МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

В. Г. Таранухо, С. С. Камасин, А. А. Пугач

РАСТЕНИЕВОДСТВО

ПРЯДИЛЬНЫЕ КУЛЬТУРЫ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического пособия для студентов учреждений,
обеспечивающих получение высшего образования I ступени
по специальностям 1-74 02 01 Агрономия, 1-74 02 02 Селекция
и семеноводство, 1-74 02 03 Защита растений и карантин,
1-74 02 04 Плодоовощеводство, 1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение*

Горки
БГСХА
2020

УДК 633.521(075.8)
ББК 42.16
Т19

Рекомендовано методической комиссией
агрономического факультета 28.01.2020 (протокол № 5)
и Научно-методическим советом БГСХА 29.01.2020 (протокол № 5)

Авторы:
кандидаты сельскохозяйственных наук, доценты
В. Г. Таранухо, С. С. Камасин, А. А. Пугач

Рецензенты:
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ректор УО «Барановичский государственный университет»
В. И. Кочурко;
кандидат биологических наук, заведующий лабораторией
озимой пшеницы РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»
С. *И. Гордей*

Таранухо, В. Г.

Т19 Растениеводство. Прядильные культуры : учебно-методическое пособие / В. Г. Таранухо, С. С. Камасин, А. А. Пугач. – Горки : БГСХА, 2020. – 51 с.

ISBN 978-985-7231-37-9.

Приведены ключи-определения, таблицы морфологических признаков и описания основных прядильных культур, фазы развития и технология возделывания льна-долгунца, оценка качества продукции льна-долгунца и способы его первичной переработки, а также задания для лабораторно-практических работ.

Для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования I ступени по специальностям 1-74 02 01 Агрономия, 1-74 02 02 Селекция и семеноводство, 1-74 02 03 Защита растений и карантин, 1-74 02 04 Плодоовощеводство, 1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение.

УДК 633.521(075.8)
ББК 42.16

ISBN 978-985-7231-37-9

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2020

ВВЕДЕНИЕ

Прядильные растения относятся к различным ботаническим семействам, родам и видам. По месту образования волокна их делят на три основные группы:

1. Растения, у которых волокно находится на семенах.
2. Лубяные растения, формирующие волокно в стеблях.
3. Листоволокнистые растения.

К первой группе относятся более 60 видов хлопчатника. Наиболее распространены: хлопчатник обыкновенный, или средневолокнистый, хлопчатник перуанский (египетский) длинноволокнистый и травянистый хлопчатник (гуза).

Во вторую группу входят лен, конопля, кенаф, канатник, джут, рами, кендырь, сида, сан, кротолярия и др.

У листоволокнистых растений волокно находится в листьях. К третьей группе относятся: сизаль, новозеландский лен, юкка, текстильный банан (манильская пенька), рафия, агава и др.

В странах СНГ наибольшее значение из прядильных культур имеют хлопчатник, лен, конопля и кенаф, а в Республике Беларусь – лен-долгунец.

1. РАЗЛИЧИЯ ОСНОВНЫХ ПРЯДИЛЬНЫХ КУЛЬТУР ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

1.1. Стебель и листья

1. Стебель травянистый, в нижней части одревесневший, ветвящийся, высотой 1–3 м. Листья черешковые, первые 2–3 листа сердцевидной формы, остальные – 3–7-лопастные (хлопчатник).

2. Стебель округлый или ребристый, высотой 1,2–5 м. Нижние листья простые, яйцевидной формы, средние – рассеченные с 3–7 долями, верхние – ланцетовидные, с зубчатыми краями (кенаф).

3. Стебель гладкий, цилиндрический, тонкий, внутри полый, высотой 0,7–1,25 м. Листья ланцетные, сидячие, заостренные с восковидным налетом или голые, расположены на стебле поочередно (лен-долгунец).

4. Стебель снизу округлый, в средней части рифленый, к верхушке опять округлый, высотой 0,75–3 м. Лист сильно рассеченный, лопастный. Число лопастей и размер листа увеличиваются к середине стебля (конопля).

5. Стебель прямой, ветвящийся только наверху, округлый, высотой 2,5–7 м, покрыт волосками. Листья крупные, округло-сердцевидные, опушенные (канатник).

1.2. Цветки и соцветия

1. Цветки обоеполые, крупные, кремового или другого цвета, имеют 3 прицветника, зеленую чашечку, венчик из 5 лепестков. Цветки образуются на плодовых ветвях (хлопчатник).

2. Цветки обоеполые с 5 лепестками, кремовые с вишневым пятном, крупные. Расположены цветки в пазухах листьев, обычно одиночные, на коротких цветоножках (кенаф).

3. Цветки пятерного типа, обоеполые, обычно голубые, реже белые или розоватые, расположены на концах главного и боковых разветвлений в виде зонтиковидной кисти (лен).

4. Цветки раздельнополые. У женских растений цветки состоят из однолистного покрова, расщепленного с одной стороны, с прицветниками. Внутри пестик с 2 длинными перистыми рыльцами. Цветки собраны в плотную семенную головку в пазухах листьев. У мужских растений цветки с 5 зелеными лепестками околоцветника и 5 тычинками, собраны в рыхлую кисть на боковых ветвях метелки и на вершине стебля (конопля).

5. Цветки пазушные, желтые, образуются в верхней части стебля, собраны в рыхлую кисть (канатник).

1.3. Плоды

1. Плод – коробочка с 3–5 створками, крупная (длиной 10–50 мм, диаметром 10–70 мм), округло-яйцевидной или яйцевидно-конической формы с разной степенью вытянутости. Поверхность коробочки гладкая, слаборебристая или мелкоямчатая, голая или покрыта волосками. После созревания желтая или коричневая, растрескивается по швам. Внутри коробочки семена покрыты волосками (хлопчатник).

2. Коробочка заостренно-яйцевидная, пятигнездная, густо покрытая тонкими щетинками. Длина коробочки – 15–20 мм, ширина – 10–20 мм. Окраска желто-бурая, может растрескиваться, семян в коробочке до 20 штук (кенаф).

3. Коробочка пятигнездная, разделенная перегородками на 10 полугнезд, шаровидная, заостренная кверху, с 5 ребрами на поверхности. Диаметр ее – 6–11 мм. Окраска светло-желтая или коричневая. В каждом полугнезде – одно семя (лен).

4. Плод – орешек двустворчатый, округло-яйцевидной формы, слегка сжатый с боков, односемянный. Длина – 2,5–4,5 мм, ширина – 1,5–3 мм. Поверхность гладкая, мозаичная (конопля).

5. Плод – лучистая коробочка, состоящая из 11–30 плодолистиков, содержит 35–45 штук семян (канатник).

1.4. Семена

1. Семена яйцевидные, сдавленные, длиной 8–15 мм, шириной 3–8 мм. Окраска темно-коричневая. Поверхность семян опушена короткими и длинными волосками. Масса 1000 штук – 60–120 г (хлопчатник).

2. Семена неправильно-трехгранные, улиткообразные или запятовидные, слабо опушенные короткими жесткими волосками или голые. Окраска темно-серая. Длина семян – 4–5 мм, масса 1000 штук – 25–27 г (кенаф).

3. Семена яйцевидной формы, плоские с хорошо развитым и слегка загнутым носиком. Поверхность гладкая, блестящая, желто-коричневой или коричневой окраски. При намачивании семена ослизняются. Длина – 3–5 мм, ширина – 1,5–2,5 мм. Масса 1000 штук – 3–6,5 г (лен-долгунец).

4. Шаровидный орешек. Гладкий, серовато-зеленый, серовато-белый, бурый, мозаичный. Длина – 2,5–4,5 мм. Масса 1000 штук – 10–35 г (конопля).

5. Семена почковидной формы, темно-серые или черные. Масса 1000 семян – 10–18 г (канатник).

2. ЛЕН

2.1. Значение культуры

Лен – важная техническая и основная прядильная культура Республики Беларусь, которая выращивается в нашей стране на площади около 50 тыс. га. Льноводство всегда занимало особое место в экономике сельского хозяйства республики. Лен-долгунец возделывают, прежде всего, с целью получения волокна, которое обладает такими физическими свойствами, как высокая гигроскопичность, отличная сорбция теплоты, отсутствие электростатики, а также высокая прочность. Волокно льна-долгунца в 2–3 раза прочнее хлопкового. 1 кг льноволокна может служить сырьем для получения 1,6–2,4 $м^2$ различных тканей.

В последние годы в производстве льнопродукции прослеживается тенденция расширения ассортимента. В частности, разнообразится производство текстильных изделий, тканей, котонина, а также лекарств и сорбентов, косметики и многих других продуктов. Несмотря на постоянное расширение ассортимента из искусственных волокон, спрос на льняные изделия не снижается. В Беларуси льноволокно является единственным натуральным сырьем для текстильной промышленности, а также одним из товаров экспорта.

