбайна «Палессе LS35» приведена в табл. 2.8.



Рис. 2.12. Комбайн льноуборочный самоходный «Палессе LS35»

Таблица 2.8

Техническая характеристика льноуборочного комбайна «Палессе LS35»

Показатели	Мод. КЛС-1,7	Мод. КЛС-3,5
Производительность, га/ч	0,72-1,3	0,72-1,3
Ширина захвата, м	1,65	1,65
Вместимость бункера, $м^3$	1,7	3,5
Масса, кг	6950	6950

При уборке льна-долгунца в России и за рубежом на льноуборочных машинах применяют очесывающие устройства, основным рабочим органом которых является барабан с поступательным движением гребней, состоящих из набора зубьев. Основные недостатки данных устройств: сильное повреждение стеблей, что увеличивает содержание путанины в льноворохе и снижает качество и количество волокнистой продукции, а также повышает затраты на сушку, переработку и транспортировку льновороха. Имеют место также потери семян от недоочёса стеблей льна. Анализ работы данных устройств показал, что указанные недостатки возникают в результате захлёстывания, при котором вершина стебля, несущая семенную массу, огибает рабочий орган, из-за чего происходят спутывание верхушек стеблей и последующий обрыв растений движущимся зубом.

В ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» проводятся работы по исследованию нового очесывающего устройства

льнокомбайна с целью снижения негативных последствий от захлестывания, в котором применяются гребни с зубьями изменённой формы, что позволяет при очесе разделять ленту стеблей на элементарные полосы и предотвратить их захлестывание. Полевые испытания показали, что применение нового очесывающего устройства льнокомбайна повышает чистоту очеса лент льна: снижает содержание путанины в льноворохе в 2-2,5 раза по сравнению с серийным очёсывающим устройством [72].

ПАО «Пензмаш» совместно с ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» разработана более современная жатка с теребильным аппаратом (рис. 2.13). Существует подобный комбайн ЛК, который и теребит, и счесывает семя, но имеет низкую производительность. Ширина захвата новой жатки составляет 4 м – в 2,5 раза больше, чем у традиционной льноуборочной техники, агрегатируется с отечественными и зарубежными комбайнами. Принцип действия (очеса) заключается в обмолоте путем очеса гребенками, расположенными на барабане жатки, при этом стебель растения захватывается ими и протягивается сквозь щель между ними, освобождаясь от зерна (семян). Жатка может работать как теребильный аппарат, очесывать, убирать семя, а также выполнять эти операции одновременно [72].



Рис. 2.13. Очесывающая жатка с теребильным аппаратом для уборки льна «ОЗОН»

Для треблення льна применяется отечественная техника: навесные теребилки ТЛН-1,5А, ТЛ-1,9М и прицепная ТЛП-1,5К (производитель – ООО ИПФ «ТексИнж», г. Иваново), предназначенные для небольших площадей, а также формирования проходов между загонами перед работой других теребильных машин.

В западноевропейских странах для треблення выпускаются прицепные и самоходные машины фирм «Union», «Kerec» и «Dehondt» как с одинарным, так и сдвоенным теребильным аппаратом. Бельгийские теребилки льна U-22 и GE-220 имеют теребильный аппарат, состоящий из секций с ремнями, огибающими шкивы и ролики, сходящимися попарно, и размещенные сзади секций расстилочные транспортеры, а также раму с ходовой частью, на которой смонтированы все технологические органы. Являются самоходными прямоточными машинами, формируют при работе одновременно две ленты льна, расстилающиеся на той же полосе, с которой растения вытереблены. Обладают высокой технологической надежностью и производительностью, однако в связи их дороговизной используются только во время уборки льна (сроки окупаемости данных машин очень велики) [5, 77]. Недостатками теребилок U-22 и GE-220 являются большие габаритные размеры и масса, а также высокая стоимость. В машинах сформированные теребильным аппаратом ленты растений перемещаются над ходовой частью и силовым агрегатом, путь их движения в машине очень большой, поэтому на таком пути транспортирования и при расстиле растений на почву ухудшается характеристика лент: увеличиваются растянутость и угол отклонения стеблей. Последнее отрицательно влияет на выход длинного волокна, т.е. количество и качество получаемой продукции снижаются.

Отечественная теребилка льна ТЛН-1,5А состоит из рамы и смонтированных на ней теребильных секций с ремнями и шкивами, а также выводящего устройства в виде Г-образного выводящего транспортера с ремнем и шкивами. Теребильный аппарат имеет попарно сходящиеся ремни и выводящий транспортер – расположен сзади теребильных секций. Указанное необходимо для прямоточности машины. Рама льнотеребилки присоединяется к передней гидрав-

лической навесной системе трактора (машина является навесной) [5, 77]. Во время работы данной навесной прямоточной теребилки сформированная лента растений расстилается между колесами трактора на ту же полосу поля, с которой была вытереблена. Машина может применяться также для протеребливания проходов между загонами перед работой других теребильных машин – в этом заключаются её положительные качества.

Для теребления льна применяются также машина МТЛ-1,5 (рис. 2.14), самоходные льнотеребилки (двухпоточная – ТСЛ-2,4 и фронтальная – ЛТС-1,65) [78].



Рис. 2.14. Машина для теребления льна МТЛ-1,5

Машина для теребления льна МТЛ-1,5 (производитель – ФГУП «Омский опытный завод») предназначена для уборки льна-долгунца в фазе ранней желтой и желтой спелости. Производит теребление льна, плющение льносоломы и расстил её в ленты. Наиболее трудоемкий процесс – уборка льна, затраты труда на нее составляют 30-50% общих затрат труда в льноводстве. Чтобы получить льнопродукцию высокого качества и уменьшить потери урожая, уборку культуры необходимо проводить в сжатые агротехнические сроки – за 8-12 дней.

Льнотеребилка фронтальная самоходная ЛТС-1,65 (производитель – ОАО «Тверсельмаш») предназначена для теребления льна-долгунца с одновременным плющением его стеблей льна в периоды желтой ранней и желтой спелости и расстила в ленту.

Техническая характеристика некоторых льнотеребилок приведена в табл. 2.9.

Таблица 2.9

Техническая характеристика льнотеребилок

Показатели	ТСЛ-2,4	ЛТС-1,65
Производительность, га/ч	1,58-2,4	1,4
Ширина захвата, м	2,4	1,65
Масса, кг	6815	4500

Слабым звеном в отечественном производстве, по мнению экспертов, является изготовление *оборачивателей*, в связи с чем льносеющие хозяйства предприятия вынуждены приобретать европейскую или белорусскую технику [13]. Например, оборачиватель лент льна ОЛ-140 «Долгунец» (ОАО «БобруйскАгромаш», Белоруссия) предназначен для оборачивания лент льносоломы с целью ускорения и равномерности вылежки стеблей в ходе приготовления сланцевой льнотресты (рис. 2.15*а*, табл. 2.10). Применяется после расстила лент для ускорения сушки льносоломы и в процессе вылежки для получения однородной по цвету тресты. Допускается использование оборачивателя непосредственно перед подъемом льнотресты, в результате – повышается качество волокна, сокращается период приготовления тресты. Имеет следующие преимущества перед аналогами: визуально контролируется наведение подборщика на ленту в оптимальном секторе обзора оператора, увеличена ширина лент оборачивающего и расстилочного транспортеров; ширина расстилочной камеры позволяет стеблям льна беспрепятственно проходить даже в случае существенного смещения подборщика по ширине ленты, высокая надежность конструкции колков транспортеров и подбирающих зубьев подборщика, устойчивый ход на высокой скорости благодаря двум опорным пневматическим колесам [5].

Таблица 2.10

Техническая характеристика оборачивателя ОЛ-140 «Долгунец»

Показатели	ОАО «Бобруйск-Агромаш» (Белоруссия)	ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»	
	ОЛ-140 «Долгунец»	ОЛС-01	оборачиватель лент льна
Производительность, га/ч	0,85	До 1,5	До 1,2
Ширина захвата, ленты	1	1	
Рабочая скорость, км/ч	8	До 14	До 10
Габаритные размеры, мм	5300×3800××2800	4200×2200××2600	3460×1500××2010
Масса, кг	980	2300	650



а



б



в

Рис. 2.15. Машины для приготовления льнотресты:
а – оборачиватель ОЛ-140 «Долгунец»;
б – оборачиватель ОЛС-01; в – оборачиватель лент льна

Среди отечественных машин известны оборачиватель лент льна и самоходный оборачиватель ОЛС-01 (разработчик – ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур») – см. рис. 2.15б-в, табл. 2.10.

Оборачиватель лент льна самоходный ОЛС-01 предназначен для отрыва от земли ленты льнотресты и ее вспушивания, что способствует повышению качества льносырья в лентах и созданию благоприятного фона для использования рулонных пресс-подборщиков. Отличается эргономикой, высокой точностью выполнения работ и производительностью. Использование самоходного оборачивателя в процессе вылежки тресты способствует сохранению исходного качества льносырья [5]. Оборачиватель лент льна (см. рис. 2.15в) имеет аналогичное с мод. ОЛС-01 назначение. Его основными достоинствами являются высокая производительность, простота конструкции оборачивающего транспортера, технологическая надежность. Относительно небольшая масса машины делает ее маневренной и менее энергоемкой [5].

Оборачиватель лент льна ОЛБ-1 (рис. 2.16), полуприцепной с приводом рабочих органов от вала отбора мощности трактора предназначен для оборачивания лент льна. При движении агрегата по полю подбирающий барабан поднимает с земли ленту стеблей льна и передает на перекрестный транспортер, который оборачивает её на 180°. При комбайновой уборке урожайного льна врасстил ленты льносоломы получаются толстыми, что затрудняет равномерное высыхание материала и, как следствие, ухудшает равномерность цвета стеблей по толщине слоя, качество вылежки, вызывает подгнивание нижнего слоя стеблей, особенно при влажной погоде и отсутствии травяного покрова на льнище, что отрицательно сказывается на качестве льнопродукции. Для получения тресты высокого качества, а также сокращения сроков уборки необходимо проводить оборачивание лент льна. Исследования и производственная проверка показывают, что оборачивание лент льна повышает качество льнопродукции на 0,5-1 сортономер [71].



Рис. 2.16. Оборачиватель лент льна ОЛБ-1

Агрегатируется с трактором МТЗ-80.

Оборачиватель лент льна ОД-1 (рис. 2.17) предназначен для оборачивания лент льносоломы с целью ускорения и равномерности вылежки стеблей в ходе приготовления сланцевой льнотресты. Применяется после расстила лент для ускорения сушки льносоломы и в процессе вылежки для получения однородной по цвету тресты. Его применение повышает качество волокна, сокращает период вылежки льносоломы в тресту [71].



Рис. 2.17. Оборачиватель лент льна ОД-1

Техническая характеристика оборачивателей лент льна ОЛБ-1, ОД-1 приведена в табл. 2.11.

Таблица 2.11

Техническая характеристика оборачивателей лент льна ОЛБ-1, ОД-1

Показатели	ОЛБ-1	ОД-1
Производительность, га/ч	1,5	1,2
Рабочая скорость, км/ч	8	6-12
Тип агрегатирования	Полуприцепной	Полуприцепной
Масса, кг	900	950

Вспушиватели ленты. Волокно вырабатывают из льняной тресты, которую получают стланцевым способом. На приготовление тресты указанным способом требуется в среднем три недели. Однако очень часто из-за неблагоприятных производственных или погодных условий этот период увеличивается до месяца и более. При затянувшейся вылежке соломы в тресту ленты стеблей льна прибиваются дождями к почве и прорастают травой. В таких лентах вылежка происходит неравномерно по их толщине, а при длительной дождливой погоде нижние стебли подгнивают, что снижает качество и уменьшает сбор волокнистой продукции [80].

Для достижения высокого качества тресты во время ее вылежки ленты стеблей необходимо 2-3 раза оборачивать. Особенно актуально оборачивание при урожайности льнотресты более 3,5 т/га. При оборачивании стебли отделяются от почвы и извлекаются из травы. После этой операции вылежка тресты проходит более равномерно, качество волокнистой продукции повышается в среднем на один сортономер. Несмотря на значительную пользу от оборачивания, данная технологическая операция в льносеющих хозяйствах почти не применяется. Одна из причин – низкая технологическая надежность подборщиков-оборачивателей ОСН-1, ОСН-1А, ОСН-1Б и др. [80], другая – их применение ухудшает качество лент тресты, особенно при двух- и трехкратном оборачивании. Ухудшение качества лент, проявляющееся в растянутости стеблей в ленте в среднем в 0,05 раза за одно оборачивание, снижает выход длинного волокна при переработке тресты на льнозаводе.

При уборке тресты с поля повсеместно используют рулонную технологию, которая значительно сокращает затраты труда в поле и на льнозаводе. Однако, если влажность льнопродукции выше 23%, то рулонировать ее нельзя. Поэтому при такой технологии для равномерной сушки тресты перед заматыванием ее в рулоны необходимо отделить стебли от почвы и извлечь из травы. Треста обычно поспевает на больших площадях, а существующие оборачиватели имеют низкую производительность, поэтому операцию оборачивания почти всегда заменяют вспушиванием [80].

В течение многих лет основным техническим средством для вспушивания являлась ворошилка лент льна ВЛ-3 (рис. 2.18) [81], отличающаяся простотой конструкции и наличием трех секций для работы одновременно с тремя лентами. В каждой секции есть вал, на котором установлены диски с двойными зубьями. Снизу секции закреплена отбойная решетка. Привод ворошилки осуществляется от опорно-приводных колес. При движении машины по полю ленты захватываются вращающимися дисками и поднимаются до соприкосновения с решеткой. Далее происходит сброс вспушенного льна.

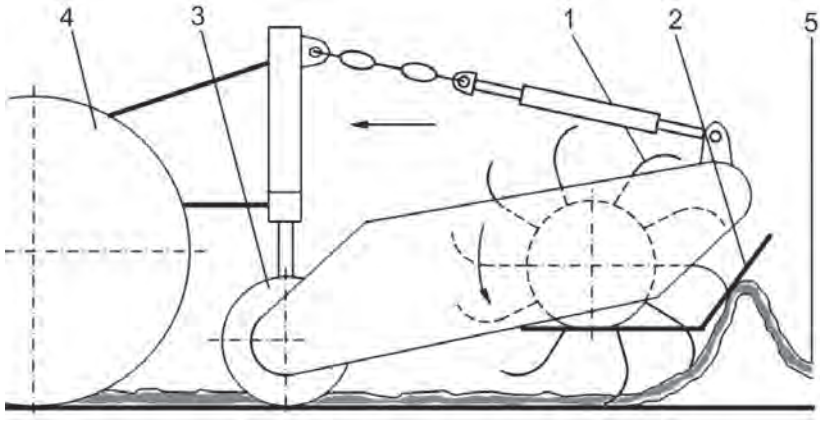


Рис. 2.18. Технологическая схема ворошилки льна ВЛ-3:
1 – диски с двойными зубьями; 2 – отбойная решетка;
3 – опорно-приводные колеса; 4 – трактор; 5 – лента льна

В ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» создан вспушиватель ВЛЛ-3. Основными элементами его конструкции (рис. 2.19) являются рамы средней и боковых секций, вспушивающие барабаны с зубьями, опорно-приводные колеса. Главным достоинством ВЛЛ-3 является жесткость конструкции рамы секции, выполненная из прямоугольного профиля. Секции в процессе работы опираются на колеса, и нагрузка на зубья вспушивающих барабанов исключена. При этом предусмотрена регулировка расположения барабанов по высоте. Кроме этого, машина способна работать на повышенных скоростях, обеспечивая максимальную производительность в час основного времени до 8,5 га, что более чем в 2 раза выше по сравнению с машиной ВЛ-3 [80].



Рис. 2.19. Вспушиватель ВЛЛ-3

В производственных условиях применяются различные ворошилки. Основным рабочим органом ворошилки (вспушивателя) ВЛН-3 является барабан, состоящий из дисков с зубьями, концы которых отогнуты в сторону, противоположную направлению вращения диска. При движении ворошилки диски с прутковыми зубьями перекатываются по почве. При дальнейшем вращении зуба съемная решетка снимает стебли с его конца, и стеблевая масса расстилается сзади машины.

Известны [71, 82] также ворошилки более поздних конструкций: ВЛН-4,5 и др. (рис. 2.20), усовершенствованные, но работающие по такому же принципу, как и предыдущие.



Рис. 2.20. Вспушиватель ВЛН-4,5

Техническая характеристика вспушивателей приведена в табл. 2.12.

Таблица 2.12

Техническая характеристика вспушивателей

Показатели	ВВЛ-3	В-1	ВЛН-4,5	ВЛЛ-3
Производительность, га/ч	5	2	2,7-5,4	9
Ширина захвата, м	3,6	1,4	4,5	3
Масса, кг	542	450	1100	650

Уборка лент льнотресты *пресс-подборщиком*. На уборке льна применяются рулонный ременной пресс-подборщики ПРЛ-150, ПРФ-110Л, ПР-1,5 и др. Пресс-подборщик ПРЛ-150 (рис. 2.21) предназначен для подбора лент льнотресты с формированием равномерного слоя льна в рулонах и последующей обмоткой их шпагатом. Формирование рулона осуществляется с отделением слоя льна двумя нитями шпагата. Пресс-подборщик модификации А оснащен информационно-управляющей системой, обеспечивающей отображение информации и управление технологическими режимами работы.



Рис. 2.21. Пресс-подборщик рулонный ременной ПРЛ-150

Техническая характеристика пресс-подборщиков ПРЛ-150, ПРЛ-150А дана в табл. 2.13.

Таблица 2.13

Техническая характеристика пресс-подборщиков ПРЛ-150, ПРЛ-150А

Показатели	ПРЛ-150	ПРЛ-150А
Производительность, га/ч	0,9-1,5	1-1,6
Ширина захвата, м	1,5	1,5
Рабочая скорость, км/ч	6-10	8-11
Масса, кг	2100	2100

В ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» разработан рулонный пресс-подборщик льнотресты ПРУ-200 (рис. 2.22) для подбора лент льносоломы и тресты с целью формирования из них рулонов для последующей транспортировки. Его применение позволяет формировать рулоны массой до 200 кг при плотности рулона 98 кг/м^3.

Агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4.



Рис. 2.22. Рулонный пресс-подборщик льнотресты ПРУ-200

Для раздельной уборки льна-долгунца используется подборщик-очесыватель ЛПЛ-1,5 (рис. 2.23).



Рис. 2.23. Подборщик-очесыватель ЛПЛ-1,5

Полунавесной, предназначен для подбора вытеребленых и разостланных в ленту стеблей льна, очеса семенных коробочек с разделением вороха от путанины и сбором коробочек и семян в бункер, оборачивания и расстила очесанных стеблей в ленту. Привод рабо-

чих органов комбинированный: часть из них – от ВОМ трактора посредством механической трансмиссии, а часть – имеет гидропривод, насосная станция которого установлена на машине и имеет привод также от ВОМ трактора.

Агрегатируется с тракторами тяговых классов 0,9-1,4 (ЛТЗ-55А, МТЗ-80, МТЗ-82, ЮМЗ-6АМ/Л).

2.1.8. Послеуборочная обработка семян

Моноблочная молотилка льновороха МВУ-1,5 (рис. 2.24) предназначена для перетирания высушенного льновороха, выделения из него примесей и получения семян. Является частью блочно-модульного комплекса для сушки и переработки. Дополнительно оборудуется роторным сепаратором льновороха. Комплект оборудования обеспечивает эффективность выделения семян льна и их сушки до посевных кондиций.



Рис. 2.24. Моноблочная молотилка льновороха МВУ-1,5

Техническая характеристика молотилки льновороха МВУ-1,5

Производительность, т/ч	1,2
Вытирание семян из коробочек, не менее, %	98
Потребляемая мощность, кВт	5,2
Габаритные размеры, мм	3700×1300×2200
Масса, кг	520

Молотилка пучковая МПВ-1М предназначена для обмолота пучков льна и очистки льняного вороха на втором и третьем этапах селекции и в семеноводческой практике, повышает производительность труда не менее чем в 2,5 раза. Конструктивные особенности молотильного аппарата позволяют обмолачивать пучки размером до 1000 стеблей. Для обмолота снопов льна с опытных участков в селекционной и семеноводческой практике служит молотилка сноповая МС-75М, которая применяется во всех льносеющих зонах России. Принцип работы машины основан на промине стеблей льна прокатывающимися вальцами и очистке семян пневморешетным устройством. Для обмолота льна используют снопы с селекционно-семеноводческих посевов массой до 2 кг и влажностью до 20% [5].

Семеочистительная машина СОМ-25М предназначена для очистки семян льна от трудноотделяемых сорняков: плевела льняного, плюшки, райграса, других сорняков и примесей во всех льносеющих зонах России. Принцип работы машины основан на способности фрикционных хлопчатобумажных нитей захватывать частицы с шероховатой поверхностью и выделять их из тонкого слоя очищаемой массы.

Разработанная в ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» противоточная карусельная сушилка СКУ-10 предназначена для сушки семян льна и других культур начальной влажностью до 35%. Работает поточно, непрерывно. Загрузка, сушка и выгрузка происходят в автоматическом режиме. Технология сушки оптимальна для сохранения качества семян и экономии топлива. Небольшая высота сушилки (2,5 м) обеспечивает безопасность и удобство эксплуатации. Является частью блочно-модульного комплекса для сушки и переработки льновороха. Комплекс дополнительно оборудуется роторным сепаратором льновороха и обеспечивает эффективность выделения семян льна и их сушки до посевных кондиций [9].