Значительную ценность для перерабатывающей промышленности представляют семена льна. В них содержится до 40–44 % быстровысыхающего масла и до 23 % белка. Льняное масло характеризуется высоким йодным числом и применяется для изготовления натуральной олифы, различных масляных красок и лаков, клеенок, термоизоляционных проводов, линолеума и т. д. Его используют в кулинарии, кондитерском производстве, парфюмерной, медицинской промышленности.

Получаемый при отжиме масла льняной жмых содержит 30–32 % белка, 3–5,5 % масла и большое количество крахмала. Он является высококонцентрированным кормом для всех видов животных. В 1 кг жмыха содержится 1,2 корм. ед. и 280 г переваримого протеина.

После первичной переработки стеблей льна выделяется костра, которую используют для производства бумаги, строительных плит, мебели и других бытовых изделий.

Короткое волокно (пакля) используется для изготовления веревок, в строительстве, для упаковочных и других целей. Таким образом, лен является безотходной культурой – в народном хозяйстве находят применение продукты, получаемые из всех частей растения.

2.2. Ботаническая характеристика

Лен относится к семейству льновых (*Linaceae*). Род *Linum* L. включает около 200 видов однолетних, многолетних, травянистых и полукустарниковых растений, распространенных в умеренных и субтропических районах. Важнейшим культурным видом, широко возделываемых во многих странах, является вид *Linum usitatissimum* L. – лен обыкновенный культурный. Он включает 5 подвидов: индоабиссинский, индостанский, средиземноморский, промежуточный и евразийский (табл. 1). В странах СНГ выращивают три последних подвида, а в Республике Беларусь – один евразийский подвид.

По принятой в настоящее время классификации евразийский подвид льна подразделяется на 4 группы разновидностей: лен-долгунец (*v. Elongata),* лен-кудряш, (*v. Brevimulticaulia*), лен-межеумок (*v. Intermedia*) и стелющийся лен (*v. Prostrate*).

Т а б л и ц а 1. **Признаки важнейших подвидов культурного льна**

Характеристика растения	Средиземноморский подвид	Промежуточный подвид	Евразийский подвид
Высота стебля, см	До 50	50–60	60–120 и более
Диаметр цветков, мм	Крупные, 25–31	Крупные и средние, 22–34	Мелкие, 15–24
Коробочки:	Крупные,	Средние,	Мелкие,
длина, мм	8,5–11,1	7,3–9,4	6,1–8,3
ширина, мм	7,6–8,5	6,9–7,5	5,7–6,8
Семена:	Крупные,	Средние,	Мелкие,
длина, мм	5,6–6,2	4,3–5,5	3,6–4,9
ширина, мм	2,8–3,1	2,1–2,7	1,8–2,4
масса 1000 семян, г	10–13	6,3–9,0	3,0–8,0

На волокно возделывается только лен-долгунец. Остальные разновидности возделываются как масличные культуры.

2.3. Определение групп разновидностей культурного льна

1. Лен-долгунец. Стебель высотой от 60 до 130 см, гладкий, прямой, цилиндрический, тонкий. Ветвится лишь в верхней части и обра-

зует 2–10 коробочек. У тонкостебельного льна диаметр стебля, измеряемый на уровне одной трети высоты, составляет 0,8–1,2 мм, среднестебельного – 1,3–2 мм и толстостебельного – более 2 мм.

2. Лен-кудряш. Стебель короткий, высотой 30–50 см. Ветвится как у основания, так и по всей длине. Образует до 60 и более коробочек. Волокно короткое, грубое. Семена крупные с высоким содержанием масла (32–47 %).

3. Лен-межеумок. Стебель средней высоты (50–70 см), менее ветвистый, чем у льна-кудряша. Ветви отходят от нижней части стебля (2–3 длинных побега). Имеет более длинное соцветие и большее число коробочек (15–25), чем лен-долгунец. Возделывается как на семена для получения масла, так и на волокно, уступающее по качеству волокну льна-долгунца. Выход волокна – 16–18 %.

4. Стелющийся лен. Многостебельное стелющееся растение высотой 45–70 см. Перед цветением стебли поднимаются. Возделывается ограниченно как масличная и прядильная культура (рис. 1).

Рис. 1. Разновидности культурного льна: *1* – лен-долгунец; *2*, *3* – лен-межеумок; *4* – лен-кудряш; *5* – стелющийся лен

Задание 1. Определить группы разновидностей льна и описать их признаки по форме табл. 2.

Таблица 2. **Определение групп разновидностей льна**

Признаки	Долгунец	Кудряш	Межеумок
1. Высота растений, см 2. Ветвистость стебля 3. Число стеблей на одно растение 4. Число коробочек на одно растение 5. Масса 1000 семян, г 6. Масса семян с растения, г 7. Содержание масла в семенах, %			

2.4. Морфологические признаки льна-долгунца

Лен-долгунец – однолетнее двудольное растение. Корень стержневой, проникает в почву на глубину до 1,5 м. Корневая система состоит из множества тонких, нитевидных корней, однако она развита слабо. Основная масса корневой системы льна-долгунца расположена в верхнем слое почвы. У возделываемого в более засушливых районах льна-кудряша и стелющегося льна корни развиты лучше и проникают в почву на большую глубину. По отношению к наземной массе корневая система льна составляет 8–10 % от массы растения (рис. 2).

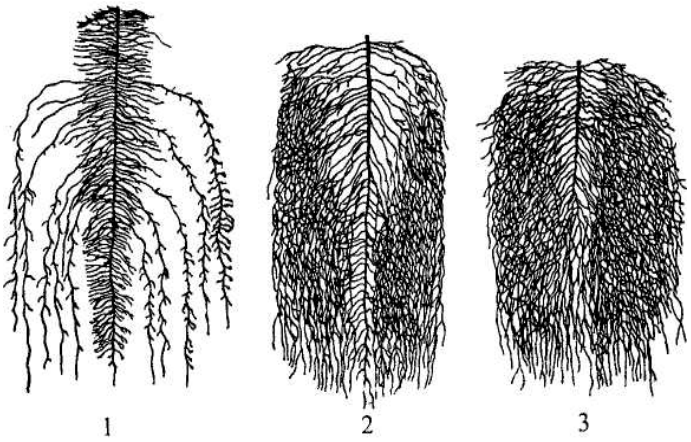

Рис. 2. Корневая система льна:
1 – долгунца; *2* – кудряша; *3* – стелющегося льна

Стебель светло-зеленый, в зрелом состоянии желтый, покрыт восковым налетом. Достигает в высоту 1–1,3 м и является основной продуктивной частью растения. Содержит в зависимости от сорта и условий выращивания от 20 до 30 % и более волокна. Различают его общую и техническую длину. Общая длина стебля измеряется расстоянием от места прикрепления семядольных листочков до места прикрепления самой верхней коробочки растения, а техническая длина – от места прикрепления семядолей до начала разветвления соцветия. Лен обеспечивает получение высококачественного волокна при длине стеблей не ниже 70 см и диаметре 1–2 мм.

Листья льна сидячие, без черешков, линейно-ланцетной формы, зеленые, расположены на стебле поочередно по спирали. Длина листа – 36–40 мм, ширина – 2–4 мм. Покрыты слабым восковым налетом.

Цветки пятерного типа. Состоят из чашечки с 5 чашелистиками, обычно остающейся при плоде, и 5 голубых лепестков. Известны формы льна с иной окраской – белой, розовой, фиолетовой. Тычинок 5, завязь пятигнездная с 5 столбиками. Цветки располагаются на верхушке стебля и его боковых разветвлениях, образуя соцветие в виде зонтиковидной кисти. Каждый цветок цветет одно утро. Лен – самоопыляющееся растение, но возможно и частичное перекрестное опыление.

Плод – коробочка округлой формы, заостренная сверху. Длина ее – 6–8 мм, ширина – 5,5–6,5 мм. Коробочка внутри разделена на 5 гнезд, из которых каждое разделено еще неполной перегородкой на 2 части. В каждом полугнезде формируется одно семя. В целом в коробочке содержится обычно 10 семян. Выход семян от массы необмолоченных растений составляет около 12–13 %.

Семя льна-долгунца яйцевидной формы, плоское с клювовидно-загнутым носиком, гладкое, блестящее, обычно коричневой окраски разных оттенков. Величина его колеблется от 3 до 5 мм, а масса 1000 штук – от 3,5 до 6,5 г. Жира в семенах содержится 35–40 %, белка – до 23 %. Семя состоит из зародыша, окруженного тонким слоем эндосперма, покрытого снаружи оболочкой. Зародыш льняного семени состоит из 2 семядолей, корешка и почечки. Оболочка семени содержит особую слизь, придающую ему скользкую поверхность. При прорастании семена выносятся на поверхность почвы, оболочка разрывается и семядоли раскрываются. Вскоре между семядолями начинает развиваться почечка, образующая первые настоящие листья льна.