Исследованиями, проведенными в ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», установлена возможность послеуборочной переработки семенного вороха без предварительного его

подсушивания, если влажность массы не превышает 35-40%, а количество зеленых коробочек – 10-15%. Подсушивание только семян льна позволяет сократить энергозатраты более чем в 2 раза и обеспечить высокую сохранность качества семенного материала. При влажности семенного вороха льна-долгунца выше 40% осуществляются его подсушивание при температуре теплоносителя не более 42°С и последующая переработка с использованием специальных технических средств (МВ-2,5А и др.).

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» ведет научную работу по разработке энергосберегающей сушильной машины с конвективно-инфракрасным способом сушки при различных сочетаниях включения электрокалориферов с инфракрасными нагревателями и расходах воздуха – режимах сушки:

режим 1 – конвекция с тремя электрокалориферами при расходе агента сушки, поступающего в льнотресту 2200 $м^3$/ч, средней скорости агента сушки 4,3 м/с;

режим 2 – конвекция с тремя электрокалориферами при расходе агента сушки 2500 $м^3$/ч и его скорости 4,8 м/с;

режим 3 – комбинированный (конвективно-инфракрасный) при включении трех электрокалориферов и двух ИК-нагревателей одновременно, расходе агента сушки 2500 $м^3$/ч и его скорости 4,8 м/с.

По результатам исследований научно обоснованы параметры и режимы сушки льнотресты, необходимые для разработки энергосберегающей сушильной машины, работающей по комбинированному способу, показана экономия тепловой энергии при использовании данной конструктивно-технологической схемы сушильной машины в 4,8 раза [83].

2.2. Техническая конопля

Получение высоких урожаев конопли с хорошим качеством коноплепродукции возможно при соблюдении всех элементов технологии возделывания [4, 5, 84-91].

2.2.1. Место в севообороте

Под коноплю следует отводить плодородные земли – поймы рек, окультуренные торфяники, почвы пониженного рельефа, с нейтральной или слабощелочной реакцией, лёгкие и средние по гранулометрическому составу. Если хозяйство не имеет низинных угодий, то культуру сеют на землях обычного рельефа в севооборотах различного построения [84].

Севооборот с правильно установленным чередованием полевых культур является основным агротехническим средством борьбы с сорняками, вредителями и болезнями. Хорошими предшественниками конопли считаются озимые, пропашные, зернобобовые и многолетние травы. Бессменные посевы конопли нецелесообразны – они негативно влияют на состояние почвы и развитие растений.

При возделывании конопли в полевых севооборотах её удобно размещать по зерновым предшественникам замыкающей культурой. С учётом потенциально длительного срока уборки коноплю размещают перед чистым паром или поздновысеваемыми культурами, под которые можно применять минимальную осеннюю обработку почвы. Ранняя уборка конопли позволяет использовать её как предшественник зерновых культур.

Наиболее эффективны севообороты с короткой ротацией, где конопля занимает 25-50% площади:

I: пар чистый – озимые – конопля – конопля – крупяные – яровые зерновые;

II: клевер – клевер – озимые – конопля – конопля – яровые зерновые + клевер;

III: зернобобовые – конопля – поздние яровые – конопля;

IV: зернобобовые (сидерат пожнивно) – озимые (сидерат пожнивно) – конопля – поздние яровые;

V: яровые зерновые с подсевом бобовых трав + бобовые травы (сено, сидерат) – конопля – конопля;

VI: сидеральный пар – конопля – поздние зерновые (сидерат пожнивно) – конопля.

Конопля в севообороте является хорошим предшественником как очиститель от сорной растительности и патогенов.

2.2.2. Удобрения

Конопля требовательна к плодородию почвы и отзывчива на внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений. Основная роль в повышении её урожая принадлежит азоту. Дозы минеральных удобрений определяют в зависимости от обеспеченности почвы элементами питания и потребности растений в них для формирования планируемой урожайности семян и волокна.

При формировании 1 т волокна с 1 га посевной площади с урожаем выносится около 150-180 кг азота, 30-40 – фосфора, 100-120 кг калия. Рентабельность возделывания конопли посевной возрастает при использовании дифференцированной научно обоснованной системы удобрений, разработанной с учётом почвенно-климатических условий зоны возделывания [85]. Результаты расчёта норм внесения NPK на запланированный урожай волокна (У) 2,0 т/га представлены в табл. 2.14.

Таблица 2.14

Расчёт норм внесения NPK
на запланированный урожай волокна (У) 2,0 т/га

Показатели	N	P_2O_5	K_2O
Вынос на 1 ц волокна, кг (B_1)	18,6	6,2	10,0
Общий вынос на запланированный урожай, кг/га ($B_{общ} = У \times B_1$)	372	124	200
Содержание в почве*, мг/100 г (П)	11	17	14
Содержание в почвенном слое 30 см, кг/га (П × Км, при Км = 30)	330	510	420
Коэффициент использования NPK из почвы** (Кп)	0,75	0,13	0,25
Будет использовано из почвы, кг/га ($B_п = П \times Км \times Кп$)	247	66	105

Продолжение табл. 2.14

Показатели	N	P_2O_5	K_2O
Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га ($В_{пр} = В_{общ} – В_п$)	125	58	95
Коэффициент использования NPK из туков ($К_у$)	0,90	0,48	0,79
Необходимо внести с туками в физической массе, кг/га (Нд.в. = $В_{пр}$: $К_у$)	140	120	120

* Данные проставляются для конкретного поля.

** Данные представлены для чернозёма выщелоченного.

Нд.в. – норма внесения элемента питания; У – планируемый урожай, ц/га; Км – коэффициент глубины пахотного слоя.

Фосфорные и калийные удобрения вносят под зяблевую вспашку, азотные – под предпосевную культивацию или одновременно с посевом. Возможно также внесение комплексных удобрений под предпосевную культивацию или одновременно с посевом в междурядья. Результаты расчёта норм внесения NPK на запланированный урожай семян (У) 1,0 т/га приведены в табл. 2.15.

Таблица 2.15

Расчёт норм внесения NPK на запланированный урожай семян, (У) 1,0 т/га

Показатели	N	P_2O_5	K_2O
Вынос на 1 ц семян, кг ($В_1$)	15,2	6,3	10,7
Общий вынос на запланированный урожай, кг/га ($В_{общ} = У \times В_1$)	152	63	107
Содержится в почве, мг/100 г (П)*	8	17	14
Содержится в почвенном слое 30 см, кг/га (П × Км, при Км = 30)	240	510	420
Коэффициент использования NPK из почвы ** (Кп)	0,36	0,11	0,17
Будет использовано из почвы, кг/га (Вп = П × Км × Кп)	86,4	56,1	71,4

Продолжение табл. 2.15

Показатели	N	P_2O_5	K_2O
Недостающее количество, кг/га ($В_{пр} = В_{общ} – В_п$)	65,6	6,9	35,6
Коэффициент использования NPK из туков ($К_у$)	0,80	0,35	0,70
Необходимо внести с туками, кг/га (Нд.в. = $В_{пр}$: $К_у$)	82	20	51

** Данные проставляются для конкретного поля.*

*** Данные представлены для чернозёма выщелоченного.*

Нд.в. – норма внесения элемента питания; У – планируемый урожай, т/га; Км – коэффициент глубины пахотного слоя.

Важная роль в системе рационального удобрения конопли принадлежит органическим удобрениям, содержащим все необходимые элементы питания, в том числе микроэлементы. В современных условиях, характеризующихся недостатком традиционных форм органики (прежде всего навоза) и высокими ценами на минеральные удобрения, актуализируется поиск альтернативных источников обеспечения посевов питательными веществами.

Эффективным и экологически безопасным способом снабжения почвы органическим веществом, а растений – элементами питания является использование в технологии возделывания конопли приёма сидерации. К распространённым сидеральным культурам принадлежат вика, горчица, донник, эспарцет, редька масличная, формирующие высокие урожаи как зелёной массы, так и семян. Эти культуры способны устойчиво накапливать большую биомассу за короткий период вегетации и малотребовательны к уровню плодородия почвы. Влияние сидерации усиливается при использовании на зелёное удобрение смесей бобовых и капустных культур. В бобово-капустных ценозах (смеси вики посевной с редькой масличной или горчицей белой; вики мохнатой с рожью, озимой сурепицей или рыжиком) усиливается интенсивность процесса мобилизации элементов питания из труднодоступных соединений почвы и воздуха.

Применение систем удобрений в севообороте с насыщением 25% коноплёй позволяет получить прибавки урожая соломки при использовании бактериально-органоминеральной (+55%) и органоминеральной (+52%) систем удобрений, а с насыщением 50% наивысшие прибавки достигаются при использовании бактериально-органоминеральной (+44% к контролю) и органоминеральной (+42% к контролю) систем удобрений [86].

2.2.3. Подготовка семян к посеву

По действующему стандарту семена однодомной конопли посевной должны иметь регламентированные посевные качества (табл. 2.16).

Таблица 2.16

Посевные качества семян конопли (ГОСТ Р 52325-2005)

Показатели	Категория семян			
	ОС*	ЭС**	РС***	$РС_т$****
Сортовая чистота (не менее), %	99,5	99,0	95,0	75,0
Содержание семян других растений в 1 кг (не более) – всего, шт.	75	75	150	200
В том числе семян сорных растений (не более), шт.	50	50	100	150
Всхожесть (не менее), %	90	90	85	75
Влажность (не более), %	13	13	13	13

* Оригинальные семена: семена первичных звеньев семеноводства, питомников размножения и суперэлиты, произведённые оригинатором сорта или уполномоченным им лицом и предназначенные для дальнейшего размножения.

** Элитные семена, полученные от последующего размножения оригинальных семян.

*** Репродукционные семена: семена, полученные от последовательного пересева элитных семян (первое и последующее поколения – $РС_1$, $РС_2$).

**** Репродукционные семена, предназначенные для производства товарной продукции (не более $РС_3$).

Посев проводят сертифицированными семенами районированных сортов соответствующих репродукций. К посеву не допускаются семена ОС, ЭС и РС при наличии в них карантинного сорняка заразихи, конопляной листовёртки и её личинок.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 20 июля 2007 г. № 460 запрещено использовать для посева в промышленных целях семена сортов конопли четвёртой и последующих репродукций.

Для активизации ростовых и формообразовательных процессов, повышения полевой всхожести и устойчивости к неблагоприятным факторам среды проводят предпосевную обработку регулятором роста артафит, ВРК (норма расхода – 0,1-0,15 л/т, расход рабочей жидкости – 10 л/т).

Обязательным технологическим приемом при возделывании культуры является протравливание семян. При наличии возбудителей альтернариоза *(Alternaria alternate (Fr.) Keissl.)*, фузариоза *(Fusarium sp.)*, серой гнили *(Botrytis cinerea Pers.)*, бактериоза *(Pseudomonas syringae pv. Cannabina)* эффективно применение препаратов ТМТД, ВСК с нормой расхода 5 л/т, расход рабочей жидкости – из расчета 10 л/т.

При протравливании используются машины ПС-10, Мобитокс (увлажнённое протравливание), ПСШ-3 (полусухое протравливание).

В Пензенском обособленном подразделении ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» проводят поисковые экспериментальные работы по испытанию новых эффективных препаратов для обработки семян и растений конопли посевной, а также изучению результативности действия комбинаций препаратов «инсектицид + фунгицид».

Установлено, что протравливание семян сорта Надежда препаратами ТМТД, ВСК в норме расхода 5,0 л/т с удобрением Изагри Форс в дозе 1 л/т и опрыскивание растений в фазе пяти-шести листьев удобрением Изагри Форс в дозе 1 л/га снижает распространение корневых гнилей в 1,4 раза и повышает урожайность на 18,0%.

В источнике [91] представлены результаты изучения влияния предпосевной обработки семян протравителем и жидким минеральным удобрением на всхожесть, формирование урожайности конопли посевной сорта Надежда в условиях Среднего Поволжья. Установлено, что лабораторная всхожесть семян конопли посевной изменялась под влиянием применяемых препаратов и увеличивалась на 3,2-11%. Наиболее высокая всхожесть (84%) была отмечена в варианте с обработкой ТМТД, ВСК (5 л/т). Максимальный показатель полевой всхожести (72,3%) получен при протравливании семян фунгицидом ТМТД, ВСК в норме расхода 2,5 л/т. Выявлено влияние предпосевной обработки семян протравителем и жидким минеральным удобрением на урожайность семян этой культуры. Наиболее эффективной оказалась обработка семян перед посевом ТМТД, ВСК в норме расхода препарата 5 л/т с удобрением Изагри Форс в норме расхода препарата 1 л/т с последующей некорневой подкормкой растений Изагри Фосфор по вегетации: урожайность составила 1,19 т/га семян при 0,75 т/га в контроле [91].

Основные предупредительные меры борьбы с болезнями. Конопля посевная поражается рядом грибных и бактериальных заболеваний, в меньшей степени – вирусными. Возбудителями болезней конопли являются *Dendrophoma marconii Cav.* (серая пятнистость стеблей), грибы из рода *Fusarium: F. avenaceum (Fr.) Sacc., F. culmorum (Sm.) Sacc., F. sambucinum Fuchel, F. oxysporum Schl. и др.* (фузариоз), *Sclerotinia sclerotiorum dBy* (белая гниль), *Botritis cinerea Pers.* (серая гниль). Пятнистости листьев вызывают патогены из родов *Septoria, Phylosticta, Cercospora, Stemphylium, Macrosporium, Mycosphoerella, Peronoplasmopara.* Выращивание конопли в севообороте, соблюдение агротехнических приёмов обработки почвы, внесение оптимальных доз минеральных удобрений, своевременная уборка урожая, зачистка полей и предпосевная обработка семян защищают посевы от патогенов.

2.2.4. Подготовка почвы

Общей принципиальной схемой обработки почвы в севообороте является чередование разноглубинной основной отвальной и безотвальной обработок с минимизированной (поверхностной) обработкой, а также совмещение отдельных приёмов обработки в одном технологическом процессе.

Учитывая относительно слабое развитие корневой системы конопли, в агротехнике культуры большое значение придаётся оптимизации процесса основной обработки почвы. Актуален вопрос применения безотвальной обработки. Данные специалистов коноплеводческой отрасли показывают, что целесообразно сочетать вспашку и плоскорезную обработку на разную глубину, т.е. обработку плугом и плоскорезом. Наиболее перспективной системой обработки почвы в севообороте с коноплей является комбинированная, в которой отвальная обработка чередуется с плоскорезным и поверхностным рыхлением.

После стерневого предшественника проводится двукратное послойное лущение: первое – дисковыми орудиями ЛДГ-10, ЛДГ-15 поперёк рядков стерни на глубину 6-8 см, второе – лемешными на глубину 10-12 см. Лущением уничтожаются вегетирующие сорняки и их проростки, находящиеся в верхнем слое почвы.

При засорении корневищными сорняками (пырей, хвощ, мышиный горошек, тысячелистник) вслед за уборкой ранних яровых культур выполняется двукратное лущение: первое – дисковыми лущильниками на глубину 6-8 см, второе (после появления розеток сорняков) – лемешными лущильниками на глубину 10-12 см.

На запыреенных участках проводится лущение дисковыми орудиями в двух направлениях на глубину залегания корневищ. Особенно эффективна такая обработка при влажности почвы 60-70%. В условиях достаточного увлажнения массовое появление всходов пырея на взлущённом поле наблюдается через две-три недели. В этот период эффективна глубокая вспашка на глубину 30-35 см.

При засорённости поля корнеотпрысковыми сорняками (осот розовый и жёлтый, вьюнок полевой, клоповник, молокан татарский,

льнянка обыкновенная) в осенний период применяется сочетание механических и химических (системные гербициды сплошного действия на основе глифосата в сочетании с дикамба и/или 2,4Д) способов уничтожения сорной растительности в комплексе мероприятий по основной подготовке почвы.

Через 10-15 суток после лущения выполняется отвальная зяблевая вспашка на глубину не менее 25-27 см плугами ПЛН-4-35, ПН-4-35, ПН-5-40. На склоновых участках пахота проводится поперёк склона или по диагонали. В севооборотах с размещением конопли после поздних пропашных культур её выполняют вслед за их уборкой. Оптимальной является отвальная вспашка плугом с предплужником на глубину пахотного слоя.

Эффективность зяблевой вспашки зависит от сроков её проведения – ранняя обеспечивает более высокий совокупный урожай конопли (волокна и семян). Если конопля размещается по пласту многолетних трав, то лучшим сроком пахоты будет трёхдневный период после второго укоса трав.

Глубина зяблевой вспашки устанавливается с учётом почвенных разностей, но не менее 22-25 см. Конопля хорошо отзывается на углубление пахотного слоя почвы. Почвоуглубление положительно влияет на урожай конопли и на торфяноболотных почвах.

Предпосевная обработка почвы начинается с ранневесеннего боронования при наступлении физической «спелости» почвы боронами БЗТС-1,0 в агрегате со шлейфами поперёк или по диагонали к направлению вспашки. Скос зубьев борон направлен назад.

Через 8-12 суток после боронования по мере стартового отрастания сорной растительности (фаза «белой ниточки») проводится культивация культиватором КПС-4 в агрегате с боронами БЗСС-1,0 поперёк или под углом к направлению вспашки на глубину 6-8 см, а после культивации – выравнивание поверхности поля с прикатыванием орудием КЗК-10 в агрегате с катками ЗККШ-6А под углом или поперёк культивации. В результате создаётся оптимальная плотность почвы – 1,1-1,2 г/см^3.

При проведении предпосевной обработки экономически и энергетически выгодно в одном агрегате совмещать несколько операций.

Культивация с выравниванием и прикатыванием гарантирует прибавку урожая 15-18% по сравнению с одной культивацией. Сочетание выравнивания и прикатывания обеспечивает равномерную заделку семян на одинаковую глубину, получение выровненного стеблестоя, повышение качества коноплепродукции и является особенно эффективным в засушливых весенних условиях.

В условиях достаточного увлажнения на плотных, сильно заплывающих почвах возможна перепашка зяби на глубину меньше зяблевой вспашки. Перепахивать используемые площади необходимо в агрегате с кольчато-шпоровыми катками, затем использовать лёгкие или средние бороны.

Предпосевная обработка торфяников включает в себя дискование или боронование и прикатывание. На вновь осваиваемых участках вместо боронования предусмотрены двукратное дискование и прикатывание тяжёлыми катками.

При размещении конопли на заливных пойменных почвах с целью избежания эрозионных процессов зяблевая вспашка не проводится. Применяется весенняя пахота в агрегате с катками и предпосевное боронование в два следа также в агрегате с лёгкими катками.

2.2.5. Посев

Конопля – культура ранних сроков сева. В лесостепной зоне Среднего Поволжья оптимальные сроки посева – третья декада апреля – первая декада мая, а на пойменных участках – по мере созревания почвы. Посев проводят зерновыми, зернотравяными, льняными, свекловичными или овощными сеялками на глубину 3-4 см.

Способы посева и нормы высева. Рядки при посеве должны быть прямолинейными при строго установленных стыковых междурядьях в зависимости от назначения посева. Посевные агрегаты также комплектуются в соответствии с направлением возделывания: на зеленцовых посевах целесообразно комплектовать широкозахватные многосеялочные, а при широкорядных посевах – односеялочные агрегаты.

Для новых сортов определены нормы высева, обеспечивающие максимальную семенную продуктивность и высокий урожай соломки [87]. При возделывании конопли сортов Сурская и Вера на двустороннее использование посев проводят широкорядно (45, 60 см), норма высева составляет 1,2 млн шт/га, а при возделывании сорта Надежда –1,4 млн шт/га.

При возделывании сортов Сурская и Вера на волокно коноплю высевают узкорядным (7-8 см) или рядовым (13-15 см) способом. Наибольший урожай волокна на зеленцовых посевах формируется при норме высева 3 млн шт/га всхожих семян.

2.2.6. Уход за посевами

Уход за посевами конопли включает в себя до- и послевсходовое боронование, рыхление междурядий широкорядных посевов, химическую обработку против вредителей и сорняков.

Довсходовое боронование посевов с целью уничтожения почвенной корки проводят лёгкими или средними боронами в один след в поперечном направлении. Если почвенная корка образовалась в период появления всходов, то для её уничтожения рекомендуется использовать ротационную мотыгу. Скорость агрегата не должна превышать 5 км/ч.

Послевсходовое боронование с целью уничтожения сорняков проводят на широкорядных посевах лёгкими зубовыми боронами.

Рыхление междурядий на широкорядных посевах выполняют 2-3 раза культиватором со стрельчатыми лапами по середине междурядий и лапами-бритвами по краям. Скорость движения агрегата необходимо регулировать, не допуская заваливания растений и исключая их подрезание:

- первое рыхление – только лапами-бритвами на глубину 3-5 см в период образования у растений одной-двух пар настоящих листьев;
- второе – на глубину 5-7 см при появлении трех пар листьев;
- третье – до смыкания рядков на глубину 5-8 см.

Уничтожение вредителей. Наиболее распространённые и опасные вредители конопли – конопляная блоха (*Psylliodes attenuata*

Koch.), стеблевой (кукурузный) мотылёк (*Ostrinia nubilalis Hb.*), конопляная листовёртка (*Grapholita delineana*). Наносимый ими вред снижается при соблюдении агротехники выращивания.

На всходах при достижении порога вредоносности (10 жуков на 1 м^2 – для широкорядных посевов и 30 жуков на 1 м^2 – для зеленцовых) следует применять химические средства защиты растений, КЭ (л/га): Диазинон – 1,7, Золон – 3,0, Самурай супер – 1,5 и другие, внесённые в «Список разрешённых к применению препаратов на территории РФ». Расход рабочей жидкости – 200 л/га.

Уничтожение сорняков. При засорённости посевов двудольными видами сорняков (осот розовый, пикульник зябра, горец вьюнковый, щирица запрокинутая, вьюнок полевой) эффективно применение гербицидов на основе клопиралида. При обработке препаратами Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/л) норма расхода составляет 0,08 л/га, Лонтерр, ВДГ (750 г/кг) – 0,08 кг/га в фазе двух-пяти пар настоящих листьев уничтожается 60-80% надземной массы сорной растительности.

Против однодольных сорняков (куриное просо, щетинник) эффективно применение гербицидов, производных арилоксифеноксипропионовой кислоты: Фуроре супер 7,5, ЭМВ (69 г/л феноксапроп-П-этила) – норма расхода 1,0 л/га и Фюзилад форте, КЭ (150 г/л флуазифоп-П-бутила) – норма расхода 1,0 л/га. Биологическая эффективность обработок – 60-80%.

При наземной технологии использования гербицидов рекомендуется крупнокапельное штанговое опрыскивание с применением щелевых распылителей. Прицепные агрегаты (ОП-2000-2-01, ОПШ-15, ОПШ-15М и др.) благодаря большой вместимости баков позволяют сократить технологические простои, связанные с заправкой рабочей жидкости.

На небольших полях целесообразнее применять навесные опрыскиватели (ОНШ-600-12, ОМ-630-2, ОМП-601 – класса «европейский стандарт» и др.). Оптимальный расход жидкости (до 100 л/га), размер капель (100-250 мк), и их число (30-40 шт/см^2) обеспечивают (в широких диапазонах реально достижимых показателей скорости опрыскивания и давления) сопла AD-120-015, IDK-120-025, IDK-

120-03 и IDK-120-015 при скорости движения агрегата 8 км/ч и давлении 2,0 Бар (опрыскиватель ОНШ-600-12 в агрегате с трактором МТЗ-80).

2.2.7. Уборка

Технологический процесс уборки

Уборка – решающий этап в процессе выращивания конопли, а также одна из самых трудоемких операций в технологической схеме выращивания данной культуры. Технология уборки конопли отличается от технологий уборки других сельскохозяйственных культур, поскольку требует комплекса специальной техники и оборудования. Связано это с тем, что конопля в своем анатомическом составе имеет волокнистые составляющие, которые при уборке наматываются на вращающиеся рабочие органы, что не позволяет проводить уборку классической уборочной техникой. Кроме того, технология уборки конопли тесно связана с последующей первичной переработкой стеблей – приготовлением тресты и механическим выделением волокна.

Для определения фазы созревания в период пожелтения стеблей и опадания листьев проводится отбор соцветий. С целью определения количества созревших семян из разных точек поля по диагонали отбираются пробы из пяти соцветий. Число проб зависит от площади семенного участка. На участке площадью до 50 га отбирают 10 проб по 5 соцветий, свыше 50 га – на каждые 10 га берётся дополнительно по одной пробе с пяти соцветий.

Места отбора проб должны быть равномерно распределены по всей площади. Для этого ширину участка (в метрах или число рядков по ширине поля, определяемое делением ширины поля на ширину междурядья) необходимо разделить на число проб. Полученная величина характеризует расстояние между пробами по ширине поля (в метрах или рядках). Расстояние между пробами по длине поля определяется как частное от деления длины участка на число проб. При отборе проб желательно двигаться по ломаной диагонали поля.

С каждого отобранного растения отдельно вручную вымолачиваются семена, которые разделяются на две группы: созревшие (без плодовой оболочки, имеющие специфичную мраморную окраску) и недозревшие (в зелёной плодовой оболочке или с зелёным оттенком). Подсчитывается количество семян в каждой группе. Процент созревших семян определяется как частное от их деления на общее количество, помноженное на 100. Среднее арифметическое от 50 анализов показывает процент созревания семян в питомнике.

Уборка на семена и двустороннее использование. Традиционная технология уборки конопли на двустороннее использование требует применения специального комплекса коноплеуборочных машин.

При раздельной уборке применяются скашивание стеблестоя жатками и последующий обмолот молотилками. В практике семеноводства конопли при скашивании наибольшее распространение получили коноплежатки ЖК-2,1А или жатки-сноповязалки ЖСК-2,1. Срез стеблестоя регулируется на высоте 15-17 см от поверхности почвы. Рабочая скорость агрегата 5-7 км/ч, производительность – 1,0-1,5 га/ч. Использование жатки-сноповязалки ЖСК-2,1 при уборке семенников предпочтительно из-за её преимуществ перед коноплежаткой ЖК-2,1А, так как она автоматически формирует снопы и связывает их шпагатом в порции ∅15-18 см.

По мере подсыхания снопов через одни-двое суток после скашивания проводится их ручная установка в суслоны, шатры или конусы, в которых происходит естественное досушивание до воздушно-сухого состояния (влажность не более 25%).

Обмолот семенников выполняется коноплемолотилкой МЛК-4,5 с обязательным контролем качества обмолоченных семян путём регулировок подаваемого вентилятором потока воздуха, амплитуды колебаний грохота и решётного стана, зазора между бичами барабана и декой.

Весь комплекс уборочных работ проводится в максимально сжатые сроки во избежание перестоя увеличивающего потери семян вследствие их осыпания. Уборка в фазе полного созревания приводит к потере 15-20% урожая, перестой в течение 10 суток после пол-

ного созревания – 40-50% семян, а 20-дневный перестой – к недобору 75-85% урожая семян [88].

Коноплежатка ЖК-1,9 (рис. 2.25) предназначена для уборки зеленцовых и семенных посевов конопли с вязкой срезанных стеблей в снопы и сбрасыванием их на поверхность поля или расстилом стеблей в ленту. Привод – от ВОМ трактора.

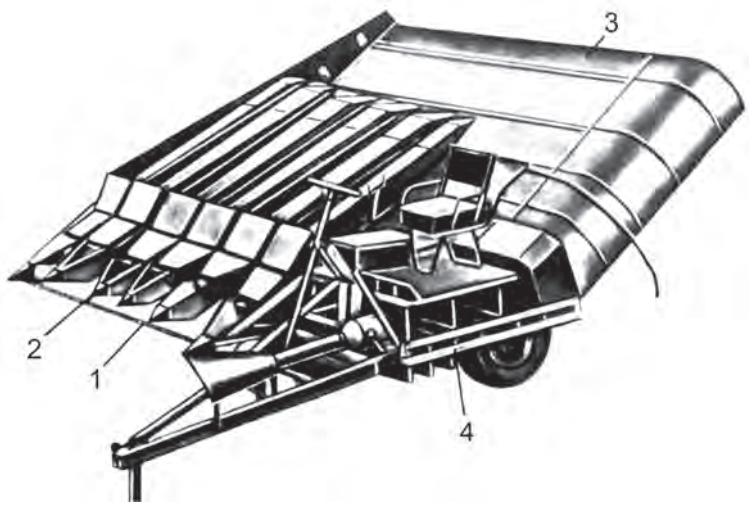


Рис. 2.25. Коноплежатка ЖК-1,9:
1 – режущий аппарат; 2 – делители; 3 – порционный делитель; 4 – рама

Включает в себя режущий аппарат, травоотводитель, секционный и игольчатый транспортёры, подбойку, привод, спицу. Вязальный и расстилочные аппараты являются сменными частями машины, применяются они в зависимости от принятой технологи уборки конопли.

Рабочий процесс протекает следующим образом. Во время движения машины делители делят стебли на полоски и направляют их в ручьи секционного транспортера. В процессе забора стеблей ремнями происходит их срезание режущим аппаратом. Срезанные стебли, перемещаясь в ручьях секционного транспортера, очищают-

ся от сорняков и путанины травоотделителем и поступают на стол игольчатого транспортера, откуда подаются к расстилочному аппарату, при этом подбойка выравнивает их по комлям. Стебли конопли расстилаются по полю аппаратом под острым углом к направлению движения. При оснащении машины вязальным аппаратом стебли формируются в снопы, связываются одним перевяслом и выбрасываются на поле.

Обслуживают два человека.

Агрегатируется с тракторами МТЗ-80, МТЗ-82.

Коноплемолотилка МЛК-4,5 (рис. 2.26) предназначена для обмолота снопов конопли и очистки семян.

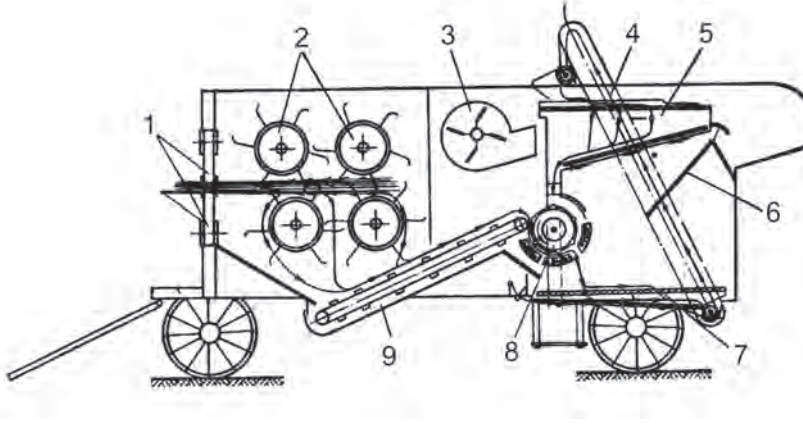


Рис. 2.26. Схема коноплемолотилки МЛК-4,5

Включает в себя зажимной транспортёр *1*, очесывающий барабан *2*, транспортер вороха *9*, терочный аппарат *8*, грохот 7, элеватор семян *4*, решетный стан *5*, вентилятор *3*. Снопы вручную подаются в зажимной транспортер. Зажатые между двумя ремнями, они вводятся в зону действия очесывающих барабанов, где зубья барабанов обмолачивают их семенную часть. Обмолоченные снопы выходят с другой стороны машины и выбрасываются. Ворох ссыпается на транспортер и направляется им в терочный аппарат *8*. Перетертый ворох попадает на грохот, жалюзийное решето которого отделяет

путанину и длинные примеси. Из прошедшего под жалюзийное решето вороха на подсевном решете отделяются мелкие примеси и семена сорняков. Сход с подсевного решета элеватором направляется для повторной очистки на решетный стан, где легкие частицы выдуваются вентилятором и по скатной доске *6* выводятся из машин, а очищенные семена по отводному желобу и течке направляются в мешок для затаривания.

Обслуживают семь человек.

Агрегатируется с тракторами МТЗ-80, МТЗ-82.

Техническая характеристика машин для уборки технической конопли приведена в табл. 2.17.

Таблица 2.17

Техническая характеристика машин для уборки технической конопли

Показатели	ЖК-1,9	МЛК-4,5А
Производительность	1,09 га/ч	4,1 т/ч
Дорожный просвет, мм	240	220
Ширина захвата, м	1,9	–
Потребная мощность, кВт	20	5,55
Скорость, км/ч:		
рабочая	До 7	–
транспортная	20	10
Габаритные размеры в рабочем положении, мм	6060×3940×3220	6420×4050×2600
Масса, кг	2165	2300

В связи с отсутствием специализированных отечественных машин, обеспечивающих прямую комбайновую уборку, при возделывании конопли на двустороннее использование (волокно + семена) целесообразно применять комбинированный способ уборочных работ.

Уборка посевов конопли на семена прямым комбайнированием имеет ряд преимуществ и недостатков по сравнению с раздельной, однако в последнее время применяется всё шире в связи с отсутствием специальной техники для раздельного способа уборки и потреб-

ностью сокращения ручного труда в процессе возделывания культуры.

Применение коноплеуборочных комбайнов решает проблему затрат ручного труда, в связи с чем имеет перспективу широкого применения. Однако использование на уборке отечественных зерноуборочных комбайнов «Колос», «Нива», «Дон» предполагает их переоборудование для адаптации процесса к технологическим особенностям культуры.

Технологический процесс уборки конопли на семена зерноуборочным комбайном включает в себя срезание режущим аппаратом жатки стеблей конопли на высоте до 170 см и обмолот скошенной массы в молотилке. После очистки семена транспортируются в бункер, а стеблевая часть клавишами соломотряса сбрасывается на землю. Срезание метёлок проводится при максимально поднятом мотовиле при частоте вращения молотильного барабана 600 мин$^{-1}$, вентилятора – 700 мин$^{-1}$ и максимальном зазоре между барабаном и подбарабаньем.

После обмолота срезанная часть стеблей скашивается косилками типа КС-2,1. По окончании мацерации (отслоение волокна стебля от древесины) из скошенной массы граблями формируется валок, который подбирается рулонным прессом.

В странах ЕС уборка конопли на двустороннее использование (волокно + семена) проводится зерноуборочными комбайнами с рабочим модулем, позволяющим одновременно проводить обмолот метёлок и срез стеблей с формированием валка, что позволяет полностью исключить ручной труд, существенно уменьшить потери семян, повысить производительность, сократить сроки уборки семенной продукции.

Из специализированной отечественной техники для уборки среднерусской и южной конопли ранее также использовались полунавесные коноплеуборочные комбайны ККП-1,8 (производительность 0,5-0,8 га/ч) и ККУ-1,9 (производительность до 1,1 га/ч). В настоящее время производство данной техники прекращено. ООО ПО «Завод Бежецксельмаш» производит коноплеуборочную технику (коноплежатки) только под заказ (при 100%-ной предоплате и опре-

деленном количестве машин). В последнее время для уборки семенных посевов конопли применяются классические зерноуборочные комбайны: «Енисей 1200 НМ», «Дон-1500Б» и др. [5].

Из-за дефицита отечественной узкоспециализированной коноплеуборочной техники на базе ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» совместно с ЗАО «Пензагрореммаш» и ОАО «Ростсельмаш» в начале 2000-х годов была разработана и изготовлена самоходная коноплежатка СКЖ-2,6 для уборки зеленцовых посевов конопли (рис. 2.27*в*). Жатка – мотовильного типа с сегментным режущим аппаратом и шириной захвата 2,6 м, моторно-ходовая часть – от зерноуборочного комбайна СК-5 «Нива», для возможности укладки валка между колес увеличен клиренс заднего моста. Основные преимущества машины: самоходность, маневренность, поточность процесса, бóльшая (в 2 раза) производительность по сравнению с вышеуказанной коноплеуборочной техникой, отсутствие ручного труда [90].

Помимо отечественных машин, для прямой уборки технической конопли широко используется зарубежная техника. Например, для уборки культуры по технологии Alpha, разработанной в 2006 г. компаниями «Tebeco» и «Canabiaa.s.» (Чешская Республика), применяются навесные жатки SCHUM 4.2 HH (для срезки растений с малоразветвленным стеблем высотой до 2 м) и Clipper 4.3 MMH (рис. 2.27*г*). Они оснащены тремя специальными ножами-триггерами длиной до 3 или 4 м, которые в зависимости от дальнейшего использования сырья режут стебли на одну, две, три или четыре части длиной 500-1100 мм. Благодаря триггерам обеспечиваются высокие скорость кошения и производительность – 4-5 га/ч. Режущий инструмент складывается и приводится в рабочее или транспортное положение механико-гидростатическим приводом [29].

Для прямой механизированной уборки конопли используются коноплеуборочные комбайны, предназначенные для одновременного сбора и обмолота конопли высотой 1-3 м. Из бюджетных машин европейского качества для небольших хозяйств лидируют «HEMP HARVESTER KOKO 1620» (Болгария), «AGRIUNION 4LZ» (Китай) (см. рис. 2.27*д-е*) [5, 29].



а



б



в



г



д



е



ж



з



и

Рис. 2.27. Машины для уборки конопли:
а – жатка ЖК-1,9; б – молотилка лубяных культур МЛК-4.5А;
в – самоходная жатка СКЖ-2,6; г – жатка Clipper 4.3 MMH;
д – «КОКО 1620»; е – «AGRIUNION 4LZ»; ж – «Claas Xerion-4000»;
з – «DeutzFahrGigant 4000»; и – «New Holland CX 8080»

Коноплянный комбайн «КОКО 1620» является специализированным, доступным и простым в обслуживании, имеет двухножевую систему для двухступенчатой уборки одновременно семенной и стеблевой частей, бортовой бункер с подвижным полом, обеспечивающим равномерную и быструю загрузку.

Агрегатируется с тракторами мощностью 65 л.с. и более.

На базе компании «HANF FARM GmbH» (Германия) разработан комбайн «MultiCombine HC 3400 Hemp» для уборки высокорослых и низкорослых растений. Сырье (семена, листья, цветы и солома) сортируется комбайном и по отдельности отправляется на переработку в производственные цехи [29].

На рынке лидируют зарубежные комбайны для уборки конопли типов «Claas» (см. рис. 2.27*ж*), «Deutz Fahr» (см. рис. 2.27*з*), «New Holland» (см. рис. 2.27*и*), «John Deere», «MasseyFerguson», «CASE», «Гомсельмаш» и др., которые востребованы крупными коноплесеющими хозяйствами России. Например, ООО «Мордовские пенькозаводы» применяет коноплеуборочные комбайны немецкого производства «Deutz Fahr», которые, срезая стебель, режут его на части по 40-60 см и одновременно обмолачивают семена. Группа компаний «Коноплекс», занимающаяся культивированием современных сортов конопли среднерусского экотипа «Сурская», «Надежда», «Вера», убирает коноплю белорусским зерноуборочным комбайном «ПАЛЕССЕ GS12» производства ОАО «Гомсельмаш» [29].

Десикация. Неодновременное созревание семян на широкорядных посевах семенной конопли затрудняет технологический процесс уборки и обусловливает целесообразность предуборочного подсушивания семенников десикантами – специальными химическими веществами, индуцирующими подсушивающий эффект.

С этой целью в период созревания 50% семян в соцветиях способом авиаобработок посевы опрыскивают контактным препаратом Реглон супер (1 л/га), растворённым в 200 л воды. Уборку можно начинать через семь-десять дней. Препарат эффективно подсушивает метёлки, обеспечивает полное засыхание листьев, снижает влажность семян на 3-5%, что оптимизирует условия для работы коноплеуборочной техники, ускоряет процесс сушки снопов, сокра-

щает затраты на очистку и исключает сушку семенного материала принудительным вентилированием, улучшает качество обмолота, существенно снижает потери, не влияет на урожайные и семенные характеристики потомства. В растениях и семенах препарат не депонируется.

Подсушивание растений на корню повышает производительность процесса уборки на 30-40% и позволяет получать семена влажностью 15-18%, доводя её до кондиционной (13%) путём естественного подсыхания в ворохе.

Уборка зеленцовых посевов. Лучшим сроком уборки однодомных сортов конопли на зеленец является начало завязывания семян у большинства растений. Однако, учитывая, что период уборки конопли в хозяйствах растягивается более чем на десять дней, начинать уборку нужно в фазе отцветания растений обычной поскони.

2.2.8. Послеуборочная подработка и хранение семян технической конопли

Послеуборочная подработка семян конопли проводится с целью получения семян установленных кондиций. Включает в себя три основные производственные операции: предварительную очистку, сушку и сортировку.

Очищают и сортируют семена на зерноочистительных машинах общего назначения. Для предварительной очистки рекомендуются зерноочистительные машины ОСВ-10, ОВП-20, ВС-10, для окончательной очистки и сортировки – СМ-4, ОС-4,5А, СВУ-5, «Петкус Гигант», для сушки – передвижные зерносушилки барабанного типов СЗПБ-2,0, СЗПБ-2,5 или СЗСБ-4, не требующие специальных помещений и удобные для сушки малых и больших партий семян.

Подготовка зерноочистительных машин к работе заключается в проверке их технического состояния, правильной установке, настройке и регулировке. Особое внимание уделяется подбору решёт. Для выделения из семенного материала крупных примесей устанавливают верхние колосовые решёта с круглыми отверстиями ∅5-7 мм, для удаления мелких – подсевное решето с продолгова-

тыми отверстиями шириной 1,7-2,2 мм. Средние сортировальные решёта устанавливаются с круглыми и продолговатыми отверстиями шириной 2,6-3,0 мм. При наличии в подрабатываемом материале семян сорняков (гречишка вьюнковая, вьюнок полевой) или злаковых примесей (овсюг, овёс), которые нельзя отделить воздушным потоком и решётами, включают триерную группу зерноочистительных машин.

Согласно действующему ГОСТ 9158-76 «Семена конопли. Промышленное сырьё. Технические условия» заготовляемые и поставляемые для промышленной переработки семена конопли должны быть негреющимися, в здоровом состоянии, иметь цвет и запах, свойственные нормальным семенам конопли (без затхлого, плесневого и других посторонних запахов). Семена конопли, поставляемые для переработки на пищевое масло, не должны содержать остаточное количество протравителей и инсектицидов [89].