Корень льна-долгунца стержневой с густой сетью коротких боковых корешков. Основная масса корней располагается в верхнем слое почвы. По отношению к надземной массе корневая система льна составляет 8–10 % от массы растения.

Задание 2. Описать лен-долгунец по морфологическим признакам по форме табл. 3.

Т а б л и ц а 3. **Морфологические особенности льна-долгунца**

Признаки	Описание
1. Семейство (латинское название) 2. Вид (латинское название) 3. Стебель 4. Листья 5. Цветки 6. Соцветия 7. Плоды 8. Семена	

2.5. Анатомическое строение стебля льна-долгунца

На поперечном разрезе стебля льна видно несколько значительно различающихся между собой тканей: эпидермис (кожица), кора, камбий, древесина и сердцевина.

Снаружи стебель покрыт защитной тканью – эпидермисом, состоящим из одного ряда утолщенных клеток, покрытых водо- и газонепроницаемой с восковидным налетом пленкой – кутикулой. Толщина эпидермиса составляет 10–20 мкм.

Под эпидермисом располагается паренхимная ткань с волокнистыми пучками – кора. Кора является главной частью стебля льна, так как именно здесь располагаются лубяные пучки.

Лубяные пучки в виде кольца располагаются по всему стеблю и имеют различную плотность и форму. Лучшее волокно получают из стеблей, содержащих плотно расположенные многоклеточные волокнистые пучки округлой формы. На поперечном разрезе стебля их число может колебаться от 20 до 40.

В каждый волокнистый пучок входят на поперечном срезе от 10–15 до 40–50 элементарных волокон. Они сильно вытянутые, веретеновидные, длиной 20–120 мм, диаметром 10–30 мкм. Оболочка элементарных волокон многослойная, мало одревесневшая, внутри клетки имеется полость. Чем толще оболочка и меньше полость клетки, тем крепче волоконце. От размера клеток (их толщины) зависит и скручиваемость волокна при прядении.

Формирование волокна начинается еще в фазе «елочки». Особенно активно волокнистые клетки нарастают в период быстрого роста – бутонизации. К фазе цветения образование волокнистых клеток в основ-

ном заканчивается, но продолжается формирование волокнистых пучков: изменяется форма клеток, утолщаются их стенки, изменяется химический состав.

Элементарные волокна многогранной формы, с небольшим просветом и большей длиной, формируют более плотные пучки и обусловливают получение более тонкого и прочного волокна (рис. 3).

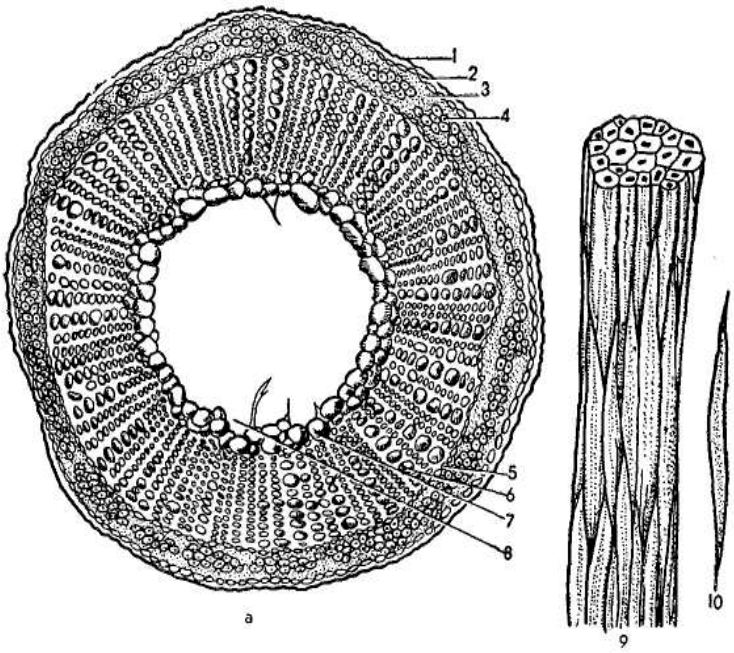

Рис. 3. Анатомическое строение стебля льна-долгунца: *а* – поперечный срез стебля (*1* – кутикула, *2* – эпидермис, *3* – коровая паренхима, *4* – лубяные пучки, *5* – камбий, *6* – древесина, *7* – сердцевина, *8* – полость); *б* – продольно-поперечный разрез стебля; (*9* – выделенный лубоволокнистый пучок, *10* – элементарное волокно)

В различных частях стебля содержится разное количество и неодинаковое по качеству волокно. У основания стебля количество волокна невелико (около 12 %), к середине стебля содержание волокна увеличивается (до 35 %), в верхней части – вновь падает (28–30 %).

Выход волокна и его качество во многом зависят от длины и толщины стебля, а также от его химического состава.

Основой волокна является целлюлоза. Целлюлоза придает волокну и тканям прочность, гибкость, эластичность, гигроскопичность, мягкость и блеск.

Пространство между волокнистыми клетками (срединные пластинки) заполнено пектиновыми веществами. Они склеивают между собой элементарные волоконца в пучке и пучки с клетками коры. Содержание пектиновых веществ от абсолютно сухого вещества составляет в среднем 3,5 %.

В льняном волокне присутствует также лигнин (2,5–4,5 %), с содержанием которого связана степень одревеснения волокна, его толщина и гибкость.

В стебле льна содержатся экстрактивные органические вещества, которые при мочке переходят в мочильную жидкость и служат питательной средой для пектиноразлагающих микроорганизмов. К ним относятся антоцианы, гликозиды, фенилкарбоновые кислоты, таниды, дубильные вещества, водорастворимые углеводы. Погодные условия, приемы возделывания и сроки уборки существенно влияют на химический состав льносоломы и на продолжительность мочки, на выход и качество волокна.

Образовательной тканью у стеблей льна является перицикл и камбий. Перицикл способствует образованию клеток первичного луба и коры, а камбий – клеток флоэмы и ксилемы. Между деятельностью камбия и перицикла существует антагонизм. При загущении посевов угнетается деятельность камбия, поэтому в таких посевах формируются более тонкие стебли льна с более высоким содержанием волокна.

Древесная часть стебля, как и волокнистые пучки, придает волокну прочность.

У молодых растений льна в центральной части стебля залегает сердцевина, состоящая из тонкостенных, рыхло сложенных клеток. По объему сердцевина занимает в стебле наибольший удельный вес (48–50 %). К созреванию клетки сердцевины разрушаются и внутри стебля образуется полость. Это и позволило называть стебли льна соломой.

Для выделения волокнистых пучков из стебля необходимо разрушить связь пучков с другими тканями. Для этого разрушают пектиновые вещества, склеивающие лубяные пучки с этими тканями.

По толщине стебли льна-долгунца делятся на тонкостебельные диаметром от 0,8 до 1,2 мм, среднестебельные – от 1,3 до 2 мм и толстостебельные – 2,1 мм и более. Толщину стебля измеряют на середине технической длины. У тонких стеблей волокно лучшего качества.

Задание 3. Изучить анатомическое строение стебля льна-долгунца (выполнить рисунки поперечного среза стебля, пучков и элементарных волоконец).

2.6. Рост и развитие растений льна-долгунца

У льна-долгунца отмечают следующие основные фазы развития: всходы, фаза «елочки» (медленного и быстрого роста), бутонизация, цветение и созревание.

Определяют фазы развития у льна-долгунца путем осмотра 10 типичных растений в 4 местах участка. Осмотр растений каждый раз производят на некотором расстоянии от места предыдущего наблюдения.

У большинства районированных в Республике Беларусь сортов льна-долгунца длина вегетационного периода составляет 75–90 дней. При жаркой и сухой погоде вегетационный период может сокращаться до 60–65 дней, а в холодный дождливый год увеличиваться до 100 дней и более.

Межфазные периоды: всходы – «елочка», когда идет медленный рост, обычно составляет 15–25 дней. Быстрый рост длится 12–20, а массовое цветение – 6–10 дней. После массового цветения фаза зеленой спелости наступает примерно через 15 дней, ранней желтой спелости – через 25–30 дней, а желтой – через 35–40 дней (рис. 4).

Фаза всходов отмечается при появлении на поверхности почвы семядольных листочков.