Каждая партия поставляемых семян должна сопровождаться документом о качестве, а каждая партия заготовляемых семян – сопроводительным документом о соответствии ГОСТу.

Хранение. После очистки, сушки и сортировки кондиционные семена затаривают в мешки по 30-35 кг, этикетируют (с указанием культуры, сорта, репродукции, года урожая, сортовой типичности, наименования и номера сортового документа) и складывают в штабели на деревянные поддоны. Расстояние от поверхности пола до нижнего мешка – не менее 15 см, высота штабеля – не более 1,8 м.

В период зимнего хранения в помещении склада периодически раскладывают отравленные приманки для борьбы с грызунами.

Весной следующего года (за два-три месяца до посева) уполномоченными лицами районных отделов и филиалов ФГУ «Россельхозцентр» проводится повторный полный контроль посевных качеств каждой партии семян. По результатам анализа оформляются протоколы испытания и/или сертификаты о качестве семян.

3. ТЕХНОЛОГИИ И ПРОДУКЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР

3.1. Технологии первичной переработки

Технологический процесс производства волокон из льна-долгунца и конопли представляет собой последовательность операций, направленных на отделение волокнистой части стебля от древесной (костры) при минимальном повреждении волокна. Это процесс, в котором исходный продукт – треста превращается в готовый продукт – волокно [91, 92]. Наиболее ценное волокно – трепаное, или длинное, получают на мяльнотрепальных агрегатах. При трепании, очистке от костры часть волокон обрывается. Кроме того, некоторые пряди сырца выдергиваются из конвейеров трепальной машины. Такие волокна очищаются в куделеприготовительных агрегатах. Производство лубяных волокон включает в себя ряд операций, выполняемых одна за другой без перерывов во времени, т.е. является поточным. Преимущество этого в том, что каждая машина работает непрерывно, а время, необходимое для передачи полуфабриката на дальнейшую обработку, минимальное. Поточное производство обеспечивает высокую пропускную способность оборудования и производительность труда рабочих, рациональное использование производственных площадей, возможность автоматизации технологического процесса. К недостаткам следует отнести высокие требования по надежности машин, входящих в состав линии, поскольку отказ любой из них приводит к остановке всей линии [35].

Способы переработки льна

Переработка льна начинается с уборки. Суть процесса – в отделении волокон от стебля. Для этого сжатые стебли подвергают первичной переработке, в результате чего получают тресту – промежуточное состояние сырья, когда связь между волокном и стеблем нарушена. При этом важно сохранить целостность волокон, не потерять эластичность, прочность и другие характеристики, от кото-

рых зависит качество конечного продукта [95]. Тресту готовят тремя способами.

Биологический (стланцевый) проводят непосредственно на месте произрастания и сбора льна, т.е. на полях. Под воздействием естественной среды, а точнее микроорганизмов, грибков, которые в ней обитают, происходит ферментация льняной соломы (росяная мочка – технологический термин). Большую роль играет температура воздуха, суточные колебания, солнечный свет, влажность и другие погодные условия. Процесс росяной мочки агрономически сложен, связан со множеством рисков и занимает четыре-шесть недель. Вылежка льна в средней полосе России происходит в августе, когда природные условия благоприятны для этого. В сентябре-октябре процесс допустим, но сроки выдержки сырья на открытом воздухе увеличиваются, качество ухудшается, повышаются потери. Таким способом в нашей стране до сих пор обрабатывается до 80% льна, 20% перерабатывается на производствах в цехах тепловой мочкой.

Механический. На предприятиях стебли льна замачивают в теплой воде (32-37°С), подвергают воздействию грибков с доступом кислорода (аэробно) или в его отсутствии (анаэробно). Возможна пропарка льносоломы под давлением. Процесс регулируется, длится не более трёх суток. Пропарка занимает 3 ч. Затем треста проходит промывку, отжим и сушку. Недостаток данного способа – энергозатраты, влияющие на себестоимость, невысокое качество по сравнению с трестой, подготовленной стланцевым методом.

Химический. Для ускорения ферментации льносоломы добавляют химические вещества: раствор аммиака, кальцинированную соду, кислоту, специальные составы [95].

Требования льнозаводов на льняную тресту при заготовках

Требования льнозаводов на льняную тресту при заготовках для выработки волокна установлены в соответствии с ГОСТ Р 53143-2008 [96]. В зависимости от результатов инструментального определения качества льнотресты ее подразделяют на следующие номера: 0,50; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50; 1,75; 2,00; 2,50; 3,00; 3,50; 4,0. Выход длинного трепаного волокна льнотресты должен быть не менее 5%; горстевая длина в снопах – не менее 41 см, в рулонах – не менее

60 см; влажность в снопах – не более 25%, в рулонах – не более 23%; засоренность – не более 10%; растянутость стеблей в снопах и ленте в рулонах – не более 1,3; отделяемость – не менее 3,1. Льнотреста должна быть связана в снопы машинной или ручной вязки диаметром не менее 17 см или в рулоны массой не менее 150 кг и диаметром не менее 130 см. Стебли в снопах и рулонах должны быть расположены комлями в одну сторону. Снопы обвязывают поясками из тресты, шпагатом из лубяных волокон или вискозным, предназначенным для пресс-подборщиков, выпускаемых по нормативно-техническим документам, утвержденным в установленном порядке. Каждый рулон обвязывают в комлевой (20-25 см от комлей) и вершинной (58-64 см от комлей) частях не менее пятью витками шпагата с разрывным усилием не менее 58,8 даН (60,0 кгс). По согласованию с льнозаводом возможна прокладка шпагатом вдоль всей длины ленты рулона на расстоянии 40-45 см от комлевой части. Не допускается наличие в снопах и рулонах льнотресты, испорченной грызунами, гнилой, смерзшейся, путаной. Нормированные (расчетные) влажность льнотресты – 19%, засоренность – 5%. Принимают льнотресту партиями. Партией считают любое количество льнотресты одного селекционного сорта, выращенного в одинаковых условиях, предназначенное к одновременной приемке и оформленное одним сопроводительным документом, в котором указывают наименование хозяйства и селекционного сорта, номер автомобиля и прицепа, массу партии, дату оформления документа, подпись лица, ответственного за выдачу документа. Для партии льнотресты в рулонах в сопроводительном документе дополнительно указывают дату формирования рулонов и их число в партии. Для определения номера, влажности, засоренности и соответствия льнотресты требованиям настоящего стандарта от партии массой до 5 т отбирают одну пробу, состоящую из десяти снопов или одного рулона, а от партии массой 5 т и более – две пробы. При определении влажности льнотресты в рулонах влагомером ВЛР-1 в отбираемые от партии пробы включают не менее трех рулонов. С целью определения качества льнотресты допустимо отбирать пробы в поле перед формированием снопов или рулонов с площади посева не более 15 га. Между отбором проб и

сдачей льнотресты на льнозавод должно пройти не более пяти суток устойчивой сухой погоды. При выпадении осадков в этот период или по требованию одной из сторон отбор проб в поле повторяют. Если льнотреста в отобранных от партии пробах (снопах или рулонах) по внешнему виду оценивается как неоднородная по качеству, то число проб, отбираемых от партии, увеличивают в 2 раза [96].

Комплекты оборудования для переработки льна-долгунца и технической конопли

Оборудование для переработки льна включает в себя комплекс машин и установок для получения определенного вида продукции (табл. 3.1) [95].

Таблица 3.1

Основные комплекты оборудования для переработки льна-долгунца

Процесс	Оборудование	Назначение
Переработка в длинное волокно	Слоеформирующая машина	Подготавливает слой льняной тресты из рулонов к обработке на технологических линиях
	Сушильная машина для льнотресты	Сушка стеблей льна-долгунца, отходов трепания
	Мяльно-трепальные агрегаты	Выделяют из стеблей льна длинное волокно, очищают от костры и других примесей
Производство однотипного и штапелированного волокна	Машина для переработки льна в штапелированное волокно	Используется для низкосортной тресты, путанины, отходов трепания, короткого льноволокна, пеньки
	Дезинтегратор	Отделяет костру от волокон в высокоскоростном воздушном потоке
	Модификатор льняной ленты	Модифицирует льняную ленту в хлопко- или шерстеподобный вид

Продолжение табл. 3.1

Процесс	Оборудование	Назначение
Переработка тресты низкого сорта, путанины, коротких стеблей и других некондиционных составляющих в однотипное короткое волокно	Линия переработки отходов трепания и производства однотипного волокна, включающая в себя сушильную и трепальную установки	Переработка отходов трепания и производства

В России более 95% предприятий первичной переработки производят из стеблей конопли однотипное волокно – однотипную пеньку. При этом технологии уборки, вылежки и транспортировки конопли упрощаются по сравнению с традиционной технологией переработки на длинное и короткое волокно. Оборудование для линий первичной переработки конопляной тресты, представляющей собой спутанную массу поломанных и перепутанных стеблей, убранной зерновым или специализированным комбайном с целью получения однотипной пеньки, может быть разнообразным. Предлагаются три варианта комплектации оборудования данных линий:

- линия 1 (ФГБНУ «ФНЦ лубяных культур»): рулоноразмотчик РЛР-1500 + усиленная мялка ММК-2-01 + дезинтегратор ДЛВ-2М с бесциклонным разгрузителем + трясильная машина ТН-112 (2 шт.);
- линия 2 (ОАО «Завод им. Г.К. Королева»): рулоноразмотчик РЛР-1500 + усиленная мялка ММК-2-01 + усиленная трясильная машина ТНК-126 + мяльная машина М-110-04 + трясильная машина ТН-112 + трепально-очистительная машина ТОМ-Л2 + трясильная машина ТН-112;
- линия 3 (франко-германское производство): кипоразборщик Темафа (Temafa) + агрегат куделеприготовительный Шарль (Charle).

Выбор производителем линии по переработке будет определяться технико-экономическими показателями оборудования, площадью возделывания конопли, финансовыми возможностями предприятия и его стратегией развития.

Таким образом, линию 1 (с дезинтегратором ДЛВ-2М) эффективнее применять при переработке тресты конопли с площади 75-125 га. По данным анализа посевных площадей, подходит к условиям Новосибирской и Орловской областей.

Линия 2 наиболее целесообразна при площади посева 250 га и более, что соответствует производству конопли в Рязанской области и Алтайском крае. Полученные результаты применимы к условиям одноагрегатного завода. При организации двухагрегатного завода из линий 1 и 2 целесообразно перерабатывать тресту с площади 700 га и более, что соответствует данным по хозяйствам Пензенской области и Республики Мордовия. Капитальные вложения на производство такого завода окупятся в течение года.

Линия 3 эффективна при переработке конопляной тресты с площади более 250 га – это Рязанская, Пензенская области и Республика Мордовия. Она окупится в течение четырех или двух лет при соответствующих площадях 500 или 750 га [92].

Технологический процесс переработки

Технологический процесс производства волокон из льна-долгунца и конопли показан на рис. 3.1 [35].

При приемке сырья льна особое внимание уделяется его влажности. Предельная его влажность в снопах 25%, в рулонах – 23%. Для получения нормальной влажности тресты (14-18%) применяют естественную сушку на поле. Искусственная сушка предусмотрена для подсушки тресты перед обработкой на мяльно-трепальном агрегате и подсушки отходов трепания перед обработкой их на куделеприготовительном агрегате [97]. Для сушки стланцевой тресты применяют сушильные машины СКП-9-7ЛМ, мод. СКП1-10ЛУ и др.; для сушки отходов трепания, путанины и кудельной тресты – СКП-10КУ [97].

Ленточная, противоточная, с промежуточным подогревом и рециркуляцией воздуха по сушильным зонам сушильно-увлажнительная машина мод. СКП-1-10ЛУ1 предназначена для подсушки с последующим увлажнением льняной стланцевой тресты. Установлена в

потоке с мяльно-трепальным агрегатом, имеет возможность вертикальной и горизонтальной загрузки сырья.

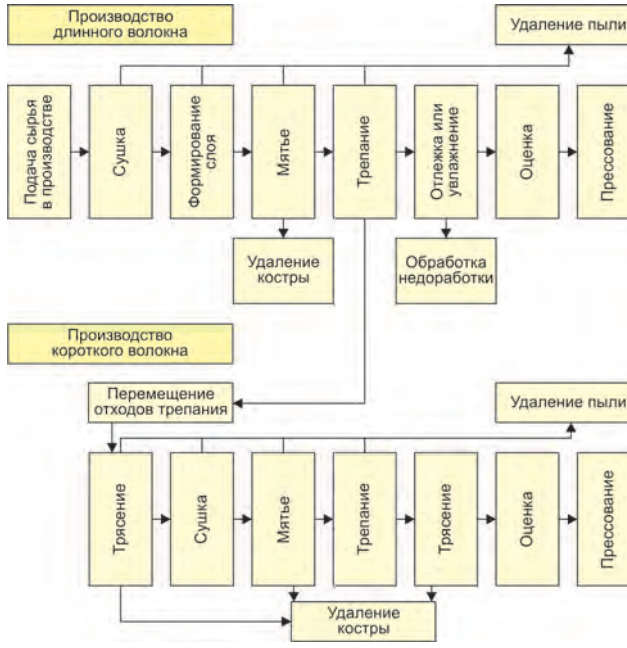


Рис. 3.1. Технологический процесс производства волокон из льна-долгунца и конопли

Сушильно-увлажнительная машина СКП-9-7ЛМ предназначена для сушки мокрой отжатой льняной тресты, полученной путем тепловой мочки или пропарки. На многих заводах используется для сушки стланцевой тресты.

Противоточная, с внутризонной рециркуляцией и ступенчатым подогревом воздуха сушильная машина СКП-10-КУ предназначена для сушки отходов трепания, путанины и кудельной тресты льна и конопли. В сушильном коридоре установлены транспортер и дренчерная система, а в калориферном коридоре – трубы, в которые подается пар; осевые вентиляторы; пароконденсационная система и

сетчатые выдвижные фильтры для очистки воздуха перед входом в калориферы.

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» разработана сушильная машина МС-1 (рис. 3.2), предназначенная для сушки стеблей льна-долгунца перед мяльно-трепальными агрегатами всех марок, а также сушки отходов трепания. Инновационная энергосберегающая конвективная машина для слоя льнотресты, формируемого после размотки рулона: достаточно компактная по сравнению с аналогами, отличается наличием воздушного теплогенератора, что исключает необходимость в паровой котельной, потребляет в 2 раза меньше тепловой энергии, чем машины марки СКП, имеет в 2 раза меньшие установленную электрическую мощность и занимаемую площадь.



Рис. 3.2. Сушильная машина МС-1

Техническая характеристика сушильной машины МС-1

Производительность, кг/ч	до 800
Агент сушки:	
расход, $м^3/ч$	до 4000
температура, °С	80-90
Влажность льнотресты на входе/на выходе, %	до 30/до 15
Мощность, кВт	24
Габаритные размеры, мм	9500×4200×1500

Готовая треста подвергается дальнейшей переработке посредством следующих технологических операций: мятье (разламывается остов стебля, волокна остаются целыми), трепание (измельчение стебля до состояния костры), трясение (отделение костры от волокна просеиванием) [95]. В результате переработки льна получают длинные волокна, пригодные для прядильного производства или короткие для использования в различных целях. Применение двух последних способов обеспечивает возможность переработки коротких волокон и частей растения, которые раньше шли в отходы [95]. Для более высокой производительности мяльно-трепального агрегата слой стеблей должен поступать на мяльную машину с большой скоростью. Вручную подготовить такой быстродвижущийся слой сложно. Для этой цели применяются слоеформирующие машины, включающие в себя комлеподбиватель для выравнивания слоя по комлям (нижняя часть стебля), механизм по удалению сора из слоя, регулятор плотности слоя (дозатор) для создания равномерной плотности, утоняющий и перекашивающий механизмы [97]. В настоящее время на льнозаводах применяются слоеформирующие машины СМКР, СММ-3Л, МФС-1Л, ПЛ-1, на пенькозаводах – СМП-1, СМК.

Федеральный научный центр лубяных культур разработал слоеформирующий механизм СПЛ-2М (рис. 3.3), предназначенный для формирования непрерывного, равномерного по толщине слоя льняной тресты, ускорения ее потока, повышения производительности перерабатывающей линии, качества и выхода длинного волокна.

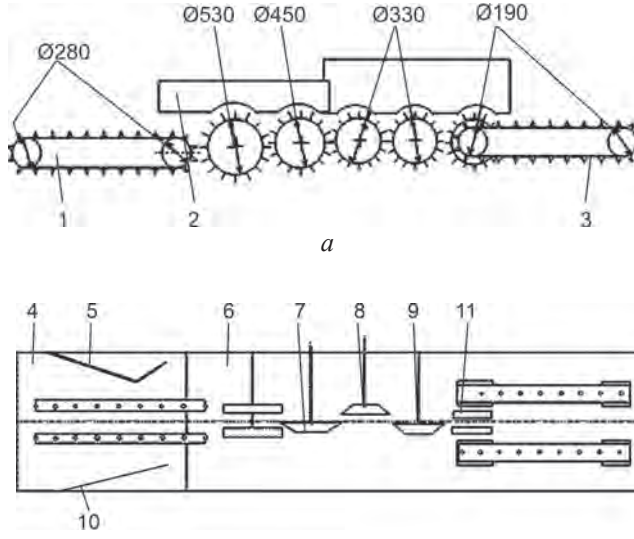


Рис. 3.3. Слоеформирующий механизм СПЛ-2М

Техническая характеристика

Производительность на тресте № 1;5, кг/ч	2000
Установленная мощность, кВт	1,5
Удельный вес длинного льноволокна, %	65-70
Габаритные размеры, мм	1390×926×480
Масса, кг	300

С целью формирования равномерного слоя конопляной тресты используют слоеформирующую машину СМК-1 (рис. 3.4).



а

б

Рис. 3.4. Технологическая схема слоеформирующей машины СМК-1:
а – вид сбоку; б – вид сверху: 1 – колковый транспортер;
2 – полозки; 3 – перекашивающий механизм транспортерного типа;
4 – лист стола; 5 – комлеподбиватель;
6 – приемные диски; 7, 8, 9 – утоняющие диски;
10 – направляющий полозок; 11 – пара утоняющих дисков

Процесс мятья является следующим после слоеформирования в линии получения длинного волокна. Применяется для наруше-

ния связей между волокном и древесиной. Стебли, обработанные в мяльной машине, называются сырцом. Чем полнее в сырце нарушена связь волокна с древесиной при сохранении его цельности и чем больше костры удалено, тем эффективнее процесс. Мяльные машины характеризуются размером и числом вальцов, профилем рифлей, схемой привода, способом регулирования глубины захождения рифлей и давления на вальцы, способом передачи сырца в трепальную машину и др. [97].

На льнозаводах используются мяльные машины М-100-Л, М-110-Л, М-110-Л2, на пенькозаводах – ПМГ-1.

Для переработки конопляной тресты применяют мялку пеньковую грубостебельную ПМГ-1, ММК, льноконоплемялку МЛКУ-6А.

Техническая характеристика машин мятья конопляной тресты приведена в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Техническая характеристика машин мятья конопляной тресты

Показатели	ПМГ-1	ММК
Производительность (на конопле), т/ч	2,3 (грубостебельной, южной)	3,0 (южной)
Установленная мощность, кВт	22	22
Габаритные размеры, мм	4245x3610x1640	4000x2850x1750
Масса, кг	10065	11000

Процесс трепания – заключительный после процесса мятья в линии получения длинного волокна. Самая ответственная операция, задача которой – удаление неволокнистых примесей: костры, покровных тканей, и параллелизация длинного волокна. Процесс трепания построен на принципе последовательной обработки комлевой и вершинной частей пряди сырца. К показателям, характеризующим процесс трепания, относят выход длинного волокна, содержание костры в нём, линейную плотность, обсеченность, шишковатость, зажгученность волокна [98].

Трепальные машины МТ-530, МТ-100-Л и их модификации, МТА-1Л и МТА-2Л многие годы использовались на льнозаводах в

качестве основного технологического оборудования для получения длинного льняного волокна. В настоящее время для выработки такого волокна из льняной тресты применяют машину трепальную однопроцессную МТОФ-1Л, льнотребальную – ТЛ-40А [35]. В Костромском государственном технологическом университете разработан малогабаритный трепальный станок СТС (рис. 3.5) [100].

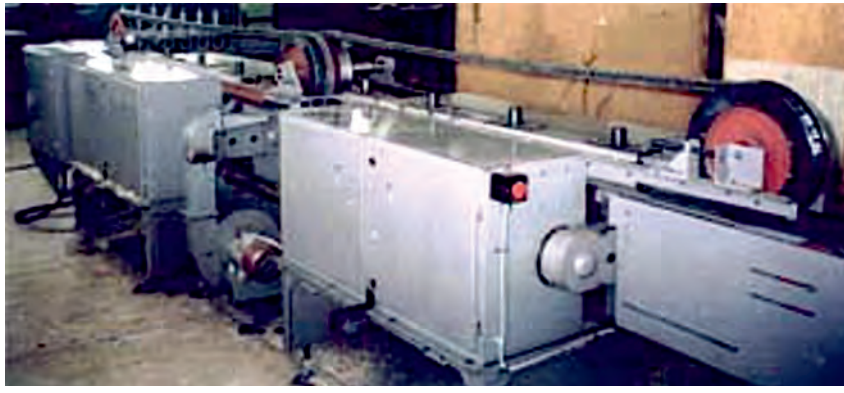


Рис. 3.5. Малогабаритный трепальный станок СТС

Процесс трясения играет важную роль в технологии получения короткого лубяного волокна. На долю трясильных машин приходится 60-65% общего объема удаленной костры. Трясение необходимо и как подготовительная операция по выравниванию слоя перед мятьем и трепанием [99]. На льнозаводах применяются трясильные машины ТГ-135-Л и более современные ТЛ-135, на пенькозаводах – Т-134-П-135-Л.