Фазы «елочки»:

а) период медленного роста. Из почки между семядольными листочками развивается стебель с настоящими листьями (до 5–6 пар). Высота растений достигает 5–10 см. Листья располагаются на стебле густо, придавая вид «елочки». Суточный прирост в высоту составляет 0,3–0,6 см, но быстро растут корни. На листьях хорошо выражен восковидный налет, и растения льна мало восприимчивы к гербицидам;

б) период быстрого роста. Растения быстро растут, суточный прирост достигает 3–5 см. Идет формирование лубяных клеток и закладка генеративных органов. В верхней части стебля образуются боковые разветвления.

Фаза бутонизации. Высота растений достигает 60 см и более. На верхушке главного стебля и его боковых разветвлений появляются бутоны будущих цветков. Продолжается рост стебля и формирование волокнистых пучков в стебле. В фазе бутонизации формируется 55–70 % урожая волокна.

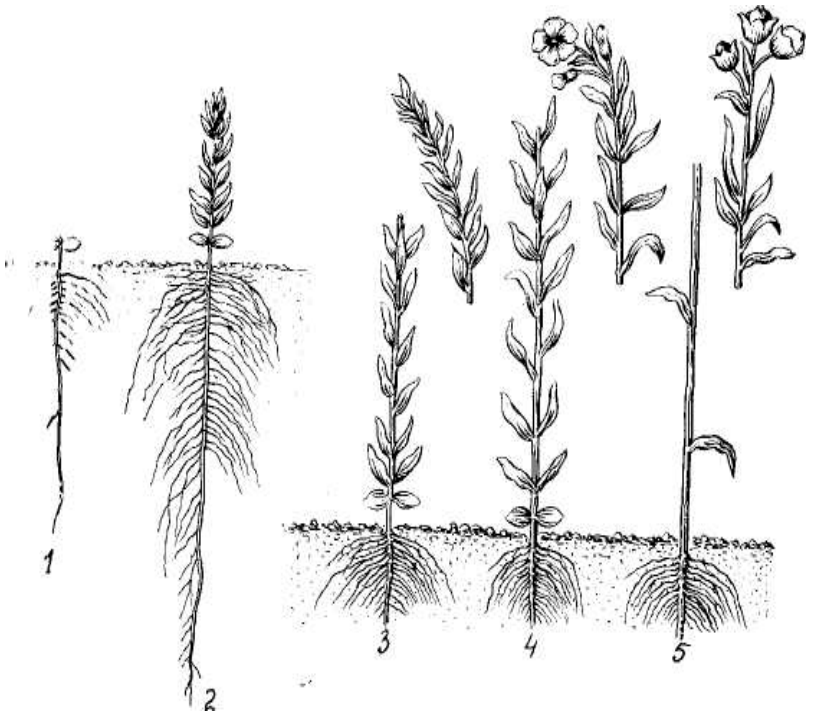

Рис. 4. Фазы роста льна-долгунца:
1 – всходов, или семядолей; *2* – «елочки»;
3 – бутонизации; *4* – цветения; *5* – созревания

Фаза цветения. Бутоны раскрываются, начинается цветение. Первым раскрывается цветок на верхушке главного побега, затем – на боковых разветвлениях. Каждый цветок цветет несколько часов и обычно к 9–10 часам утра лепестки опадают. К концу цветения полностью прекращается рост стебля.

Фаза созревания связана с полным развитием завязи и превращением ее в плод. Формируются семена, идет быстрое одревеснение тканей стебля. Различают фазы спелости стебля – зеленая, ранняя желтая, желтая и полная.

Зеленая спелость. Стебли, коробочки и соцветия зеленые, а листья желтеют только в нижней трети стебля. Семена зеленые с белым носиком. Волокнистые клетки округлые с большими просветами, волокнистые пучки рыхлые. Волокно получается тонкое, но непрочное.

Ранняя желтая спелость. Весь стебель, за исключением верхушки, светло-желтый. Листья в нижней части стебля осыпаются, в средней – желтеют, а на верхушке растения остаются зелеными. Коробочки желтеют. Семена светло-желтые. После дозревания семена пригодны на семенные цели. Волокно имеет наилучшее качество.

Желтая спелость. Стебли и листья желтые. Листья сохраняются только на верхней трети стебля. Большинство коробочек желто-бурые. Окраска семян переходит в коричневую. Качество семян хорошее. Волокно начинает грубеть, и выход его уменьшается.

Полная спелость. Основная масса коробочек светло-коричневой и буроватой окраски. В жаркую погоду коробочки способны растрескиваться. Семена коричневые, гладкие, блестящие, при встряхивании коробочек гремят. Листья засыхают и опадают. Качество волокна снижается, увеличиваются потери семян.

2.7. Отношение льна-долгунца к факторам жизни и условиям произрастания

Отношение к температуре. Лен-долгунец – культура умеренного климата.

Семена льна могут прорастать при температуре 3–5 °С. Оптимальные условия для появления всходов складываются при среднесуточной температуре воздуха 12–14 °С. Всходы способны переносить понижение температуры до –3...–4 °С почти без повреждений. При выращивании льна-долгунца в условиях жаркой погоды выход и качество волокна снижается.

В первые дни после появления всходов оптимальная среднесуточная температура воздуха составляет 9–12 °С. Такая температура достаточна для роста и развития льна в этот период и одновременно сдерживает пробуждение и перелет на посевы льняной блошки. Оптимальной температурой для формирования вегетативных органов льна считается 14–16 °С, для формирования генеративных органов – 16–18 °С. Резкие перепады между дневными и ночными температурами отрицательно сказываются на урожае. Сумма эффективных температур, обеспечивающих завершение периода всходы – цветение составляет 420–440 °С, периода цветение – образование коробочек – 410 °С.

Общая потребность льна в сумме активных температур (выше 10 °С) составляет 1100–1500 °С в зависимости от скороспелости сорта.

Отношение к влаге. Лен-долгунец – влаголюбивое растение. На образование единицы сухого вещества в течение вегетационного периода он расходует 400–430 единиц воды (транспирационный коэффициент)

и более. Высеянные в почву семена при набухании поглощают не менее 100 % воды по отношению к собственной массе.

Оптимальные условия влагообеспеченности: для появления всходов – при запасах влаги, близких к полевой влагоемкости (ПВ), что составляет 30–40 мм в пахотном слое (0–20 см); в фазе «елочки» – при 60 %; в фазе цветения – при 80 % и в фазе созревания при 40–60 % ПВ.

Условия оптимальной влагоемкости складываются, если в период от всходов до цветения выпадает не менее 100 мм осадков, а в период созревания – 40–60 мм. Лен наиболее требователен к влаге в период быстрого роста. При достаточном количестве влаги в данный период лубяные волокна в большом количестве и хорошего качества образуются равномерно по всей длине стебля. При недостатке влаги в почве в период быстрого роста значительно сокращается количество волокнец в стебле и снижается качество волокна.

При выпадении за вегетационный период более 250 мм осадков возникает избыток влаги в почве, что приводит к полеганию растений и, как следствие, к потерям урожая. Лен-долгунец также полегает при выращивании его на почвах с близким уровнем залегания грунтовых вод.

Отношение к свету. Лен-долгунец – растение длинного дня. Он сильно реагирует не только на изменение продолжительности светового дня, но и на интенсивность света. При недостатке света снижается интенсивность фотосинтеза и уменьшается устойчивость стебля к полеганию. Сильное солнечное освещение может вызвать ветвление стеблей, снижает урожайность и качество волокна. Умеренная интенсивность освещенности растений, которую в определенной мере можно регулировать густотой их стояния, положительно сказывается на анатомическом строении стебля, урожае волокна. Росту и развитию льна-долгунца благоприятствует нежаркое лето с большим количеством обычных и даже пасмурных дней.

Отношение к почвам. Лучшими почвами для льна-долгунца являются структурные, плодородные, хорошо окультуренные дерново-подзолистые почвы со слабокислой реакцией (pH_{KCl} 5,0–5,5), с глубоким пахотным слоем. На почвах с нейтральной или близкой к ней реакцией среды за счет избыточного поступления в растения азота и кальция существенно снижается урожайность и особенно качество льноволокна. Вредно для льна высокое содержание подвижных форм алюминия. По гранулометрическому составу под лен наиболее пригодны легкие и средние суглинки, связные супеси. Таких почв в Республике Беларусь более 40 %. Наиболее высокие урожаи льноволокна получают на дерново-подзолистых почвах, сформировавшихся на мо-

ренных суглинках. Таких почв в республике 11–12 % от всей площади, и встречаются они не только в северной и центральной, но и в южной части Беларуси. Мало подходят для возделывания льна тяжелые глинистые и легкие песчаные почвы, бедные питательными веществами. Снижается урожайность льна также при возделывании его на почвах, подстилаемых песком, с маломощным пахотным слоем. Оптимальная плотность почв, при которой складываются наиболее благоприятные водно-физические условия для растений льна, колеблется в диапазоне 1,25–1,35 г/см^3.

Отношение льна к элементам питания. На формирование урожая лен расходует сравнительно небольшое количество питательных веществ. Вместе с тем он предъявляет высокие требования к питательному режиму. Это объясняется слабой усвояющей способностью корней по отношению к труднорастворимым питательным веществам, слаборазвитой корневой системой и размещением ее в небольшом объеме почвы пахотного слоя, коротким отрезком времени, на протяжении которого поглощается основное количество элементов почвенного питания (период быстрого роста). Однако период максимального поглощения того или иного элемента из почвы не всегда совпадает с критическим. У льна-долгунца критический период по отношению к азоту отмечается от фазы «елочки» до фазы бутонизации. Последствия азотного голодания до фазы «елочки» легко ликвидируются внесением азота в начале периода быстрого роста. Недостаток азота после фазы цветения не оказывает влияния на урожай и качество волокна. Избыточное азотное питание приводит к полеганию растений, снижению прочности волокна, ухудшению гибкости.

Фосфор способствует формированию тонких стеблей с высоким качеством волокна, повышает урожайность семян, устойчивость растений к полеганию, ускоряет их развитие. Критический период по отношению к фосфору начинается с первых дней жизни льна и продолжается до фазы «елочки».

Калий принимает участие в процессах фотосинтеза и передвижении углеводов в растении. При достаточном обеспечении другими элементами питания калий повышает содержание волокна в стеблях, устойчивость к полеганию и улучшает качество (крепость). Калию отводится значительная роль в формировании урожая семян. Критический период по отношению к калию приходится на первые 3 недели жизни, а также на фазы бутонизации и цветения.

Максимальные урожаи льноволокна и семян можно получить на почвах окультуренных, если в них содержится не менее 150 мг/кг почвы подвижного фосфора (P_2O_5). Оптимальный уровень содержания

подвижного калия для дерново-подзолистых почв составляет около 200 мг/кг почвы.

Лен очень чувствителен к содержанию в почве бора, цинка, меди, железа и других микроэлементов. При их недостатке снижается устойчивость растений к неблагоприятным условиям (недостатку влаги, повышению или понижению температуры и др.), болезням, повышается склонность к полеганию.

2.8. Технология возделывания льна-долгунца

Предшественники. Хорошие предшественники для льна – озимые и яровые зерновые, зернобобовые. Не допускаются посевы льна после кукурузы, картофеля, корнеплодов, крестоцветных культур, клевера и по пласту многолетних трав. Допустимый срок возврата льна на прежнее поле – 5–6 лет.

Система обработки почвы. После уборки зернового предшественника не позднее чем через 3–5 дней проводят лущение стерни на глубину 5–7 см дисковыми лущильниками (АПД-4, АПД-6, АПД-7,5 и др.) или чизельно-дисковыми культиваторами и агрегатами типа КПМ-4, КЧД-6, АКМ-4, АКМ-6 и др.

Вспашку после лущения стерни проводят через 10–14 дней при появлении всходов сорных растений, а после обработки гербицидами – через 15–20 дней оборотными плугами для гладкой пахоты (ППО(4+1)-40КЗ, ППО-5-40 и др.) или плугами общего назначения (ПКМ-5-40Р, ПКМ-6-40Р и др.) на глубину пахотного слоя почвы. Весной вспашка не допускается.

Культивацию проводят по типу полупара на глубину 10–12 см. Используют культиваторы типа КПС-6, КП-8 и др.

Весеннюю культивацию необходимо начинать при наступлении физической спелости почвы и проводить культиваторами типа КПС-6, КП-9 и др. на глубину 8–10 см.

Предпосевная обработка почвы проводится в день посева на глубину заделки семян на легких супесчаных и легкосуглинистых почвах агрегатами типа АКШ, а на легко- и среднесуглинистых – типа АКП-4, АКП-6 с активными рабочими органами.

При использовании комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов с активными и пассивными рабочими органами отдельное выполнение предпосевной обработки почвы не требуется.

Удобрение. Лен-долгунец – культура высокочувствительная к пищевому режиму. Высокая требовательность к плодородию почвы объясняется слаборазвитой корневой системой с невысокой усвояющей

способностью и коротким вегетационным периодом. Лен плохо использует питательные элементы из труднодоступных соединений почвы.

С 1 т основной продукции с учетом побочной лен выносит 58,1 кг азота, 22,9 кг P_2O_5, 73,0 кг K_2O, 15,0 кг CaO, 7,8 кг MgO и 16,0 кг SO_4.

Критические периоды в питании растений: по азоту – от фазы «елочки» до бутонизации, по фосфору – от всходов до образования 10–12 листьев (до фазы «елочки») и по калию – в первые 3 недели роста (фаза «елочки»), а также в фазу бутонизации, когда калий необходим растениям для образования семян и волокна.

При недостатке азота рост льна задерживается, образуются короткие и тонкие однокоробчатые растения, не обеспечивается высокий урожай. В то же время избыток азота усиливает образование листьев, при этом стебель затеняется, быстро вытягивается и полегает, так как механические ткани не успевают окрепнуть. Образуется рыхлое непрочное волокно, задерживается созревание семян.

Фосфорное голодание приводит к приостановлению роста стебля, уменьшению его технической длины, снижению урожайности семян и прочности волокна.

Недостаточное калийное питание в первые 3 недели после всходов ослабляет образование волокна, а после бутонизации ухудшает качество и снижает урожайность волокна.

К фазе «елочки», когда рост незначителен, растения льна усваивают 16–36 % азота, 6–15 % фосфора и 11–12 % калия от общего потребления этих элементов. К моменту цветения лен усваивает 60–84 % азота, 63–80 % фосфора и 71–90 % калия от общего потребления в зависимости от сортовых особенностей. Максимальное количество элементов питания лен получает в период быстрого роста – от конца фазы «елочки» до цветения.

Лен – типичный хлорофоб. Хлор снижает урожайность и ухудшает качество урожая.

При определении доз удобрений под лен возникает ряд специфических трудностей, обусловленных биологическими особенностями этой культуры (невысокая усвояющая способность корневой системы, короткий период их потребления, повышенная чувствительность к концентрации почвенного раствора и недостатку влаги). Лен больше, чем другие культуры, требует соблюдения доз и правильного соотношения элементов питания, равномерного распределения удобрений по полю.

На почвах, хорошо обеспеченных азотом (с содержанием гумуса 2 % и более), соотношение между азотом, фосфором и калием должно составлять 1:3:4, а на бедных (меньше 1,5 % гумуса) – 1:2:2. Система удобрения для льна-долгунца рекомендуется трехчленная: основное

(допосевное) внесение удобрений, припосевное в рядки при посеве и подкормка микроэлементами.

Наиболее пригодными почвами для возделывания льна являются дерново-подзолистые автоморфные (нормального увлажнения) и временно избыточно увлажненные средне- и легкосуглинистые, связносупесчаные, подстилаемые моренными суглинками и песками, а также рыхлосупесчаные, подстилаемые моренными суглинками ближе 1 м.

Не следует размещать посевы льна на полях мелкоконтурных, крутосклоновых и завалуненных.

При подборе почв для посева льна определяющим фактором является показатель кислотности почвы. Для льна оптимальное значение pH_{KCl} находится в узком интервале – 5,0–5,6 единицы. При посеве на почвах с pH_{KCl} более 6,0 единиц лен поражается кальциевым хлорозом, в силу чего резко снижаются урожайность и качество волокна.

При уровне pH_{KCl} 5,7–5,8 избыток кальция можно нейтрализовать дополнительным внесением калийных удобрений.

На урожайность льна отрицательно действует также повышенное содержание в почве алюминия. Избыток подвижного алюминия (более 2 мг/кг почвы) вызывает токсикоз, стеблестой изреживается, урожайность снижается. Лен чувствителен к недостатку бора и цинка, особенно на известкованных почвах.

Важнейший фактор, обеспечивающий высокую урожайность и качество льноволокна, – сбалансированное питание растений (макро- и микроэлементами).

В настоящее время разработаны марки комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений, содержащих необходимые макро- и микроэлементы (бор, цинк, железо) и, при необходимости, регуляторы роста растений, в том числе: марка NPK 6:21:32 с B, Zn, Fe, предназначенная для почв с низким содержанием фосфора; NPK 5:16:35 с B, Zn, Fe – для почв со средним и повышенным содержанием фосфора и низким содержанием калия; NPK 7:15:29 с B, Zn, Fe – для почв с высоким содержанием фосфора и калия. Удобрения рекомендуются для внесения в основную заправку почвы.

В рядки при посеве следует применять 15–20 кг д. в/га P_2O_5. Можно использовать комплексные удобрения аммофос и аммонизированный суперфосфат.