Техническая характеристика трясильных машин ТГ-135-Л и ТЛ-135 приведена в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Техническая характеристика трясильных машин ТГ-135-Л, ТЛ-135

Показатели	ТЛ-135	ТГ-135-Л
Число:		
игольчатых валиков	14	14
игл на валике	17-18	16-17

Продолжение табл. 3.3

Показатели	ТЛ-135	ТГ-135-Л
качаний игольчатых валиков в минуту	172-226	235-260
Длина иглы (рабочая), мм	284	260
Диаметр, мм:		
иглы у основания (на конце иглы)	11 (2)	11 (2)
валика	35	40
Общий угол размаха игл	54º; 69º; 67º; 74º	
Шаг, мм:		
игл на валике	72	80
расположения валиков	150	150
Общая длина игольчатого валика, мм	1519	1554
Габаритные размеры, мм	2615x1895x2850	3140x2120x2100
Масса, кг	1675	1226

Куделеприготовительные машины предназначены для обработки отходов трепания с целью получения короткого волокна. Основные части: колковый питатель для формирования слоя; мяльная, трепальная, трясильная части.

Куделеприготовительная машина КЛ-25А предназначена для очистки от костры волокнистых отходов, образующихся при обработке льняной тресты на длинное волокно, с целью получения чистого короткого волокна (кудели) и транспортировки костры и пыли за пределы помещения. Для получения короткого льняного волокна применяются агрегаты АКЛВ-1, АКЛВ-1-01 (рис. 3.6)

Для получения короткого волокна более высоких номеров (по содержанию костры) агрегаты АКЛВ-1, АКЛВ-1-01 дополнительно могут комплектоваться трясильными машинами ТН-112 и ТН-112-01. Отличие машин АКЛВ-1 и АКЛВ-1-01 – в наличии у последней питателя льняного ПЛ-1, тогда как у машины АКЛВ-1 роль питателя выполняет питающий транспортер.



Рис. 3.6. Агрегат для получения короткого льняного волокна АКЛВ-1

Техническая характеристика агрегатов для получения короткого льняного волокна АКЛВ приведена в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Техническая характеристика агрегатов для получения короткого льняного волокна АКЛВ

Показатели	АКЛВ-1	АКЛВ-1-01
Производительность по пропуску сырья (не менее), кг/ч	600	600
Установленная мощность, кВт	15,0	17,2
Габаритные размеры, кг	6305х3400х1800	10300х3900х1800
Масса, кг	8265	10500

Полученное волокно упаковывают в кипы: в одну кипу волокно одного номера (сорта) и способа получения. Масса и размеры кип должны соответствовать следующим требованиям: длинное волокно – масса кип не менее 80 кг, габаритные размеры 78×53×57 см; короткое – соответственно 60 кг и 78×53×57 см. Каждую кипу обвязывают веревкой, внутрь закладывают и прикрепляют к веревке с наружной стороны картонную или фанерную бирку размером 69×120 мм, на которой указывают наименование предприятия; вид волокна, способ его получения, номер, селекционный сорт; содер-

жание костры; фактическую влажность; массу (нетто) кипы; дату запрессовки, ОТК и номер ГОСТа. Кипы волокна выше N13 при перевозках должны обшиваться паковочной тканью. Перед прессованием в кипы волокно укладывают в штабеля для отлежки, после чего подвергают контрольной сортировке [100]. Прессование волокна производится на специальных прессах типов РП-5УМ, ГПВ-1, ППЛ-1 или линиях типа ЛПК.

3.2. Применение продукции переработки льяного и конопляного сырья

Продуктами производства лубяных волокон являются:

- волокно трепаное, или длинное, из которого изготавливают наиболее качественные бельевые, платьевые ткани и короткое, дезориентированное – широко примененяется в текстильной промышленности, но менее ценное по сравнению с волокном трепаным, из него вырабатывают тарные ткани, веревки, бумагу;
- костра (древесная часть стебля) – используется для изготовления строительных и термоизоляционных плит, строительного бруса, а также как топливо;
- пыль – побочный продукт технологических воздействий, содержащий комплекс органических и минеральных соединений и использующийся как удобрение [35]. Под льняным сырьем подразумеваются полупродукты льняного производства, отходы процессов переработки льна и изготовления льняной продукции. Продукты процессов переработки льна: костра (измельченная древесина стебля); треста (стебли льна, в которых волокно очищено от нецеллюлозных примесей и сравнительно легко отделяется от древесины); солома (стебли льна после уборки и обмолота семенных коробочек); сырец (стебли после мяльной обработки с нарушенной связью волокна с древесиной); семена; жмых (продукт, получаемый после отжима масла из льняных семян); льняная пряжа; суровая льняная ткань; гладкая льняная ткань [101]. Использование льна для создания текстильных изделий общеизвестно. Благодаря своим уникальным свойствам он находит применение во многих областях. Кроме

ткани, используется для изготовления многих других продуктов. Уникальные свойства делают его непревзойденным в изделиях технического назначения. Из семян получают целебное льняное масло, жмых идет на корм скоту, а из одеревеневших частей стебля делают экологически чистые строительные материалы и мебельные плиты. Природные волокнистые материалы, в том числе лён, являются исходным сырьем для получения современных композитных материалов. Компоненты льна добавляют в разные виды бетонных конструкций, предназначенных для установки и эксплуатации на открытом воздухе, что продлевает срок их службы при резко меняющейся нагрузке, увеличивает жесткость, сглаживает последствия сжатия. Порошок из льняных волокон нашел применение в зубоврачебной практике для укрепления цементной смеси. Продукты переработки льна вводятся в полимеры, что делает их более прочными, эластичными, стойкими к деформации и погодным условиям. Бамперы из композитов, содержащих природные волокнистые материалы, производят на заводах «Форд», «Рено», «Фиат». Согласно данным компании «Мерседес Бенц», при изготовлении каждого автомобиля используется около 5 кг натуральных волокон для укрепления панелей внутри салона и как заменитель асбеста в покрытии тормозов и сцепления, что снижает массу автомобиля. По эксплуатационным свойствам биокомпозиты превосходят материалы, изготовленные с применением стекловолокна или синтетических нитей, а при вторичной переработке оказывают менее негативное влияние на окружающую среду. Наряду с традиционными продуктами переработки льна, такими как текстильные материалы и льняное масло, современные технологии его переработки позволяют проводить процессы переработки льняного сырья более глубоко и изготовлять множество необходимых народному хозяйству продуктов. Лен содержит белки, полисахариды, фосфолипиды, полиненасыщенные жирные кислоты, фитоэстрогены, витамины, микроэлементы и другие ценные вещества. Современные технологии его переработки в значительной степени затрагивают легкую, пищевую, медицинскую, машиностроительную, химическую промышленность и другие отрасли экономики. Сложившаяся в России ситуация в льняной отрасли привела

к тому, что текстильная промышленность в процессе переработки льна использует лишь 15-20% его массы, остальная часть практически не находит применения и в большинстве случаев сжигается. При производстве кондиционного льноволокна до 75% сырья переходит в отходы – костру, паклю, пыль. Среди отходов большую часть составляет костра. Таким образом, задача заключается не в наращивании мощностей по переработке льна, а в создании новых технологических стадий его переработки, позволяющих использовать весь комплекс ценных компонентов льна, накопленных в период вегетации. Решить эту задачу можно путем глубокой переработки льна, являющейся совокупностью взаимосвязанных технологических процессов в производстве и переработке льняного сырья. Глубокая переработка позволяет изготавливать текстильное полотно для легкой промышленности, медицинских целей, технических производств, строительства. Из короткого волокна и очесов получают модифицированное полотно, которое сохраняет преимущества традиционного льняного, но в несколько раз дешевле. Льносодержащие ткани превосходят по гигиеническим параметрам хлопковые: обладают высоким показателем теплозащиты, воздухопроницаемостью, более ноские.

На Кашинском льнокомбинате Тверской области производят льняное волокно, катотин, целлюлозу (рис. 3.7-3.9).



Рис. 3.7. Льняное волокно



Рис. 3.8. Котонин



Рис. 3.9. Целлюлоза

Льноволокно используется для изготовления ниток и тканей в текстильном производстве. Путём мокрого прядения получают пряжу высокого качества (номера), которая применяется для изготовления столово-бельевых, брезентовых, тентовых и костюмных тканей.

Катотин – тонковолокнистый, ватообразный материал, по виду и прядильным свойствам напоминающий природный хлопок. Состоит из «первичных» (элементарных) волокон, на которые распадаются лубяные пучки обычных волокон лубяных растений льна.

Целлюлоза из льна обладает очень высоким качеством и используется в производстве сигаретной бумаги, гигиенических изделий, денежных банкнот. Её содержание в волокне льна может достигать 90%, тогда как в твердой и мягкой древесине – 50-54%.

Одним из центральных экспонатов, представленных на выставке «День льняного поля-2020» в Тверской области в августе 2020 г. стал инновационный медицинский комбинезон из льна, разработанный Кашинским льнокомбинатом совместно с эколабораторией РГУ имени А.Н. Косыгина. Материал, из которого изготовлен комбинезон, обладает гигиеническими свойствами и создает защитный барьер от болезнетворных микробов. Его можно применять для изготовления одноразовых медицинских и косметических изделий – халатов, рубашек, простыней. После 24 ч использования материал подлежит утилизации. Этот инновационный костюм обеспечивает 100%-ную защиту от коронавирусной инфекции. По сравнению с импортными и отечественными аналогами из синтетических материалов он полностью изготовлен из натурального сырья: внутренний слой – медицинский лен, внешний – дышащая мембрана, обладает гигиеническими свойствами, что очень важно для медиков, которым приходится долго находиться в костюме. В настоящее время ведутся испытания изделия на безопасность, проницаемость, защитные функции.

Конопля посевная (*Cannabis sativa* L.) – значимая техническая и пищевая культура, возделываемая в основном для получения волокна и семян. Доступный натуральный экологически чистый и ежегодно возобновляемый природный ресурс [4, 5, 29]. В стеблях селекционных её сортов содержится 30-32% волокна, из которого производят морские и речные канаты, сердечники для стальных тросов, брезент, шпагат, хозяйственную веревку и др. Короткое конопляное волокно используется для изготовления шпагата, упаковочного и обтирочного материала. Костра (одревесневшие части стеблей), остающаяся

после выделения волокна, составляет 65-70% массы перерабатываемой тресты. Служит сырьём для бумажной и химической промышленности, изготовления стройматериалов, получения фурфурола, а также используется как топливо и субстрат для выращивания грибов. Из костры можно получать гидролизный этиловый спирт. Зола костры – ценное органическое удобрение, содержащее большое количество фосфора, калия, кальция, микроэлементов. Целлюлоза, полученная из конопли, пригодна для изготовления ценных и тонких сортов бумаги, которая не желтеет, отличается особой прочностью и устойчивостью к агрессивным факторам среды. Пластик, получаемый полимеризацией конопляной целлюлозы, применяется для изготовления упаковочных материалов, легко поддается биохимическому разложению, не наносит вреда окружающей среде. Кроме того, это достойная альтернатива хлопковой целлюлозе при изготовлении пироксилиновых и нитроцеллюлозных порохов. В некоторых странах использование целлюлозы конопли позволило значительно сократить вырубку лесов, а значит улучшить экологию. Из конопли посевной изготавливают также биокомпозиты, являющиеся альтернативой традиционным видам пластмасс. Поиск замены пластикам из ископаемого сырья стал одной из первоочередных задач правительств ряда экономически развитых государств.

В семенах конопли посевной содержится 30-33% масла. Его йодное число 140-165. Рафинированное конопляное масло по цвету и вкусу относится к лучшим пищевым маслам (оливковое, кунжутное, горчичное) и может использоваться в кондитерском и консервно-рыбном производстве. Наличие нежирных кислот позволяет широко применять его для изготовления лучших сортов олифы и масляных красок. Конопляное семя – ценный продукт питания для человека и корм для птиц. Жмых, содержащий до 30% белка, 10% жира, служит концентрированным кормом для животных.

Состав конопляного белка идеален для организма человека. Семена конопли – самый полный источник белка в растительном мире – содержат до 36% этого вещества. Примерно на 65% он состоит из эдестина – глобулярного белка, который является основой ДНК человека. В природе эдестин содержится только в конопляном

семени. Его можно сравнить с глобулином, белком, который находится в плазме крови человека. Это вещество способствует пищеварению и содержит минимум фосфора. Остальные 35% – это альбумин – высококачественный глобулиновый протеин, входящий в состав семян. По своему составу он схож с яичным белком. Полностью усваивается организмом человека и является наилучшим средством для выведения из организма свободных радикалов, при благоприятных условиях превращающихся в раковые клетки. Именно альбумин является маркером наличия в продуктах белка при анализе состава продуктов в современной пищевой промышленности. Растительные белки из семян конопли в ходе пищеварения в организме человека превращаются в аминокислоты, не вызывая аллергической реакции. Они, в свою очередь, являются основными строительными блоками для роста и поддержания нормальной жизнедеятельности.

Конопляный белок содержит все 20 известных аминокислот в идеально сбалансированной форме, в том числе 9 незаменимых, жизненно необходимых. Однако, не производя их самостоятельно, человек может получать эти аминокислоты исключительно извне. В связи с чем отсутствие конопляного белка в рационе может привести к необратимым процессам, в том числе возникновению тяжелых форм дегенеративных заболеваний. Семя конопли посевной является также источником кальция и железа, меди и марганца, магния и цинка. Растения этой культуры обладают специфическим запахом, который оказывает отпугивающее действие на вредителей сада и огорода. Жмых – это прессованные плитки отходов, получаемых после отжима масла из семян конопли. Его химический состав: вода – 11%, сырой протеин – 31, белок – 29,6, жир – 7,7, клетчатка – 24,7, безазотистые экстрактивные вещества – 17,7%. Питательность конопляного жмыха выражается 43-50 кг крахмальных эквивалентов при 19-21%-ной переваримого белка. Это высококонцентрированный корм для сельскохозяйственных животных и птиц. Конопляный жмых является источником фитина (кальциево-магниевая соль инозитфосфорной кислоты), который стимулирует кроветворение, рост и развитие костной ткани, улучшает функцию нервной системы при

заболеваниях, связанных с недостатком фосфора в организме. В фармацевтической промышленности он используется как источник этого ценного соединения.

Семена

Семена технической конопли служат для производства растительного масла, пищевой продукции, кормов [102]. Масло конопли используется в пищевой промышленности, небольшие его количества – в косметике и производстве животных кормов, а жмых и шрот, оставшиеся после отжима масла, – также для производства кормов и в спортивном питании человека как конопляный протеин [103].

В 2020 г. на 27-й Международной выставке продуктов питания, напитков и сырья для их производства «Продэкспо-2020» группой «Коноплекс» была презентована новая категория продуктов в линейке торговой марки «Коноплянка»: сыр «Халлуми» с семенами конопли, два вида сыра «Фета», а также семена конопли с медом, клубникой, черной смородиной, мармеладом и льном, кокосом, а кроме этого – линейка масел холодного отжима торговой марки «Коноплянка» и мука конопляная [104].

Фирма «Компас здоровья» (Россия) предлагает несколько видов конопляных крекеров, пищевая и энергетическая ценность которых зависит от добавленных компонентов [105].

В РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева разработаны следующие рецептуры конопляного хлеба: с цельномолотыми семенами, конопляной мукой, очищенным ядром – на основе пшеничной муки и безглютеновой композиции, а также овощного вегетарианского хлеба [106].

В странах ЕС среди продуктов для вегетарианцев и сторонников здорового питания одну из высших позиций изделий из конопли занимает печенье «Hanf-natur» из цельнозерновой конопляной муки, которое производит немецкая компания «RalfBuck», а зерно для переработки выращивают в хозяйстве, находящемся в 30 км от Берлина. Семена конопли поставляют также хозяйства, расположенные на северо-востоке Нидерландов [107].

Компания «The Body Shop» (Англия) освоила выпуск мыла, содержащего масло конопли холодного отжима, при этом используются семена конопли, выращенной без удобрений и пестицидов [108].

Волокно пеньковое

Получается из стеблей технической конопли (тресты), обработанных биологически (прошедших мацерацию путем росяной мочки) в процессе первичной переработки механическим способом на мяльных и трепальных машинах, не подвергнутое прядению [102]. Среди всех натуральных волокон обладает лучшими механическими свойствами, поэтому его используют для производства канатов, веревок и парусины, канатно-веревочных изделий технических тканей, нетканых и теплоизоляционных материалов, а также в качестве набивки при изготовлении мягкой мебели и матрасов [102].

ООО «Мордовские пенькозаводы» выпускает утеплитель FeelRight, на 85% состоящий из конопляного волокна и 15% – полиэфирного волокна для термоскрепления. Такой утеплитель лучше сохраняет тепло, чем традиционные минеральные и полимерные утеплители, долговечнее минеральных. Отводя влагу от деревянных конструкций он препятствует их гниению и образованию грибков и плесени [103].

Компания «Nature Fibres» (Канада) давно изготавливает изоляционные материалы из конопляного сырья. Недавно начала собственное производство строительных утеплителей на основе конопляного волокна. Для обеспечения бесперебойной работы завода недалеко от производственной базы высевается почти 1000 га технической конопли. В рамках региональной программы MRC des Sources проект строительства завода получил финансовую помощь в размере 1 млн долл. Кроме вышеуказанной региональной программы, соофинансирование проекта обеспечивало и правительство провинции Квебек [109].

В России в Казанском технологическом университете разработан усовершенствованный способ получения высококачественной целлюлозы из пенькового волокна с содержанием 89-91% альфа-целлюлозы. Получена она из пенькового волокна с концентрацией лигнина

11% [110]. Конопляная бумага отличается высокой прочностью и долговечностью, поэтому ее используют для печати денежных знаков, дорогостоящих бумажных изделий, религиозных книг, альбомов для художников и др. [111].

В последние годы в большинстве экономически развитых стран мира очень перспективными стали биокомпозитные материалы на основе технической конопли [112]. По сравнению с другими композитными материалами конопляный биопластик обладает существенными преимуществами, в том числе прочностью, потенциалом к 100%-ному разложению по истечении срока эксплуатации, низкой себестоимостью по сравнению с традиционными пластмассами, произведёнными из продуктов нефтехимии, меньшим негативным воздействием на окружающую среду в ходе производства, чем аналогичные природные материалы [112].

Экономическая целесообразность использования конопли для производства пластмассовых изделий нашла подтверждение во Франции, Канаде, Китае, США и других, экономически развитых странах Европы и Азии. По ряду составляющих многие отрасли экономик заинтересованы в использовании возобновляемого экологически чистого сырья, себестоимость производства конечного продукта из которого ниже, чем подобных аналогов из нефти. Одним из самых известных примеров использования композитных материалов из конопляного сырья является экспериментальный автомобиль, разработанный и изготовленный Генри Фордом. Американский предприниматель изготовил корпус машины из биокомпозитного материала на 70% состоящего из конопляной целлюлозы [112]. Конопляное волокно в соединении с полимерами используется в производстве совершенно новых, экологически безопасных деформируемых и пластичных композиционных материалов [15]. В настоящее время оно является основой для биокомпозитов и биопластиков (около 15% рынка). В последние годы в Европе фиксируется двукратный ежегодный прирост производства биопластмасс, имеющих хорошие механические свойства, больший срок службы и конкурентную цену. При утилизации биопластики не сильно загрязняют атмосферу ископаемым углекислым газом, как обычные плас-

тики, поскольку на 30-80% состоят из натурального волокна. Такие материалы находят широкое применение в нанотехнологиях, авиа- и судостроении, производстве ракетной техники и космических аппаратов [15].