Дозы комплексных удобрений на дерново-подзолистых почвах под лен-долгунец рассчитываются по азоту в зависимости от уровня планируемой урожайности и содержания в почве подвижных соединений фосфора и калия (табл. 4).

Таблица 4. **Дозы комплексных удобрений под лен-долгунец на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах**

Комплексные удобрения	Содержание P_2O_5 и K_2O, мг/кг почвы	Планируемая урожайность (волокно), ц/га			
		7–9	10–12	13–15	>16
		Дозы удобрений, кг/га			
$N_6P_{21}K_{32}$ с 0,22 % B, 0,3 % Zn и 0,2 % Fe	101–250	**250*** $N_{15}P_{53}K_{80}$**	**330*** $N_{20}P_{70}K_{105}$**	**400*** $N_{24}P_{84}K_{128}$**	**500*** $N_{30}P_{105}K_{160}$**
	200–400				
$N_5P_{16}K_{35}$ с 0,17 % B, 0,26 % Zn и 0,2 % Fe	250–400	**300*** $N_{15}P_{48}K_{105}$**	**400*** $N_{20}P_{64}K_{140}$**	**500*** $N_{25}P_{80}K_{175}$**	**600*** $N_{30}P_{96}K_{210}$**
	140–200				

***** Физическая масса удобрения на 1 га, кг.

** Доза внесения на 1 га действующего вещества, кг.

Максимально допустимой дозой азота при размещении посевов льна после небобовых предшественников является 35 кг д. в/га. Если лен возделывается после зернобобовых и пропашных, по обороту клеверного пласта (зерновые), то дозы азотных удобрений необходимо уменьшить на 10–15 кг д. в/га. Более высокие их дозы приводят к полеганию стеблестоя, усиливают заболеваемость растений, снижают урожайность и качество льнопродукции.

При отсутствии в хозяйствах комплексных форм удобрений для льна рекомендуется применение стандартных форм удобрений (азотных, фосфорных, калийных).

Для внесения твердых комплексных и стандартных форм азотно-фосфорно-калийных удобрений под лен применяют штанговые машины РШУ-12, СУ-12, МТТ- 4Ш или центробежные машины РДУ-1,5, РУ-2000, «Alfa», «Rauch», которые обеспечивают равномерное внесение удобрений.

Из *микроэлементов* для льна наиболее важны бор и цинк. Лучшим способом их применения являются некорневые подкормки в фазе «елочки» – 150 г д. в/га бора и 250 г д. в/га цинка (можно совмещать с химической прополкой посевов).

Подготовка семян к посеву и посев. Посев льна ведут элитными (ЭС) или репродукционными ($РС_{1–3}$) семенами высоких посевных кондиций с чистотой не менее 97–98 %, имеющими всхожесть не ниже 80–90 %, общую зараженность возбудителями болезней не более 10–20 % в зависимости от категории семян по этапам семеноводства.

Для повышения посевных качеств семян применяют основную, а в случае необходимости дополнительную очистку. Основную очистку семян проводят после уборки перед засыпкой на хранение машинами МЗУ-40, ОС-4,5, ОС-4,5А, МВ-2,5, СМ-4, К531/1 «Петкус-Гигант», К-522. Для очистки семян льна от трудноотделяемых семян

сорных растений, особенно плевела льняного, используют семяочистительную установку СОМ-300, а также электромагнитные машины ЭМС-1А и СМШ-0,4 с предварительной обработкой семян магнитным порошком – трифолином.

Для обеззараживания семена за 2–3 недели до посева протравливают одним из следующих протравителей: инсекто-фунгицидного действия – Круйзер Рапс, 321, 3 г/л СК (1–1,2 л/г); фунгицидного действия – Витовакс 200 ФФ, 34 % с.к. ВСК (1,5–2 л/т); Ламадор, 400 г/л КС (0,15 л/т); Тебу 60, 60 г/л МЭ (0,4–0,5 л/г); ТМДТ, 400 г/л ВСК (3–5 л/т); инсектицидного действия – Имадор Про, 200 г/л (2,5 л/т); Табу, 500 г/л ВСК (1 л/г). При этом целесообразно использовать метод инкрустации. Для усиления защитного эффекта протравителей к ним, особенно при повышенной зараженности бактериозом и другими болезнями, рекомендуется добавлять микроэлементы: борную кислоту (17 %) – 125–250 г/ц, молибденово-кислый аммоний (52 %) – 200 г/ц и сернокислый цинк (22,7 %) – 200–350 г/ц. Инкрустация семян снижает поражение посевов льна болезнями в 2–3 раза и повышает их урожайность на 15–25 %.

Для протравливания семян льна применяют машины ПСК-15, ПС-20, ПС-20М-4, «Маэстро», «Мобитокс супер», «Аграно» и др.

Посев. Сроки сева льна выбирают с таким расчетом, чтобы получить дружные всходы и заданную густоту. Лен ранних сроков сева раньше созревает, уборка урожая и приготовление тресты проходят в лучших условиях, что способствует повышению урожайности и качества льнопродукции. При запаздывании с посевом лен в большей мере поражается болезнями, особенно ржавчиной, и более склонен к полеганию, что в конечном счете приводит к снижению урожайности и качества.

Оптимальные сроки посева льна наступают при достижении почвой на глубине 5–10 см температуры 7–8 ^{o}С и влажности 50–60 % от полной влагоемкости. Посев необходимо провести в сжатые сроки, за 4–5 дней. На легких супесчаных почвах лен следует сеять раньше, чем на более связных суглинистых и глинистых.

Высокий урожай льна с хорошим качеством волокна можно получить только при оптимальной густоте стеблестоя, которая определяется нормой высева. Установлено, что нормы высева льна-долгунца следует дифференцировать в зависимости от плодородия почвы, доз удобрений, устойчивости сорта к полеганию. При посеве на хорошо окультуренных почвах норма высева семян составляет 18–20 млн., среднеокультуренных – 20–22 млн. всхожих семян на 1 га. Указанные

нормы высева обеспечивают оптимальную густоту стеблестоя к моменту уборки – 1700–1800 растений на 1 м^2 и надежную устойчивость его к полеганию.

Для установления массовой нормы высева по количеству хозяйственно годных семян пользуются следующей формулой:

$$НВ = \frac{К \cdot М \cdot 100}{ПГ},$$

где НВ – норма высева семян, кг/га;

К – количество высеваемых семян, млн. шт/га;

М – масса 1000 семян, г;

ПГ – посевная годность семян, %.

Посевная годность определяется по формуле

$$ПГ = \frac{Ч \cdot В}{100},$$

где Ч – чистота семян, %;

В – лабораторная всхожесть семян, %.

Глубина заделки семян на суглинистых почвах составляет 1–2 см, а на супесчаных – 2–3 см. Способ посева узкорядный с шириной междурядий 7,5 см. Обычно используют специальные льняные сеялки СЗЛ-3,6, которые для полноты заделки семян оборудуются легкими прутковыми каточками. Высокое качество сева обеспечивают сеялки СПУЛ-4, СПУ-6МЛ, Амазоне Д-303 «Лемкен», АПП-3АЛ, АПП-3АБ-АА. Обязательным агротехническим приемом является применение технологической колеи.

Уход за посевами льна-долгунца включает своевременное разрушение почвенной корки, борьбу с сорняками, вредителями и болезнями. Корка образуется обычно на глинистых почвах при обильном выпадении осадков в период от посева до появления всходов и установившейся в этот период жаркой сухой погоде. Почвенная корка способствует усиленному испарению почвенной влаги, препятствует доступу кислорода к семенам, затрудняет выход проростков льна на поверхность. Для ее разрушения применяют легкую зубовую борону ЗБП-0,6А или сетчатую борону БСО-4А, пуская их поперек прохода посевного агрегата. Если семена еще не проросли, почвенную корку можно разрушить кольчатыми катками или ротационными мотыгами.

Система мероприятий по химической защите льна-долгунца. На полях, предназначенных для посева льна-долгунца, после уборки раноубираемого предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами: Радуга, 360 г/л в.р. (4–6 л/га); Раундап, 360 г/л в.р. (4–6 л/га); Торнадо, 360 г/л в.р. (4–6 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее чем через 15 дней после обработки.

Для борьбы с однолетними двудольными сорняками проводится опрыскивание почвы после посева до всходов льна-долгунца препаратом Каллисто, 480 г/л КС (0,2–0,3 л/га).

В фазе начала всходов против льняных блошек проводится краевая обработка полей шириной 30–50 м препаратами: Децис профи, 250 г/кг ВДГ (0,03 кг/га); Каратэ зеон, 50 г/л МСК (0,1–0,15 л/га); Фаскорд, 100 г/л КЭ (0,1 л/га).