Компания из штата Массачусетс (США) начала опытное производство конопляного корпуса для электровеломобиля PEBL, корпус которого изготовлен из легкого, но прочного пенькового композита (конопляное полотно, пропитанное эпоксидной смолой) [113]. При применении традиционного стекловолокна используются токсичные смолы, выделяющие в атмосферу огромное количество остаточных летучих соединений, которые являются канцерогенами и наносят большой вред окружающей среде, загрязняя воздух; опасна для работы и стеклоткань [113]. Крупнейшие автопроизводители «Форд», «Крайслер», БМВ, «Хонда», «Мерседес» используют биокомпозитный материал на основе конопли для производства приборных консолей, дверных панелей, вкладышей, спинок сидений, корпуса багажника и других частей автомобиля [114]. Конопляный композит экологичнее и дешевле аналогов из стандартной пластмассы, стекловолокна и углеродных волокон. Возможность создавать многочисленные рецептуры конопли с разными смолами и полимерами (например, полипропиленом) позволяет создавать изделия с помощью 3D-принтера [114]. Немецкое подразделение «Toyota Motorsport GmbH» представило на автосалоне в Женеве-2019 гоночный автомобиль GR Supra GT4, у которого передний сплиттер и заднее антикрыло выполнены с применением композитов, изготовленных из натуральных волокон конопли и льна, благодаря чему он легче дорожной версии почти на 200 кг, а «EAV» из Оксфорда выпустило биомеханический сверхлегкий автомобиль с электрическим приводом, кузов которого изготовлен из композитных конопляных материалов. Углеродное волокно и конопляные волокна связаны вместе смолой [115]. Компания «Dietzen» работает над проектами изготовления деталей для ветряных турбины и электрических велосипедов из композитных конопляных материалов [115]. Одна из австралийских компаний запатентовала биокомпозитный 100%-ный разлагаемый материал, полностью изготовленный из конопли и ку-

курузы и обладающий уникальными прочностными характеристиками. Конопляные биокомпозиты активно используются в автомобильной промышленности [115]. Конструкции современных планеров Boeing и Airbus биопластики, изготовленные из материала на основе конопли, в десятки раз прочнее и на 1/3 легче выполненных из традиционных авиационных материалов [116].

Костра

Это непрядомая часть стебля конопли, которая образуется в процессе первичной переработки тресты (извлечение пенькового волокна путем трепания) [111]. Обладает высоким коэффициентом теплосопротивления, устойчива к образованию плесени и грибка. Смешивая костру конопли в различных пропорциях с цементом, гашеной известью и водой получают однородный раствор – костробетон [102].

Во Франции некоторые фирмы специализируются на изготовлении бетона на основе костры [118].

Первый российский костробетон был разработан на Наровчатовском пенькозаводе (Пензенская область) совместно с сотрудниками кафедры химии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Новым декоративным материалом является «коноплитка». Материал обладает уникальными бактерицидными свойствами, устойчив к разрушению, истиранию, плесневым образованиям, не поддерживает горение, регулирует баланс тепла и влаги в помещении, благодаря чему улучшает микроклимат и создает комфорт в помещении. В состав нового декоративного материала входят конопля (костра), натуральный камень, известняк [118]. В странах ЕС и на Ближнем Востоке костра уже долгое время успешно используется в качестве подстилки для крупного рогатого скота, лошадей и других животных [102, 103]. Благодаря высокой поглощающей способности (на 500-650% больше собственной массы) она быстрее и лучше впитывает влагу, запах и испарения аммиака, не травмирует и не загрязняет копыта, поскольку образует упругий изолирующий верхний слой, в отличие от других подстилочных материалов. Опилки, например, окисляются, что приводит к появлению копытной гнили и другим за-

болеваниям, а подстилка из конопли позволяет контролировать уровень влажности, что очень важно для лошадей, страдающих аллергией, заболеваниями дыхательных органов и др. К преимуществам конопляной костры также относятся удобство использования, возможность переработки в компост в течение шести-восьми недель, меньший объем компоста, низкая стоимость для каждого денника (для засыпки 1 м^2 денника достаточно 7,5 кг костры и около 2 кг в неделю (на 1 м^2) для подсыпки/замены) [102]. Костра может использоваться также в качестве подстилки для коров и свиней. Эффективна она и при разведении птицы, так как выделяющийся из помета аммиак угнетает состояние молодняка, вреден для птичниц, в то время как у пеньковой подстилки скорость поглощения влаги и газов в 4 раза быстрее, чем у подстилок других видов. Благодаря высокой площади поверхности подстилки воздух свободно циркулирует через всю её толщу, в результате чего её верхний слой всегда остается тёплым, мягким и сухим. Принцип действия агрегата исключает попадание в подстилку опасных для животных и персонала инородных предметов (осколки и зубья пил, производственный мусор), которые при деревообработке неизбежно обнаруживаются в опилках [119]. В странах ЕС, Канаде и Австралии костра успешно используется в качестве мульчи [102], которая не только удерживает влагу, защищает почву от иссушения, но и является прекрасным природным удобрением, насыщая почву макро- и микроэлементами: фосфором, калием, кальцием, марганцем, кремнием в оптимальных сочетаниях. Мульча также обеспечивает защиту от прямых солнечных лучей и температурных перепадов, способствует снижению выщелачивания из-за проливных дождей и сохранению в грунте полезных насекомых во время холодных зим, активно используется в декоративных целях, подчеркивая контрастность растений на клумбах, служит наполнителем для компостов и субстратов по выращиванию грибов.

Конопля является мощным природным средством в борьбе с фитопатогенами без использования пестицидов. Мульча из нее поглощает и удерживает влагу в 4 раза больше собственного объема, постепенно отдавая ее и питая корни растений. Многочисленные испытания показали, что в условиях холодной зимы на участках, где

был защитный слой мульчи из костры, почва промерзает значительно меньше Это положительно сказывалось на сохранности корневой системы растений. В результате культуры после зимы раньше пробуждались, шли в рост, что позволяло получать более ранние урожаи. Контактируя с поверхностью почвы костра все время находится в увлажненном состоянии, что вызывает активность почвенных микроорганизмов, способствующих естественному разложению почвы. При мульчировании почвы кострой конопли сохранившиеся в почве семена однолетних сорняков не получают достаточного количества солнечной энергии, набухают под действием тепла и влаги, в результате – через некоторое время зародыши семян сорняков погибают – это эффективное средство борьбы с вредителями [102].

Биомасса

Возможность использования технической конопли в качестве альтернативного вида энергии известна давно. Была изобретена модель автомобиля, который работал на конопляном топливе. В настоящее время высушенную траву применяют для изготовления пеллетов или других источников тепловой энергии. Готовая продукция отличается хорошей теплоотдачей, а потому может стать эффективной заменой мягкой древесине [120].

В Латвии ведутся исследования по использованию промышленной конопли и возможности получения из нее биогаза: исследуются десять промышленных сортов конопли – Bialobrzeskie, Futura 75, Fedora 17, Santhica 27, Beniko, Ferimon, Epsilon 68, Tygra, Wojko и Uso31. Урожай убирали в начале фазы созревания семян. Всю зеленую массу пересчитали на абсолютно сухое вещество. Процесс брожения для производства биогаза, средний выход метана и другие параметры изучали в лаборатории биоэенеретики Латвийского университета естественных наук и технологий, используя малогабаритные биореакторы. Урожайность сухого вещества конопли, полученного в агроклиматических условиях страны, в среднем составила 13,32-17,78 т/га, среднее количество метана, полученного из листьев Uso 31 – 0,365 л на 1 г сухого органического вещества. Это хороший результат по сравнению с другими энергетическими культурами, на-

пример кукурузным силосом, показатель которого в Латвии равен 0,319-0,330 л на 1 г сухого органического вещества. Результаты исследований показали, что коноплю, особенно ее листья, с успехом можно использовать для производства биогаза [121].

Канадская компания «Eco-Growth» создала органические реакторы Eco-Growth (EGOR) и эко-котлы на биомассе, способные превращать отходы конопли в горючий источник топлива, который может нагревать воду в котельной системе Grow-Op или создавать пар. Технология позволяет перерабатывать до 80% отходов конопли [122].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для решения проблем создания конкурентоспособных технологий в сельском хозяйстве постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 утверждена Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы (ФНТП), в рамках которой действуют и разрабатываются подпрограммы развития селекции и семеноводства различных сельскохозяйственных культур, в том числе прядильных. В мировом производстве наиболее широко используются лён-долгунец, джут, конопля, хлопчатник. Однако важнейшими прядильными культурами являются лен-долгунец и конопля. В 2019 г. общий объем производства льно- и пеньковолокна составил 40,9 тыс. т. Ожидается, что производство прядильных культур будет увеличиваться, достигнув к 2025 г. лучших показателей за последние 20 лет. Так, рост производства льна на волокно прогнозируется с 38,25 тыс. т в 2018 г. до 52,6 тыс. т в 2025 г. К 2025 г. посевная площадь льна должна увеличиться почти до 60 тыс. га, что на 1/3 больше, чем в настоящее время. В льноводстве занято более полутора сотен российских сельхозтоваропроизводителей. Только за последние пять лет поставки отечественного льноволокна за рубеж увеличились более чем в 3,7 раза. По прогнозам аналитиков, мировая индустрия производства конопли в ближайшие годы также будет расти. Объем мирового рынка промышленной конопли в 2019 г. оценивался в 4,71 млрд долл. США, ожидается, что среднегодовой темп роста выручки составит 15,8% в течение прогнозируемого периода (2020-2027 гг.). В России с 2015 г. экспорт конопли и продукции из нее вырос в 40 раз.

Для быстрого развития отрасли льноводства созданы благоприятные условия и предпосылки: в регионах восстанавливается производственная база, возрождаются технологии и традиции выращивания данной сельскохозяйственной культуры. Для дальнейшего развития производства с 2020 г. определены новые меры господдержки в виде компенсирующей и стимулирующей субсидий. Однако для увеличения производства льна необходимы техническая модернизация льноперерабатывающих заводов, развитие конкурентоспособной

отечественной селекции этой культуры, разработки новых научно обоснованных технологий ее возделывания и переработки. Одной из основных причин низкой эффективности производства льна-долгунца в Российской Федерации является крайне недостаточный уровень технической обеспеченности отрасли, составляющий по основным видам специализированных, технических средств 40-60% оптимального. Причём доля машин, находящихся в эксплуатации свыше 15 лет, достигает по льнокомбайнам 75%, пресс-подборщикам – 80, оборудованию пунктов сушки и переработки семенного вороха – 100%.

Урожай и качество льна-долгунца зависят от соблюдения агротехники, которая включает в себя выбор места для посева, севооборот, уровень плодородия и качество. Основа высоких урожаев – использование на посев кондиционных семян с высокими посевными качествами. В Федеральном научном центре лубяных культур разработана технология электромагнитной обработки льносемян перед посевом, которая увеличивает полевую всхожесть семян на 18-20% за счет повышения энергии прорастания. Ассортимент протравителей для семян льна, разрешенных для использования, в России широк и включает в себя современные эффективные фунгициды и их смеси. Обработка семян льна регулятором роста и развития растений Авибиф С позволяет снизить на 50% норму применения протравителя ТМТД без ухудшения общего фитосанитарного эффекта. Значительная прибавка льносоломы может получиться от смачивания посевного материала ВДС оксидом цинка и железа. Протравливают семена на оборудовании типов ПС-10А, ПС-10АМ ПСШ-3, ПСШ-5, Мобитокс, Мобитокс супер.

Главный прием основной обработки почвы в зоне умеренного увлажнения – вспашка плугом, оборудованным культурным или полувинтовым корпусами и предплужниками. Для предпосевного рыхления почвы (особенно засоренных камнями) целесообразнее использовать широкозахватные высокопроизводительные полукомбинированные машины – культиваторы КШП-8, КШУ-9, КШУ-12, для её выравнивания – ВИП-5,6, ВПШ-6, ВП-8. Эта техника позволяет уменьшить гребнистость почвы, повысить полевую всхожесть семян до 18%.

Семена льна-долгунца высевают узкорядным способом с шириной междурядий 7,5 см, используя зерно-льняные сеялки СЗЛ-3,6, СПУ-4Л, СЛН-48А, John Deere 455, Amazone Primera DMC. Для внесения гербицидов служат штанговые опрыскиватели ОН-400, ПОУ, С-293/5, Мекосан 2000-12 и др. Все существующие в мировой практике технологии уборки льна-долгунца можно классифицировать на сноповую, комбайновую и раздельную: сноповая – применяется только в селекции и семеноводстве, комбайновая – включает в себя следующие основные операции: теребление льна с одновременным очесом коробочек и расстилом соломки в ленты на льнище, позволяет снизить затраты труда в 3 раза по сравнению со сноповой уборкой. В настоящее время широко применяются льноуборочные комбайны КЛ-1,5 «Русич», КЛ-1,5 «Селигер», КЛ-1,5 «Валдай» и др. Актуальна проблема отсутствия серийного производства отечественной специализированной техники для этапа уборки урожая (льнокомбайны, теребилки, оборачиватели, вспушиватели, пресс-подборщики). Поэтому приоритетными задачами сельскохозяйственного машиностроения являются разработка и производство технических средств для развития отечественного льноводства.

В ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» проводятся работы по созданию нового очесывающего устройства льнокомбайна. Полевые испытания показали, что оно обеспечивает повышение чистоты очеса лент льна. Содержание путанины в льновороxе при работе нового очесывающего устройства в 2-2,5 раза ниже по сравнению с серийным. ПАО «Пензмаш» совместно с ФНЦ ЛК разработали образец жатки – теребильного аппарата «ОЗОН».

Для послеуборочной обработки семян применяются молотилка льновороха МВУ-1,5, сноповая – МС-75М, семеочистительная машина СОМ-25М, противоточная карусельная сушилка СКУ-10. ФГБНУ ФНЦ ЛК разрабатывает энергосберегающую сушильную машину, которая работает по конвективно-инфракрасному способу сушки. Затраты тепловой энергии при использовании данной конструктивно-технологической схемы сушильной машины в 4,8 раза ниже традиционных.

При возделывании безнаркотической конопли наиболее актуальны механизация процессов посева, особенно уборки культуры. Специализированная отечественная коноплеуборочная техника – коноплежатки (ЖК-2,1, ЖК-2,1А, ЖСК-2,1, ЖК-1,9), коноплемолотилки (МК-1,5, МЛК-1,8, МЛК-4,5А), коноплеуборочные комбайны (ККП-1,8, ККУ-1,9) представлена старыми образцами. Комплекс машин для уборки конопли по комбайновой и раздельной технологиям (прицепные коноплеуборочные комбайны, коноплежатки и коноплемолотилки) требует больших затрат ручного труда.

Технологический процесс производства волокон из льна-долгунца и конопли – это последовательность операций, направленных на отделение волокнистой части стебля от древесной (костры) при минимальном повреждении волокна. Для сушки стланцевой тресты применяют сушильные машины СКП-9-7ЛМ; СКП1-10ЛУ и др., на льнозаводах – слоеформирующие машины СМКР, СММ-3Л, МФС-1Л, ПЛ-1, на пенькозаводах – СМП-1, СМК-1, мяльные машины М-100-Л, М-110-Л, М-110-Л2 – на льнозаводах, ПМГ-1 – на пенькозаводах.

Трепальные машины МТ-530, МТ-100-Л, МТА-1Л и МТА-2Л на протяжении многих лет использовались на льнозаводах в качестве основного технологического оборудования для получения длинного льняного волокна. В настоящее время для выработки такого волокна из льняной тресты применяют трепальную однопроцессную машину МТОФ-1Л и льнотрепальную – ТЛ-40А. Прессуют волокно на специальных прессах типов РП-5УМ, ГПВ-1, ППЛ-1 или специальных линиях типа ЛПК: на льнозаводах это трясильные машины ТГ-135-Л, ТЛ-135, на пенькозаводах – Т-134-П, Т-135-Л.

Для переработки конопли предложены три варианта комплектации оборудования линий для переработки конопли:

- линия 1 (ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»): рулоноразмотчик РЛР-1500 + усиленная мялка ММК-2-01 + дезинтегратор ДЛВ-2М с бесциклонным разгрузителем + трясильная машина ТН-112 (2 шт.);

- линия 2 (ОАО «Завод им. Г.К. Королева»): рулоноразмотчик РЛР-1500 + усиленная мялка ММК-2-01 + усиленная трясильная машина ТНК-126 + мяльная машина М-110-04 + трясильная машина ТН-112 + трепально-очистительная машина ТОМ-Л2 + трясильная машина ТН-112;
- линия 3 (франко-германское производство): кипоразборщик Темафа (Temafa) + агрегат куделеприготовительный Шарль (Charle).

Продуктами производства лубяных волокон являются: волокно трепаное, или длинное – из него изготавливаются наиболее качественные бельевые, платьевые ткани; волокно короткое, дезориентированное – широко примененяется в текстильной промышленности, но менее ценное по сравнению с волокном трепаным, из него вырабатывают тарные ткани, веревки, бумагу; костра (древесная часть стебля) – используется для изготовления строительных и термоизоляционных плит, строительного бруса, а также как топливо; пыль – побочный продукт технологических воздействий, содержит комплекс органических и минеральных соединений и используется как удобрение для полей. Продукты переработки конопли применяются в пищевой, легкой, целлюлозной промышленности, медицине, косметологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (утв. Указом Президентом Российской Федерации 21 января 2020 г. № 20). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 23 с.

2. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 52 с.

3. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2019 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 162 с.

4. **Ущаповский И.В., Васильев А.С., Щеголихина Т.А., Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Голубев И.Г.** Анализ состояния и перспективные направления развития селекции и семеноводства технических культур. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 72 с.

5. **Ростовцев Р.А., Голубев В.В., Мишуров Н.П., Голубев И.Г., Вахания В.И., Давыдова С.А.** Машинно-технологическое оснащение селекции и семеноводства технических культур. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 80 с.

6. **Ростовцев Р.А., Черников В.Г., Ущаповский И.В.** Основные направления модернизации льняного агропромышленного комплекса России // Вестн. аграрной науки. – 2019. – № 1 (76). – С. 19-30.

7. Дмитрий Патрушев обозначил перспективы развития льняной отрасли [Электронный ресурс]. URL: https://russianfieldday.ru/news/1014/ (дата обращения: 16.08.2020).

8. Производство продукции льноводства вырастет в 1,4 раза к 2025 году [Электронный ресурс]. URL: //http://mcx.ru/press-service/news/proizvodstvo-prodykcii-lnovodstva/(дата обращения: 24.10.2019).

9. В Тверской области реализуют пилотный проект по созданию льноводческого агротехнопарка [Электронный ресурс]. URL: https://tverigrad.ru/publication/v-tverskoj-oblasti-realizujut-pilotnyj-proekt-po-sozdaniju-lnovodcheskogo-agrotehnoparka (дата обращения: 02.09.2020).

10. В 2020 году производство льна-долгунца в Республике Марий Эл увеличится на 7% [Электронный ресурс]. URL: https://mcx.gov.ru/press-

service/news/v-2020-godu-proizvodstvo-lna-dolguntsa-v-respublike-mariy-el-uvelichitsya-na-7/ (дата обращения: 01.10.20).

11. **Поздняков Б.А.** Актуальные направления совершенствования системы машин для уборки льна-долгунца // Техника и оборуд. для села. – 2019. – № 8 (266). – С. 2-6.

12. Перспективы и проблемы российского льна [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosflaxhemp.ru/publikacii.html/id/804 (дата обращения: 21.01.2019).

13. Обсуждение проекта стратегии развития льняной отрасли России [Электронный ресурс]. URL: http://vniiml.ru/novosti/obsuzhdenie-proekta-strategii-razvitiya-lnyanoy-otrasli-rossiyskoy-federatsii/ (дата обращения: 21.01.2019).

14. Первые всходы. Посевы конопли выросли в четыре раза // Рос. газета. – 2020. – № 63 (8117).

15. **Басова Н.В., Новиков Э.В. Безбабченко А.В.** Анализ линий переработки технической конопли // Инновации в сел. хоз-ве. – 2019. – № 4 (3). – С. 54-60.

16. Техническая конопля может заменить десятки материалов в различных сферах // Агроинноватор. – 2019, май [Электронный ресурс]. URL: https://www.agroinvestor.ru/companies/article/31689-i-v-pir-i-v-mir/ (дата обращения: 12.09.2020).

17. **Карабут Т.** РФ должна вернуть статус мирового лидера по производству льна // Рос. газета. – 26.06.2020.

18. Ход полевых работ [Электронный ресурс]. URL: http://mcx.ru/ministry/departments/departament-rastenievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-khod-vesennikh-polevykh-rabot/ (дата обращения: 08.07.2020).

19. **Некрасов Р.В.** Итоги работы отрасли растениеводства и инженерно-технических служб в 2019 году, задачи по обновлению машинно-тракторного парка и меры по подготовке и организованному проведению в 2020 году сезонных полевых сельскохозяйственных работ [Электронный ресурс]. URL: https://www.nsss-russia.ru/wp-content/uploads/2020/02 (дата обращения: 10.04.2020).

20. Посевные площади льна-долгунца в России. Итоги 2019 года [Электронный ресурс]. URL: https://agrovesti.net/lib/industries/linen/

posevnye-ploshchadi-lna-dolguntsa-v-rossii-itogi-2019-goda.html (дата обращения: 08.07.2020).

21. Минсельхоз и Минпромторг разрабатывают дополнительные меры для поддержки льняной отрасли [Электронный ресурс]. URL: https://tass.ru/ekonomika/8635323 (дата обращения: 18.07.2020).

22. Тверь наращивает поддержку льноводства. Сайт о льне и конопле «Росленконопля» [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosflaxhemp.ru/news.html/id/3651 (дата обращения: 10.07.2020).

23. В Ярославской области возрождают льноводство [Электронный ресурс]. URL: https://www.kommersant.ru/doc/4377507 (дата обращения: 10.07.2020).

24. ГК «Коноплекс» [Электронный ресурс]. URL: http://www.konoplex.ru/ru/(дата обращения: 18.04.2020).

25. Группа «Коноплекс» строит комплекс по переработке семян технической конопли [Электронный ресурс]. URL: //https://pikabu.ru/story/gruppa_konopleks_stroit_kompleks_po_pererabotke_semyan_tekhnicheskoy_konopli_6922712 (дата обращения: 18.04.2020).

26. ООО «Нижегородские волокна конопли» [Электронный ресурс]. URL: http://nnvk.ru/#project (дата обращения: 20.04.2020).

27. ЗАО Агрофирма «Южная» [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosflaxhemp.ru/katalogpredprijatij/produktpitanija.html/id/2491 (дата обращения: 20.04.2020).

28. ООО «Мордовские пенькозаводы» [Электронный ресурс]. URL: https://feelright.me (дата обращения: 15.04.2020).

29. **Давыдова С.А., Попов Р.А., Голубев И.Г.** Техническое обеспечение возделывания и уборки безнаркотической конопли // Техника и оборуд. для села. – 2020. – № 8. – С. 12-17.

30. **Ростовцев Р.А.** Готовим поле под лен. Росленконопля. Сайт о льне и конопле [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosflaxhemp.ru/zhurnal/aktualnoe-intervju.html/id/1497 (дата обращения: 15.04.2020).

31. **Попова А.Г.** Агротехнология льна-долгунца. Ч.1. Росленконопля. Сайт о льне и конопле [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosflaxhemp.ru/zhurnal/lnovodstvo/tehnologijavozdelivanija.html/id/3532 (дата обращения: 15.04.2020).

32. Рекомендации по применению зональных, ресурсосберегающих технологий производства льна-долгунца / Т.А. Рожмина, В.П. Понажев, Л.Н. Павлова, О.Ю. Сорокина и др. – Торжок, 2010. – 88 с.

33. **Чекмарев П.А., Понажаев В.П., Поздняков Б.А.** и др. Зонально-адаптивные технологии производства льна-долгунца. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 188 с.

34. **Колчина Л.М., Ковалев М.М.** Опыт освоения прогрессивных технологий и технических средств для уборки и первичной переработки льна-долгунца. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 152 с.

35. **Ковалев М.М., Колчина Л.М.** Технологии и оборудование для производства и первичной переработки льна-долгунца и конопли: справ. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 184 с.

36. **Колчина Л.М.** Машины и оборудование для производства и первичной переработки льна-долгунца и конопли: кат. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2000. – 140 с.

37. **Понажев В.П., Павлова Л.Н., Сорокина О.Ю.** Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна-долгунца: метод. реком. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 68 с.

38. Технология и организация производства высококачественной продукции льна-долгунца / Понажев В.П., Павлова Л.Н., Павлов Е.И. [и др.]; под ред. В.П. Понажева. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 148 с.

39. **Сухопалова Т.П.** Новые предшественники для льна-долгунца в условиях Нечерноземной зоны РФ // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособ. – Тверь: ТвГУ, 2018. – С. 162-167.

40. Технологии возделывания льна. Росленконопля. Сайт о льне и конопле [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-lne/agrotehnika.html/id/2907 (дата обращения: 12.09.2020).

41. **Понажев В.П., Медведева О.В.** Пути повышения эффективности первичного и товарного семеноводства льна-долгунца // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособ. – Тверь: ТвГУ, 2018. – С. 121-132.

42. **Кузьменко Н.Н.** Изменение урожайности и качества льнопродукции при применении разных систем удобрений в севообороте // Там же – С. 141-148.

43. **Сорокина О.Ю., Кузьменко Н.Н.** Оптимизация процессов формирования высокой продуктивности посевов льна-долгунца // Там же. – С. 148-154.

44. **Кузьменко Н.Н.** Влияние систем удобрения на урожайность льна-долгунца и качество продукции в льняном севообороте // Агрохимия. – 2017. – № 8. – С. 43-44.

45. **Кузьменко Н.Н.** Влияние разных систем удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность льняного севооборота // Плодородие. – 2015. – № 1 (82). – С. 22-24.

46. **Тихомирова В.Я., Сорокина О.Ю., Кузьменко Н.Н.** Эффективность внесения под лен-долгунец магнийсодержащих удобрений // Лен и конопля: сорта, технологии, экономика: науч. разработки. – Тверь, 2015. – С. 29-31.

47. **Тихомирова В.Я.** Урожайность и качество волокнистой продукции при разной обеспеченности почвы фосфором и калием // Плодородие. – 2010. – № 12. – С. 24-28.

48. **Тихомирова В.Я.** Новые аспекты в вопросах биологии и питания льна-долгунца: науч. изд. / В.Я. Тихомирова, О.Ю. Сорокина, Н.Н. Кузьменко. – Тверь: ТвГУ, 2012. – 108 с.

49. **Сухопалова Т.П.** Экономическая эффективность возделывания льна-долгунца после предшественников с промежуточными посевами горчицы белой // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 9. – С. 87-90.

50. **Сорокина О.Ю.** Применение на льне-долгунце новых органоминеральных удобрений на основе морских водорослей // Вестн. АПК Верхневолжья. – 2016. – № 2. – С. 36-39.

51. **Ильина В.И., Кузьменко Н.Н.** Отзывчивость льна-долгунца среднеспелого сорта Сурский на сочетание нормы высева семян с дозой удобрения // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособ. – С. 154-158.

52. **Корепанова Е.В., Фатыхов И.Ш., Гореева В.Н.** Эффективность подкормки растений льна-долгунца растворами микроудобрений // Там же.– С. 175-178.

53. **Ладухин А.Г., Налиухин А.Н.** Новые виды удобрений для льна-долгунца // Молочнохозяйственный вестн. – 2013. – № 4 (12). – С. 25-32.

54. **Алибеков М.Б., Савоськина О.А., Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А.** Применение регуляторов роста, фунгицидов, гербицидов и их композиций при возделывании льна // Вестн. защиты растений. – 2019. – № 1. – С. 30-35.

55. **Конова А.М., Прудникова А.Г., Прудников А.Д., Гаврилова А.Ю., Чехалков С.М., Трабурова Е.А., Зуева С.М.** Влияние микроэлементов и нанопрепаратов на урожайность льнопродукции // Моск. экон. жур. – 2019. – № 11. – С. 58.

56. Культиваторы для сплошной обработки серии R [Электронный ресурс]. URL: https://rostselmash.com/products/tillage/cultivator_seria_r/ (дата обращения: 21.10.2019).

57. Навесной высокопроизводительный дисковый культиватор [Электронный ресурс]. URL: https://www.newtechagro.ru/uploads/files/files/Navesnoj%20vysokoproizvoditelnyj%20diskovyj%20kultivator%20amazone%20pegasus%20zapasnye%20chasti%20instrukcii.pdf (дата обращения: 23.10.2019).

58. Дисковые бороны Catros [Электронный ресурс]. URL: http://agrodom02.ru/products/diskovye-borony-catros (дата обращения: 22.10.2019).

59. Четырехрядные дисковые бороны [Электронный ресурс]. URL: http://almaztd.ru/technika/diskovye-borony/4-ryadnie-diskovie-borony.html (дата обращения: 24.10.2019).

60. Плуг оборотный полунавесной «Сириус» ПО-4+1/40К: рук-во по эксплуатации. – Самара: Волгаагромаш, 2020. – 29 с.

61. Культиватор широкозахватный бессцепочный сплошной обработки почвы модификаций: КШУ-8Н; КШУ-6Н; КШУ-12Н: рук-во по эксплуатации. – Грязи: ОАО «Грязинский культиваторный завод», 2020. – 68 с.

62. Лущильник дисковый гидрофицированный ЛДГ-10 / ЛДГ-15: кат. сельхозтехники [Электронный ресурс]. URL: https://orelagro.ru/tehnika/lushilniki/ldg-10-ldg-15.html (дата обращения: 24.07.2020).

63. Дискатор БДМ 5х4ПК [Электронный ресурс]. URL: https://sel-teh.ru/diskator-bdm-5h4pk (дата обращения: 24.07.2020).

64. Комбинированное почвообрабатывающее орудие РВУ-6 (рыхлитель-выравниватель-уплотнитель) [Электронный ресурс]. URL: http://www.avtomash.ru/katalog/pred/sht/grazi/rvu6.ht (дата обращения: 24.07.2020).

65. Гербициды для льна долгунца [Электронный ресурс]. URL: //https://agroserver.ru/b/gerbitsidy-dlya-lna-dolguntsa-519044.htm/ (дата обращения: 06.10.2020).

66. Гербициды для обработки лна-долгунеца по вегетации [Электронный ресурс]. URL: ttps://pandia.ru/text/79/197/7758.php/ (дата обращения: 06.10.2020).

67. **Черников В.Г., Ростовцев Р.А.** О комбинированной технологии уборки льна-долгунца // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособ. – Тверь: ТвГУ, 2018. – С. 221-224.

68. **Клочков Н.А.** Совершенствование раздельного способа уборки льна-долгунца // Там же. – С. 238-248.

69. Посевная и уборочная техника для льна [Электронный ресурс]. URL: https://fnclk.ru/uslugi/mashiny-dlya-poseva-lna/ (дата обращения: 18.07.2020).

70. Льноуборочный комбайн «Русич» [Электронный ресурс]: URL: https://fnclk.ru/nauchnaya-deyatelnost/razrabotki/lnouborochnyy-kombayn-rusich/ (дата обращения: 18.07.2020).

71. Оборудование для обработки льна и хлопка [Электронный ресурс]. URL: https://www.agrobase.ru/catalog/category/machinerycategory_524 (дата обращения: 18.07.2020).

72. **Ростовцев Р.А., Шишин Д.А., Фадеев Д.Г., Прокофьев С.В.** Исследование нового очесывающего устройства льнокомбайна // Техника и оборуд. для села. – 2019. – № 8 (266). – С. 19-22.

73. **Виноградов А.В., Ростовцев Р.А., Перов А.Г., Шишин Д.А.** Результаты оптимизации параметров и режимов работы льнотеребильного аппарата // Цифровизация в АПК: технологические ресурсы, новые возможности и вызовы времени: сб. науч. тр. по матер. Междунар. науч.-практ. конф. (11-13 февраля 2020 г.). – Тверь: ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», 2020. – С. 234-237.

74. **Ковалёв М.М., Виноградов А.В.** Анализ схем рабочих органов периодического действия для механизированной уборки льна // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособ. – Тверь: ТвГУ, 2018. – С. 234-239.

75. **Ковалёв М.М., Просолов С.В., Виноградов А.В.** Особенности теребильных аппаратов с ремённо-дисковыми ручьями // Там же. – С. 230-234.

76. **Капитонов К.Ю.** Анализ технических средств, применяемых для теребления льна // Там же. – С. 252-258.

77. **Смирнов Н.А.** Анализ работы теребильных машин при реализации раздельной уборки льна-долгунца / Н.А Смирнов, С.В. Смирнов // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : сб. ст. 67-й Междунар. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 107-111.

78. Льнотеребилка двухпоточная самоходная ТСЛ-2,4 [Электронный ресурс]. URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_e3f7bfae-7922-4846-a61c-0746ad454061(дата обращения: 18.07.2020).

79. Льнотеребилка фронтальная самоходная ЛТС-1,65 [Электронный ресурс]. URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_1e71a561-e564-4d4d-9c9a-53a51b8f1f49 (дата обращения: 18.07.2020).

80. **Смирнов Н.А., Зинцов А.Н., Смирнов С.В., Соколов В.А.** Анализ работы ворошилок лент льна // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособ. – Тверь: ТвГУ, 2018. – С. 242-248.

81. **Сизов И.В., Елисеев Ю.В.** Вспушиватель лент льна. каким ему быть? // Цифровизация в АПК: технологические ресурсы, новые возможности и вызовы времени : сб. науч. тр. по матер. Междунар. науч.-практ. конф. (11-13 февраля 2020 г.). – Тверь: ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», 2020. – С. 207-210.

82. **Ковалев М.М., Перов Г.А., Андрощук В.С., Перов М.Г.** Анализ рабочих органов вспушивателя лент льнотресты // Там же. – С. 291-294.

83. **Алтухова И.Н., Шевалдин Д.М., Безбабченко А.В.** Экспериментальное обоснование режимов работы при конвективно-инфракрасной сушке льнотресты // Вестн. Ульяновской ГСХА. – 2019. – № 3 (47). – С. 6-11.

84. **Сустрина В.Э.** Работы по агротехнике, селекции и семеноводству конопли: докл. дис. … канд. с.-х. наук. – Пенза: Пензенская правда, 1967. – 37 с.

85. **Степанов Г.С.** Безнаркотические сорта конопли для адаптивной технологии возделывания / Г.С. Степанов, А.П. Фадеев, И.В. Романова. Цивильск, 2005. – 35 с.

86. **Зеленин И.Н.** Эффективность систем удобрений в севооборотах разной интенсификации // Вопросы интенсификации сельскохозяйственного производства в исследованиях ПензНИИСХ: сб. науч. тр. – Пенза, 1999. – С. 66-73.

87. **Иващенко Т.И.** Влияние нормы высева на урожайность новых сортов однодомной конопли: матер. науч. конф., посвящ. 50-летию кафедры селекции и семеноводства Пензенской ГСХА и памяти акад. Гуляева. – Пенза, 2004. – С. 115-117.

88. Производство сортовых семян конопли: метод. указания. – М., 1988. – С. 8-12.

89. ГОСТ 9158-76 Семена конопли. Промышленное сырьё. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2010. – 28 с.

90. **Жалнин Э.В.** Нужна ли нам конопля? // Сел. механизатор. – 2011. – № 12. – С. 14-15, 25.

91. **Бакулова И.В., Плужникова И.И., Криушин Н.В.** Влияние предпосевной обработки семян на всхожесть и продуктивность конопли посевной // Аграрн. вестн. Юго-Востока. – 2019. – № 1 (21). – С. 27-29.

92. **Королева Е.Н., Новиков Э.В., Хаитов Н.Х., Безбабченко А.В.** Влияние способов переработки льнотресты на выход и качество трепаного льна // Маслич. культуры. – 2019. – № 3 (179). – С. 68-73.

93. **Басова Н.В., Новиков Э.В., Ущаповский И.В., Безбабченко А.В.** О коноплеводстве и технико-экономический анализ линий для переработки промышленной конопли в однотипное волокно // Изв. высш. учеб. заведений. Технология текстильной пром-ти. – 2019. – № 2 (380). – С. 58-63.

94. **Фокша И.** Конопляное царство. Производство технической конопли в Пензенской области набирает обороты // Агротехника и технологии. – 2019. – № 10. – С. 40-43.

95. Производство и переработка льна: оборуд., способы и продукты переработки [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/turbo/s/bezotxodov.ru/bez-rubriki/pererabotka-lna/ (дата обращения: 15.07.2020).

96. ГОСТ Р 53143-2008 Треста льняная. Требования при заготовках. – М.: Стандартинформ, 2009. – 16 с.

97. Оборудование. Русский лен-портал льняной промышленности [Электронный ресурс]. URL: https://russianflax.ru/info/equipment// (дата обращения: 15.07.2020).

98. Трепальные машины [Электронный ресурс]. URL: https://russianflax.ru/info/equipment/scutching// (дата обращения: 15.07.2020).

99. Трясильные машины [Электронный ресурс]. URL: https://russianflax.ru/info/equipment/scutching// (дата обращения: 15.07.2020).

100. Оборудование для переработки конопли // Росленконопля. Сайт о льне и конопле [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosflaxhemp.ru/objavlenija.html/id/2500 (дата обращения: 23.07.2020).

101. Продукты льняного производства [Электронный ресурс]. URL: https://studref.com/321327/geografiya/produkty_lnyanogo_proizvodstva (дата обращения: 23.07.2020).

102. Русская пенька – ООО «Мордовские пенькозаводы» [Электронный ресурс]. URL: https://www.mpz-insar.ru/ (дата обращения: 18.04.2020).

103 ООО «Мордовские пенькозаводы» [Электронный ресурс]. URL: https://feelright.me/ (дата обращения: 15.04.2020).

104. Продукция группы «Коноплекс» // Матер. 27-й Междунар. выставки продуктов питания, напитков и сырья для их произ-ва «Продэкспо-2020», 10-14 февраля 2020 г. – М.: Экспоцентр, 2020.

105. Крекеры с коноплей [Электронный ресурс]. URL://https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-konople/izdelija.html/id/1439 (дата обращения: 13.04.2020).

106. Каннабред – хлеб из конопли [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-konople/izdelija.html/id/3206 (дата обращения: 23.04.2020).

107. Бисквиты Hanf-natur [Электронный ресурс]. URL: //https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-konople/izdelija.html/id/2223 (дата обращения: 23.04.2020).

108. Конопляный лист [Электронный ресурс]. URL: //https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-konople/izdelija.html/id/2227 (дата обращения: 23.04.2020).

109. Строительные блоки из конопли [Электронный ресурс]. URL: // https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-icifri/okonople/izdelija.html/id/2317 (дата обращения: 13.04.2020).

110. **Валишина З.Т., Александров А.А., Матухин Е.Л., Храмова Е.В., Косточко А.В.** Целлюлоза на основе альтернативных источников отечественного сырья: целлюлоза из пенькового волокна // Вестн. КНИТУ. – 2015. – Т. 18. – № 2. – С. 259-262.

111. Конопляная бумага ручного производства [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/okonople/pererabotka.html/id/2369 (дата обращения: 13.04.2020)

112. Конопляный биокомпозит – история и перспективы использования [Электронный ресурс]. URL: https://ramha39.livejournal.com/233714.html (дата обращения: 08.04.2020).

113. PEBL из конопли [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-konople/izdelija.html/id/2705 (дата обращения: 08.04.2020).

114. Автомобильные детали. Что делают из конопляного биокомпозита [Электронный ресурс]. URL: //https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-konople/izdelija.html/id/2280 (дата обращения: 10.04.2020).

115. Гитары, конденсаторы, автомобили и дома из конопли [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-konople/izdelija.html/id/3186 (дата обращения: 08.04.2020).

116. Биокомпозиты на конопляной основе [Электронный ресурс]. URL: https://www.agroxxi.ru/blogs/konopelka/biokompozity-na-konopljanoi-osnove.html (дата обращения: 08.04.2020).

117. Конопляные биокомпозиты в современном самолётостроении [Электронный ресурс]. URL: //https://ramha39.livejournal.com/328392.html (дата обращения: 08.04.2020).

118. Коноплитка – новый декоративный материал. [Электронный ресурс]. URL: //https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-icifri/okonople/izdelija.html/id/2706 (дата обращения: 13.04.2020).

119. Пеньковая подстилка. Сайт о льне и конопле «Росленконопля» [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-konople/pererabotka.html/id/2775. (дата обращения: 18.04.2020).

120. Коноплеводство (сельское хозяйство) [Электронный ресурс]. URL: https://business-platform.ru/projects/p53068/ (дата обращения: 08.04.2020).

121. **Адамовичс А.М., Ивановс С.А., Дубровскис В.С.** Производство метана из промышленной конопли // С.-х. машины и технологии. – 2019. – № 13 (2):20-26.

122. Утилизация отходов каннабиса // Сайт о льне и конопле «Росленконопля» [Электронный ресурс]. URL: //https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-icifri/okonople/pererabotka.html/id/3316 (дата обращения: 08.04.2020).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ХИМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ДЛЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА [65]

Гербитокс – гербицид на основе МЦПА для борьбы с однолетними двудольными сорняками в посевах зерновых культур, гороха, льна-долгунца, картофеля (опрыскивание посевов в фазе «елочки» при высоте культуры 3-10 см, норма расхода препарата 0,7-1,2 л/га).

Лонтрел-300 – послевсходовый гербицид системного действия для борьбы с однолетними двудольными и многолетними корнеотпрысковыми сорняками (опрыскивание посевов в фазах «елочки» льна и розетки сорняков, норма расхода препарата 0,1-0,3 л/га).

Лорнет – послевсходовый селективный гербицид, предназначенный для борьбы с различными видами осота, ромашки, горца на посевах зерновых культур, сахарной свеклы, льна-долгунца и рапса (опрыскивание посевов в фазах «елочки» льна и розетки сорняков, норма расхода препарата 0,1-0,3 л/га).

Магнум – экономичный гербицид для борьбы с однолетними и некоторыми многолетними двудольными сорняками в посевах зерновых культур и льна-долгунца (опрыскивание посевов в фазе «елочки» льна-долгунца при высоте культуры 3-10 см, норма расхода препарата 8-10 г/га).

Миура – послевсходовый гербицид для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми сорняками в посевах свеклы, льна, рапса, картофеля, гречихи и других культур (опрыскивание посевов в фазе «елочки» льна при высоте пырея ползучего 10-15 см, норма расхода препарата 0,4-1,0 л/га).

Спрут Экстра – 540 г/л глифосата кислоты. Гербицид сплошного действия, предназначенный для уничтожения однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков (норма расхода препарата 1,8-3,7 л/га).

Таргет Супер – селективный послевсходовый гербицид для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми сорняками в посевах рапса, гречихи и других культур (опрыскивание посевов в фазе двух-четырех листьев у сорняков, норма расхода препарата 0,9-1,0 л/га).

Таргет Гипер – селективный послевсходовый гербицид для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми сорняками в посевах подсолнечника, льна-долгунца, сахарной свеклы (опрыскивание посевов в фазе двух-четырех листьев сорняков, пырея ползучего в фазе 10-15 см, норма расхода препарата 0,2-0,5 л/га).