Для снижения поражения растений льна такими болезнями, как антракноз, фузариоз, пасмо, в фазу «елочки» проводится опрыскивание фунгицидами: Амистар экстра, 280 г/л СК (0,5 л/га); Азофос модифицированный, 50 % КС (4 л/га); Рекс дуо, 497 г/л КС (0,6 л/га); Феразим, 500 г/л КС (1 л/га).

Контроль над однолетними двудольными сорняками осуществляется при обработке посевов при высоте растений 3–10 см следующими препаратами: Агритокс, 500 г/л ВК (0,7–1,2 л/га); Гербитокс, 500 г/л ВРК (0,7–1,2 л/га). Против однолетних двудольных сорняков, в том числе устойчивых к 2М-4Х, рекомендованы Базагран, 480 г/л в.р. (3–4 л/га); Хармони, 75 % с.т.с. (10–25 г/га); Хармони (10–15 г/га) + Агритокс (0,7 л/га).

При опрыскивании посевов в фазу «елочки» культуры (против мари белой в фазу не более 2 настоящих листьев сорняка) гербицидами Секатор турбо, 375 г/л МД (0,05–0,1 л/га); Магнум, 600 г/л ВДГ (8–10 г/га); Пикадор, 750 г/кг ВДГ (15–20 г/га) уничтожаются однолетние двудольные сорняки, в том числе устойчивые к 2М-4Х, и некоторые многолетние двудольные.

При произрастании в посевах видов осота возможна обработка посевов в фазу розетки сорняков гербицидами Агрон, 300 г/л ВР (0,3 л/га); Лонтрел 300, 300 г/л ВР (0,1–0,3 л/га).

Для контроля однолетних и многолетних злаковых сорняков проводится опрыскивание посевов в фазу 2–6 листьев у однолетних сорняков и при высоте пырея ползучего 10–15 см следующими гербицидами: Арамо 45, 45 г/л КЭ (1,5–2 л/га); Миура, 125 г/л КЭ (0,4–1 л/га); Фюзилад форте, 150 г/л КЭ (0,75–2 л/га).

В фазу бутонизации против льняной плодожорки, совки-гамма, льняного трипса при достижении ЭПВ проводится опрыскивание посевов препаратами: БИ-58 Новый, 400 г/л КЭ (0,5–1 л/га); Данадим эксперт, 400 г/л КЭ (0,5–0,9 л/га); Новактион, 440 г/л ВЭ (0,5–1 л/га).

За 10–14 дней до уборки проводится предуборочная десикация растений в фазе ранней желтой спелости семян при побурении 85 % головок препаратами: Глисол евро, 360 г/л ВР (2–3 л/га); Радуга, 360 г/л ВР (2–3 л/га); Реглон супер, 150 г/л ВР (1 л/га).

В период хранения в складских помещения производится раскладка отравленных приманок против грызунов (домовая мышь, серая и черная крысы): Шторм, 0,005 %, восковые брикеты (0,3–2 брикета в каждый приманочный ящик).

Уборку льна-долгунца следует начинать в фазе ранней желтой спелости и заканчивать не позднее желтой спелости (этот период длится 8–12 дней). При определении сроков уборки необходимо наряду со спелостью льна учитывать и степень полегания. Чтобы не допускать подгнивания стеблей полеглого льна, его следует убирать раньше.

В зависимости от условий применяют комбайновую, сноповую и раздельную уборку льна. В нашей республике в настоящее время применяются однофазная (комбайновая), сноповая и частично однофазно-рулонная уборка льна.

Для комбайновой уборки льна необходимо подготовить поле: отметить вешками препятствия (камни, ямы, кусты и др.), разбить на загоны площадью 5–10 га с предварительной подготовкой проходов шириной 6 м и поворотных полос в конце загона шириной 12 м.

Теребить лен необходимо гоновым способом с прямолинейным движением льнокомбайна. Это позволяет снизить потери урожая, обеспечить эффективную работу комбайнов и других машин.

Если в хозяйстве имеется несколько сортов льна с различными сроками созревания и репродукциями, во избежание их механического засорения необходимо тщательно очищать льнокомбайны после уборки, обмолота и очистки семян при переходе на уборку другого сорта.

Для уборки льна применяют комбайны марки ЛК-4А (ЛК-4Т), ГЛК-1,5, которые агрегатируются с тракторами МТЗ различных модификаций, или самоходный комбайн КЛС-3,5. Льнокомбайнами проводят: тереблениe льна, очесывание семенных коробочек, расстил соломы в ленту на льнище, сбор вороха в тракторный прицеп 2ПТС-4.

Участки льна, полегшего в одном направлении, следует убирать против полеглости или под углом к ней, проезжая в холостую по той

стороне участка, где направление полеглости совпадает с направлением движения агрегата.

Сильно полегший и спутанный лен рекомендуется убирать комбайном с отключенным очесывающим барабаном. Полегший лен теребят на пониженных скоростях движения и при повышенных оборотах вала отбора мощности трактора.

Уборка льнотресты. Для ускорения процесса вылежки льносоломы, получения однородного цвета тресты и степени вылежки разостланные ленты необходимо в зависимости от погодных условий периодически (до 3 раз) оборачивать.

Первое оборачивание лент проводят на 6–10-й день после теребления, когда отделяемость волокна от древесины у стеблей верхнего слоя составляет 2,3–2,5 единицы.

Второе оборачивание проводят в случае выпадения осадков и уплотнения разостланных лент. Это способствует лучшей аэрации стеблей и удалению избыточной влажности. Непосредственно перед подъемом лент тресты с целью ускорения вылежки нижнего слоя и улучшения качества подъема оборачивание лент проводят в третий раз.

Оборачивание лент осуществляется навесными оборачивателями ОЛБ-1, ОЛ-1 и ОД-1, агрегатируемыми с трактором класса 6 кН (Т-25, Т-25А).

Когда разостланная лента сильно уплотнена и начинает прорастать сорняками, в нижнем ее слое создается повышенная влажность и затрудняется воздухообмен. Поэтому перед оборачиванием лент целесообразно провести вспушивание их агрегатами ВЛ-1, ВЛ-2, ВЛ-3 или вспушивателем-порциеобразователем ВПН-1. Ворошение льнотресты перед прессованием в рулоны снижает засоренность льносырья.

Для уборки тресты в рулоны может быть использовано льносырье с засоренностью не более 10 % и влажностью 23 %. Ленты должны быть сплошными, прямолинейными, без перекосов стеблей, с горстевой длиной не менее 60 см и растянутостью стеблей не более 1,2.

Для прессования льнотресты в рулоны используют рулонные пресс-подборщики ПРП-1,6 с приспособлением ПРЛ-1 для уборки льна, ПРФ-145, ПРФ-110Л, ПРЛ-150.

Подбор рулонов, погрузка их в транспортные средства, а также разгрузка и укладка рулонов льносоломы в штабель в местах хранения осуществляется фронтальным погрузчиком ПФ-05 с приспособлением ППЛ-05.

2.9. Определение структуры и биологической урожайности льна-долгунца

Для анализа структуры урожайности отбирают в 4–10 и более местах в зависимости от площади поля растения с площадок размером 0,25 м^2 (при помощи рамок 50 × 50 см). Растения связывают в снопы. Отобранные снопы разбирают и подсчитывают количество стеблей (растений) в расчете на 1 м^2 (число стеблей в снопе умножают на 4). Подряд отбирают 100 растений, у которых измеряют высоту и техническую длину (рис. 5). На 20 растениях подсчитывают число коробочек и семян. Рассчитывают средние показатели на одно растение.

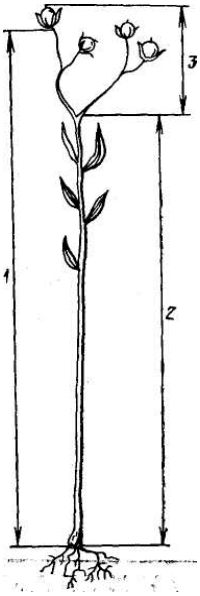

Рис. 5. Общая длина растения (*1*), техническая длина стебля (*2*) и длина соцветия льна-долгунца (*3*)

Затем у всех растений обрезают корни и взвешивают сноп. Растения обмолачивают и взвешивают льносолому и семена, подсчитывают выход семян от массы растений. Определяют массу 1000 семян. Полученные данные записывают в табл. 5.

Таблица 5. **Структура урожайности льна и его биологическая урожайность**

Число растений, шт/м^2	Высота стебля, см	Техническая длина стебля, см	Количество, штук на одно растение		Масса, г/м^2			Масса 1000 семян, г	Урожайность, ц/га	
			коробочек	семян	снопа	соломы	семян		соломы	семян

2.10. Сорта льна-долгунца

Определить сорта льна-долгунца по морфологическим признакам очень затруднительно, так как морфологические различия у них незначительны. Сорта льна-долгунца и льна масличного, включенные в Государственный реестр сортов и допущенные к использованию в производство, приведены в табл. 6.