Торнадо 500-500 г/л глифосата кислоты – гербицид сплошного действия рекомендован для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми и двудольными сорняками, включая злостные виды. Проникает в сорные растения через листья и другие зеленые части и переносится по всем органам сорняков, включая корневую систему (норма расхода препарата 2,0-4,0 л/га).

Тотал – 360 г/л глифосата кислоты – универсальный гербицид сплошного действия, применяется на полях, предназначенных под посев различных культур (яровые зерновые (кроме овса), картофель, овощные, технические, масличные и др.), а также однолетних цветочных культур (семенные посевы, норма расхода препарата 2,0-4,0 л/га).

Фенизан – послевсходовый гербицид для борьбы с однолетними двудольными, в том числе устойчивыми к 2,4-Д и МЦПА, и некоторыми многолетними двудольными сорняками на посевах зерновых культур (пшеницы, ячменя, овса, ржи) и льна-долгунца (опрыскивание посевов в фазе «елочки» льна-долгунца при высоте 3-10 см, норма расхода препарата 0,14-0,2 л/га).

Фюзилад форте – 150 г/л флуазифоп-п-бутила – послевсходовый гербицид системного действия. Эффективно подавляет все основные однолетние и многолетние злаковые сорняки в посевах сои, подсолнечника, капусты белокочанной, моркови, томатах, огурцах, луке, петрушке, рапсе. Поглощаясь через листовую поверхность злаковых сорняков, приводит к немедленному прекращению их роста и развития. Видимые симптомы появляются через 2-3 дня, гибель

до 50 % через 5-7 дней, а полная гибель наступает через 12-20 дней (норма расхода препарата 0,75-1,0 л/га).

Эпин – биологический стимулятор роста растений (д.в. – эпибрассинолид (0,25 г/л) – фитогормон природной структуры). Ускоряет прорастание семян, созревание, стимулирует рост и развитие растений, повышает устойчивость растений к болезням, урожай и его пищевую ценность (обработка семян, расход рабочей жидкости 8 л/т, опрыскивание посевов в фазе «елочки», расход препарата 80 мл/га).

ГЕРБИЦИДЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ПО ВЕГЕТАЦИИ [66]

Вредный объект	Срок проведения	Наименование препарата	Норма расхода препарата, кг (л)/га, кг (л)/т
Однолетние двудольные сорняки	Фаза «ёлочки»	Базон, ВР (480 г/л) Базагран, ВР (480 г/л) Секатор Турбо, МД (25 + 100 + 250 г/л) Агритокс, ВК (500 г/л) Пик, ВДГ (750 г/кг) Хармони, СТС (750 г/кг)	3,0-4,0 3,0-4,0 0,05-0,1 0,8-1,0 0,015-0,025 0,01-0,025
Однолетние злаковые (просо куриное, сорго полевое, щетинники) сорняки	В фазе двух-четырех листьев у сорняков независимо от фазы развития культуры	Пантера, КЭ (40 г/л) Багира, КЭ (40 г/л) Центурион, КЭ (240 г/л) Фуроре Супер 7.5, ЭМВ (69 г/л)	0,75-1,0 0,75-1,0 0,2-0,4 0,8-1,2
Многолетние злаковые (пырей ползучий) сорняки	Высота сорняка 10-15 см независимо от фазы развития культуры	Пантера, КЭ (40 г/л) Багира, КЭ (40 г/л) Центурион, КЭ (240 г/л)	1,0-1,5 1,0-1,5 0,7-1,0

ВРЕДИТЕЛИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА [31]

Льняная блошка – самый опасный вредитель льна-долгунца. Жуки повреждают семядоли и точку роста, вредность их усиливается в жаркую и сухую погоду во время появления всходов льна. Встречаются три вида блошек: синяя (*Aphtona euphorbiae* Schr.), черная (*Longitarsus parvulus* All.) и коричневая (*Aphtona flaviceps* All.). Вредят жуки (длиной 1,5-2 мм) зеленовато-синего, черного или коричневого цвета с металлическим блеском. Ноги желтые, задние бедра черные, сильно утолщенные, надкрылья в мелких точках. Вредитель развивается в одном поколении. Зимуют взрослые жуки на опушках леса, залежах, обочинах дорог, где под растительными остатками им обеспечен благоприятный микроклимат. В конце апреля-начале мая (при 10-11°С) блошки пробуждаются. Первое время они живут на посевах озимых и полях многолетних трав, питаясь сорняками, затем переходят на лен. Массовый перелет жуков наблюдается при температуре 20°С. Самка откладывает яйца в почву у корня льняного растения. Отродившиеся личинки длиной 4-5 мм питаются тканями корня, вызывая снижение урожая и заражение льна грибковыми болезнями. Развиваются личинки в почве, окукливаются, из них выходят жуки летнего поколения, которые выгрызают паренхиму коры стебля на взрослых растениях льна, обнажая волокно, повреждая листья и бутоны. Наибольший ущерб блошки наносят весной, питаясь всходами льна. Экономическим порогом вредоносности считается наличие 10-20 экз/м^2. В основной зоне льноводства при средней численности 100-120 экз/м^2 урожай снижается на 15-20%. Ранняя сухая и теплая весна способствует повышению вредоносности этих насекомых.

Льняная плодожорка-листовертка (*Cochylis epilinana* Dup., отряд чешуекрылые). Бабочка мелкая, размах крыльев 14-16 мм, желтоватая, с более темной каймой и полосками на крыльях. Задние крылья серые.

Гусеница белорозовая с бурой головкой длиной 4-7 мм. Бабочки появляются на льне со второй половины июня. Самки откладывают на одно растение льна два-четыре яйца: на верхушечные молодые листья с верхней стороны листа и на чашечки с внутренней стороны. Отродившиеся из яиц гусеницы внедряются в зеленые коробочки льна, выедая семена. Перед окукливанием они выгрызают в стенке коробочки круглое отверстие, оставляя тонкую пленку, которую легко прорывает вылетающая бабочка.

Плодожорки наиболее сильно повреждают масличный лен. Гусеницы в отдельные годы снижают урожай семян на 70-90%. Поздние посевы, заселяемые вторым поколением плодожорки, повреждаются сильнее. При 10%-ной заселенности растений экономический порог вредоносности составляет 5-8 личинок/м^2.

Льняной трипс (*Thrips linarius* Uz., отряд бахромчатокрылые) наносит ощутимый вред лишь в том случае, если благоприятная для его развития теплая и сухая погода стоит два года подряд. Взрослые трипсы темно-бурые, почти черные, усики семичленниковые: личинки желтые, нимфы желтовато-серые.

Зимуют взрослые насекомые на льнище в почве на глубине до 40 см, вылетают после прогревания почвы на глубине 20 см до 10°С и первое время питаются нектаром на цветущих сорняках. На льне появляются в фазе быстрого роста – бутонизации, высасывая клеточный сок растений в верхней части. Самки откладывают в пазухах листьев почковидные яйца размером 0,3 мм. Из яиц отрождаются личинки, которые питаются соками льна до ухода в почву. На глубине 10-25 см происходит развитие личинок в пронимфы, а затем в нимфы. Отродившиеся взрослые насекомые не выходят на поверхность, а остаются в почве на зимовку.

Вредят льну как взрослые особи, так и личинки: производя уколы и высасывая сок из растений, вызывают скручивание и пожелтение листьев, отмирание точек роста, усиленное ветвление, опадение бутонов и завязей, уродливость соцветий. Поврежденные растения теряют тургор, отстают в росте, дают меньше семян и волокно низкого качества. При 10%-ной заселенности растений экономический порог вредоносности составляет 40-60 личинок/м^2.

Долгоножка вредная (*Tipula paludosa* Mg., отряд двукрылые) во взрослом состоянии – комарообразное насекомое размером 25-30 мм, имеет длинные усики и коленчатые ноги.

Личинки безногие, червеобразные, спереди суженные, землистого цвета, со складчатой блестящей кожей, длиной 46-50 мм, шириной до 7,5 мм, а на заднем конце видны звездообразные расходящиеся выросты. Личинки зимуют в почве на глубине 10-12 см, на льне появляются в первой половине июня. Особенно сильно страдают поздние посевы льна, так как появление всходов совпадает с активной жизнедеятельности личинок. Окукливание проходит в почве на глубине 5-6 см. Взрослые особи обнаруживаются с конца июня до октября, массовый лёт происходит в июле – августе.

Самки откладывают яйца в поверхностный слой почвы на луговинах или посевах клевера. Отродившиеся личинки живут в поверхностном слое почвы, а с наступлением заморозков перемещаются глубже на зимовку.

Долгоножка вредная – широко распространённый фитофаг. Лучше всего развивается на влажных участках с тяжелой и кислой почвой, поэтому вредоносность проявляется очагами. Личинки подгрызают стебли льна у коневой шейки и поедают молодые растения, втянув их в свою норку, из-за чего посевы становятся изреженными.

Совка-гамма (*Autographa gamma* L., отряд чешуекрылые). Характерный признак бабочки – блестящие значки в виде греческой буквы «гамма» на передних темно-коричневых крыльях, размах крыльев 45-50 мм. Гусеницы длиной 30-36 мм с тремя парами брюшных ног передвигаются как пяденицы, изгибая центральную часть тела. Вдоль зеленого, суженного к голове тела гусеницы, по спине и бокам расположено восемь светлых полос.

В центральных районах льноводства совка-гамма может уходить на зимовку в различных стадиях развития. Бабочки и куколки зимуют под растительными остатками на поверхности почвы, а куколки в коконах могут оставаться на растениях. Бабочки первого поколения появляются в конце мая-начале июня. Самки откладывают на широколиственные сорняки и культурные растения полусферические зеленоватые ребристые яйца размером 0,5-0,6 мм. Продолжительность

эмбрионального развития зависит от температуры. Период развития гусениц делится на пять возрастов: гусеницы первых двух возрастов питаются на растениях, на которых были отложены яйца, начиная с третьего возраста они становятся очень активными и прожорливыми и переходят в поисках пищи с одной культуры на другую, а в пятом поколении окукливаются в паутинном коконе.

Питаясь на льне, гусеницы объедают нижние части растения, оставляя лишь его одревеснев шую часть, иногда только пеньки. При благоприятных условиях вредитель может иметь несколько поколений, однако массовое размножение случается нечасто (раз в 10-15 лет), поскольку сдерживается климатическими условиями, несовпадением фенологических фаз развития культурных растений и стадий развития вредителя, большим количеством паразитов совки-гаммы.

Совка-гамма повреждает лен во всех районах его выращивания. В отдельные годы она буквально опустошает посевы. Экономический порог вредоносности в целом на заселяемых полевых культурах составляет 5-8 гусениц/м^2.

Льняной долгоносик-скрытнохоботник (*Ceuthorrhynchus sapertanus* Sch.) – этот вредитель встречается в льноводных районах Красноярского края и восточной части Новосибирской и Томской областей. Жук черный размером 1,8-2,3 мм, с металлическим блеском, несколько крупнее синей льняной блошки. Личинка с неразвитыми ногами, молочно-желтая, длиной около 5 мм. Зимуют жуки на льнище, в почве на глубине 2-4 см. Их пробуждение начинается при среднесуточной температуре воздуха 10°С, а при 15-17°С происходит массовый вылет. Первое время они питаются на пырее, в середине июня переселяются на лен и приступают к размножению. Самка откладывает до 45 яиц, внедряя их в нежную часть стебля льна. Отродившиеся через 7-12 дней личинки питаются внутри растения 3-4 недели, выгрызая сердцевину стебля. Затем прогрызают в нем наружу круглое отверстие, падают на землю и в почве окукливаются. Через 12-17 дней отрождаются жуки летнего поколения. Развивается вредитель в одной генерации. С наступлением заморозков жуки уходят в почву на зимовку.

Вред от льняного долгоносика заключается в том, что растения льна, пораженные его личинками, искривляются и утолщаются в местах выхода личинок из стебля, отчего снижаются урожай, качество волокна и семян. Эффективная борьба против вредителя начинается с наблюдения за его развитием. Посевы опыливают теми же препаратами и в тех же дозировках, которые применяются против льняных блошек в начале-середине июня во время массового переселения жуков на лен, до откладки яиц, так как скрытое развитие личинок делает их недоступными для ядов. Зяблевая вспашка сразу после уборки льна сокращает численность зимующих долгоносиков.

Люцерновая совка – бабочка с рыжеватыми или желто-зелеными крыльями с широкой темной поперечной полосой посреди крыла, размах крыльев 30-38 мм. Вылет бабочек начинается в середине июня. Вред льняным растениям оказывают гусеницы, питаясь листьями, цветами, молочными семенами. В последние годы в Западной Сибири большое распространение получили такие опасные вредители, как луговой мотылек и саранча.

Луговой мотылек (*Loxostege sticticalis* L., отряд чешуекрылые) – мелкая бабочка, размах крыльев 18-26 мм. Передние крылья серые или серо-коричневые с темными пятнами и желтоватой полосой вдоль наружного края, задние – серые с двумя параллельными полосками вдоль наружного края. Гусеница зеленовато-серая с четко выраженной темной полоской вдоль спины и редкими пучками коротких волосков по сегментам длиной 35 мм, голова черная. Распространен очень широко, но вред посевам льна наносит периодически.

При повышенной температуре воздуха и в сухую погоду гусеницы лугового мотылька очень прожорливы и способны нанести ощутимый вред как льну, так и другим сельскохозяйственным растениям. Поселяясь на льне у верхушки растений, они поедают листья, бутоны завязи, покровные ткани стебля. Поврежденные растения льна приобретают желтый цвет, дают низкий выход длинного волокна невысокого качества.

Саранчовые – в Сибири насчитывается более 80 видов саранчовых, наиболее вредные из них: сибирская кобылка (*Aeropus sibiricus* L.), белополосая кобылка (*Chorthippus albomarginatus* D.G.), темно-

крылая кобылка. Сибирская кобылка – наиболее распространенный вид, имеет бурый окрас тела и надкрылий, длина самца 15-23 мм, самки – 19-26. Большинство вредных видов саранчовых имеют полизональное распространение, будучи характерными обитателями лесостепи и степи, они глубоко проникают в таежную зону.

Массовые скопления саранчовых образуются на участках с редкой растительностью – со степенью покрытия 30-60%, хорошо освещенных и прогреваемых. Бóльшей частью это участки, используемые под выгоны, залежи, не представляющие хозяйственной ценности.

Саранчовые Сибири имеют одно поколение в году. Зимуют в стадии яйца в верхнем слое почвы в кубышках, состоящих из затвердевших на воздухе выделений половых желез и частиц земли. Являются многоядными вредителями. Вредят личинки всех возрастов и окрылившаяся саранча, уничтожая все надземные части растений. Особенно большой вред наносят в жаркую засушливую погоду. При массовой численности вредители уничтожают всю растительность.

В системе мер борьбы с саранчовыми важно обращать внимание на организационно-хозяйственные и агротехнические мероприятия. В первую очередь необходимы распашка пустошей и залежей, глубокая зяблевая вспашка после яровых хлебов. Среди химических мер борьбы рекомендуются инсектициды из класса пиретроида Брейк, Шарпей, системный инсектицид Борей и др.

Мучной клещ (*Acarus siro* L., класс паукообразные, отряд акариформы) – взрослая особь мутно-белая, полупрозрачная, с четырьмя парами ног, красными бедрами и хоботком, длина тела 0,6-0,7 мм, у личинок – три пары ног. Имеются еще три стадии превращения клеща: первая нимфа, гипопус, вторая нимфа. Неблагоприятные условия среды клещ переживает в стадии гипопуса, которая сменяется стадией второй нимфы, затем клещ превращается во взрослую особь.

Мучной клещ опасен для семян льна при их хранении. Численность вредителей резко увеличивается при температуре 20-28°С и повышенной влажности семян. При хранении некондиционных по влажности (более 13%) семян происходит их самосогрева-

ние, что способствует быстрому распространению заражения семян и потере их всхожести на 50% и более. Вредоносность клеща снижают сушка семян и их хранение при оптимальной влажности.

Средства защиты: фосфорорганические препараты, Актеллик, Сумитион, Золон, Карбофос, Данадим, Дурсбан, БИ-58 новый; синтетические пиретроиды: Маврик, Талстар, Данитол, Клипер. Группа препаратов биологического происхождения – результат физиологии лучистых грибков (стрептомицетов), обитающих в почве, – обладает нейротоксинным действием, вызывая паралич и гибель клещей. Примеры препаратов: Фитоверм, Акарин, Вертимек, Агравертин.

ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ ОСНОВНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЛЬНА [31]

Вредитель	Срок появления на полях	Число яиц, откладываемых одной самкой	Продолжительность стадий развития вредителя, дни				
			яйцо	личинка	нимфа I (пронимфа)	нимфа II (нимфа)	куколка
Льняные блошки	Конец апреля-начало мая	300	11-25	25-30	-	-	17-20
Льняная плодожорка	Середина июня	180	4-7	20-30	-	-	15-20
Льняной трипс	Конец мая	80	5	23-25	-	10-12	-
Долгоножка вредная	Июнь-октябрь	500-800	10-20	25-30	-	-	15-20
Совка-гамма	Конец мая-июнь	500-1200	3-13	16-24	-	-	7-13
Луговой мотылек	Июнь	400	2-7	25-30	-	-	10-15
Люцерновая совка	Середина июня	600-1000	5-10	23-28	-	-	7-12
Льняной долгоносик-скрытнохоботник	Середина июня	45	7-12	20-25	-	-	12-17
Мучнистый клещ	Круглый год	20–30	2-3	3-4	6-8	3-4	-

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА И ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ 7
1.1. Лен-долгунец 7
1.2. Техническая конопля 13
2. МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА И ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ 18
2.1. Лен-долгунец 18
2.1.1. Место в севообороте 18
2.1.2. Удобрения 20
2.1.3. Подготовка семян к посеву 26
2.1.4. Подготовка почвы 29
2.1.5. Посев 37
2.1.6. Уход за посевами 42
2.1.7. Уборка 45
2.1.8. Послеуборочная обработка семян 68
2.2. Техническая конопля 70
2.2.1. Место в севообороте 71
2.2.2. Удобрения 72
2.2.3. Подготовка семян к посеву 75
2.2.4. Подготовка почвы 78
2.2.5. Посев 80
2.2.6. Уход за посевами 81
2.2.7. Уборка 83
2.2.8. Послеуборочная подработка и хранение семян технической конопли 92
3. ТЕХНОЛОГИИ И ПРОДУКЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР 94

3.1. Технологии первичной переработки 94
3.2. Применение продукции переработки льняного и конопляного сырья 108
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 123
ЛИТЕРАТУРА 128
ПРИЛОЖЕНИЯ 140

Авторы:
Роман Анатольевич Ростовцев, Игорь Валентинович Ущаповский
(ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»);
Иван Григорьевич Голубев, Николай Петрович Мишуров
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРЯДИЛЬНЫХ КУЛЬТУР

Научное издание

Редактор *В.И. Сидорова*
Обложка художника *П.В. Жукова*
Компьютерная верстка *Г.А. Прокопенковой*
Корректоры: *М.А.Обознова, С.И. Ермакова*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 25.11.2020 Формат 60x84/16
Бумага офсетная Гарнитура шрифта «Times New Roman» Печать офсетная
Печ. л. 9,75 Тираж 500 экз. Изд. заказ 116 Тип. заказ 312

Отпечатано в типографии ФГБНУ «Росинформагротех»,
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

ISBN 978-5-7367-1597-8



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ

Информационный бюллетень Минсельхоза России выпускается ежемесячно тиражом более 4000 экземпляров и распространяется во всех регионах страны, поступает в органы управления АПК субъектов Российской Федерации. В журнале публикуются материалы информационно-аналитического характера о деятельности Министерства по реализации государственной аграрной политики, отражаются приоритеты, цели и направления развития сельского хозяйства и сельских территорий, материалы о мероприятиях, проводимых с участием первых лиц государства по вопросам развития отрасли, освещается ход реализации Госпрограммы на 2013-2020 годы.

Вы прочтете проблемные статьи и интервью с руководителями регионов, ведущими учеными-аграрниками, руководителями сельхозпредприятий и фермерами. Широко представлены новости АПК регионов.

В приложении к Информационному бюллетеню публикуются официальные документы – постановления Правительства России, законодательные и нормативные акты по вопросам АПК, приказы Минсельхоза России.

Подписку можно оформить через Роспечать (индекс 37138) и редакцию с любого месяца и на любой период, перечислив деньги на наш расчетный счет. Стоимость подписки на 2020 г. с учетом доставки по Российской Федерации – 4752 руб. с учетом НДС (10%); 396 руб. с учетом НДС (10%) за один номер.



Банковские реквизиты: УФК по Московской области (Отдел №28 Управления Федерального казначейства по МО) ИНН 5038001475 / КПП 503801001 ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486X71280, р/с 40501810545252000104 в ГУ Банка России по ЦФО БИК 044525000 ОКТ МО 46758000

Журнал уже получают тысячи сельхозтоваропроизводителей России и стран СНГ

В Информационном бюллетене Минсельхоза России Вы можете разместить свои аналитические и рекламные материалы, соответствующие целям и профилю журнала. Размещение рекламы можно оформить через ФГБНУ «Росинформагротех» перечислив деньги на наш расчетный счет.

Телефоны для справок: 8 (496) 531-19-92, (495) 993-55-83, (495) 993-44-04.
e-mail: market-fgnu@mail.ru, ivanova-fgnu@mail.ru