Таблица 6. **Сорта льна-долгунца и льна масличного, включенные в Государственный реестр сортов Республики Беларусь**

Название сорта	Год включения	Область допуска	Характеристика
1	2	3	4
Лен-долгунец			
Могилевский	1981	По Республике Беларусь	07
Дашковский	1990	То же	05
Нива	1993	-«-	05
К-65	1996	-«-	07
К-68	1996	-«-	05
Лира	1998	-«-	05
Лаура	1998	-«-	07
Згода	1998	-«-	05
Весна	1999	-«-	03
Вита	1999	-«-	03
Прамень	2001	-«-	07
Василек	2002	-«-	07
Лето	2003	-«-	03
Старт	2003	-«-	03
Блакит	2004	-«-	05
Сюрприз	2004	-«-	05
Борец	2005	-«-	05
Алей	2007	-«-	05
Ритм	2007	-«-	03
Заказ	2007	-«-	05

Окончание табл. 6

1	2	3	4
Ярок	2008	-«-	03
Ива	2008	-«-	05
Табор	2008	-«-	07
Левит 1	2009	-«-	03
Задор	2010	-«-	03
Йитка	2010	-«-	07
Ласка	2011	-«-	03
Веста	2011	Кроме Гомельской обл.	03
Бренд	2011	-«-	05
Мерилин	2012	-«-	07
Сюзанна	2012	-«-	07
Грант	2014	-«-	03
Агата	2014	-«-	07
Ализэ	2014	-«-	07
Дракар	2014	-«-	07
Лада	2015	-«-	05
Мара	2016	-«-	07
Арамис	2017	-«-	07
Эден	2017	-«-	07
Рубин	2017	Кроме Могилевской и Минской обл.	05
Маяк	2017	-«-	03
Ветразь	2017	-«-	05
Дукат	2019	-«-	03
Талер	2019	-«-	07
Малахит	2019	-«-	05
Лизетта	2019	-«-	07
Авиан	2019	-«-	07
Лен масличный			
Ручеек	2000	-«-	
Лирина	2001	-«-	
Брестский	2012	-«-	
Опус	2013	-«-	
Илим	2013	-«-	
Салют	2014	-«-	
Билтон	2014	-«-	
Фокус	2017	Кроме Могилевской обл.	
Бинго	2019	-«-	

Примечание. Срок созревания: 03 – раннеспелый, 70–80 дней; 05 – среднеспелый, 80–90 дней; 07 – позднеспелый, 90–100 дней.

Задание 4. Привести биологическую и хозяйственную характеристику сортов льна-долгунца и льна масличного, включенных в Государственный реестр сортов Республики Беларусь, по форме табл. 7.

Т а б л и ц а 7. **Биологическая и хозяйственная характеристика сортов льна-долгунца и льна масличного**

Название сорта	Год включения	Область допуска	Характеристика

2.11. Оценка качества льносоломы и льнотресты

Для оценки качества льняной соломы и тресты используют их внешние признаки – длину, диаметр стеблей, цвет (характеризует степень зрелости, условия выращивания, погодные условия в период уборки льносоломы и приготовления тресты, пораженность грибными болезнями) и др. Эти признаки косвенно определяют процентное содержание волокна в стеблях льна и его качество. Данные зависимости внешних признаков льносырья и его качества положены в основу инструментальной оценки льносоломы и льнотресты. Оценку проводят по комплексу признаков. Она может быть инструментальной или органолептической. Льняную солому и тресту оценивают по отобранной средней пробе, которая должна быть характерна для определенной партии этого сырья.

2.11.1. Льняная солома (льносолома)

Льняная солома (льносолома) – это стебли растений льна после удаления семенных коробочек. Льняную солому предъявляют к сдаче в снопах машинной или ручной вязки. Снопы должны быть диаметром не менее 13 см. Льняную солому в зависимости от ее качества подразделяют на следующие номера: 5,00; 4,50; 4,00; 3,50; 3,00; 2,50; 2,00; 1,75; 1,50; 1,25; 1,00; 0,75; 0,50. Льносолома средним номером 0,75 и ниже для промышленного приготовления льнотресты сдаче на льнозаводы не подлежит.

Для определения качества льносоломы от каждой партии массой до 5 т отбирают 1 пробу, более 5 т – 2 пробы по 20 снопов каждая. Снопы отбирают из разных мест партии. Из снопов пробы берут горстевые образцы, которые анализируют одновременно со снопами.

Номер льносоломы устанавливают органолептически, сличая снопы пробы с эталонами. В спорных случаях проводят инструментальное определение показателей качества. При расхождении более чем на 1 номер органолептической оценки с результатами инструментального определения анализ повторяют и номер льносоломы принимают как среднее арифметическое из результатов 2 анализов.

Влажность льносоломы определяют путем удаления влаги из пробы в установках для сушки. Влажность, вычисляют как среднее арифметическое из результатов испытаний 2 проб (расхождение не должно превышать 1,5 %). При повышенной или пониженной влажности льносоломы по сравнению с нормой (19 %) массу льносоломы в партии пересчитывают на массу льносоломы с нормированной влажностью.

Определение длины снопов проводят с помощью прибора длиномера с точностью до 1 см. Показатель сноповой длины вычисляют как среднее арифметическое из 10 замеров.

Устанавливают также тугость вязки снопов льна в процентах как отношение периметра снопа, обжатого в лаборатории по специальной методике, к первоначальному периметру снопа.

Одновременно с анализом снопов проводят анализ горстей льна из снопов пробы для лабораторного определения качества льняной соломы.

Определяют горстевую длину с помощью длиномера так же, как и длину снопов.

Пригодность определяют сразу после определения длины горсти ее прочесыванием на специальном станке гребнями, освобождая стебли от путанины, примесей и сорняков. Все прочесанные горсти взвешивают вместе и вычисляют показатель пригодности как отношение массы прочесанной льносоломы к ее первоначальной массе.

Цвет льносоломы определяют органолептически по 10 горстям после определения ее пригодности. По цвету льносолому подразделяют на 3 группы: 1-я – желтая и желто-зеленая; 2-я – зеленая и желто-бурая; 3-я – бурая и темно-зеленая. При слабой пораженности грибными заболеваниями (ржавчина, фузариоз и др.) льносолому переводят в группу ниже, при сильной пораженности ее относят к 3-й группе цвета.

Содержание луба в льносоломе определяют с помощью лабораторной мялки для отделения луба от костры. Затем костру взвешивают и вычисляют процентное содержание луба по отношению к массе первоначальной пробы.

Определяют прочность (крепость) льносоломы. Из горстевой пробы льносоломы выделяют отрезки длиной по 27 см из вершинной, средней и комлевой частей стебля, проминают их на лабораторной мялке и испытывают на разрыв, определяемый показаниями динамометра.

Диаметр стеблей определяют стеблемером на половинной его длине.

Для определения сорняков и примесей в льносоломе от каждого из 10 снопов отбирают горсть массой около 100 г. Горсти взвешивают вместе и вручную из них удаляют сорняки и примеси. После этого горсти снова взвешивают. При содержании сорняков и примесей в льняной соломе от 5 до 10 % пересчитывают фактическую массу льносоломы в партии на массу с нормированным содержанием сорняков.

Определяют также другие показатели качества продукции льна. Мыклость определяют как отношение технической длины стебля льна к его диаметру. Растянутость снопа – отношение средней сноповой длины к средней горстевой длине.

Для установления номера льносоломы по специальной таблице находят показатели ее качества по горстевой длине, содержанию луба, прочности льносоломы, пригодности и суммируют их, затем по общему показателю качества льносоломы определяют ее номер.

2.11.2. Льняная треста (льнотреста)

В результате первичной обработки льносоломы различными способами получают льнотресту, в которой нарушена связь волокнистых пучков с окружающими их тканями. Элементарное волокно льна плотно соединяется между собой склеивающими их пектиновыми веществами, а сами волокнистые пучки соединяются пектином с окружающими их тканями. Пектиновые вещества представляют собой высокомолекулярные полисахариды углеводной природы. Выделение волокна из стеблей льна сводится к разрушению пектиновых веществ, соединяющих волокнистые пучки с коровой частью стебля льна, не затрагивая пектиновые вещества, склеивающие элементарные волокна в волокнистом пучке (рис. 6).

Льняную тресту в зависимости от содержания в ней волокна, прочности, горстевой длины, пригодности, цвета волокна, отделяемости и диаметра стеблей подразделяют на следующие номера: 4,00; 3,50; 3,00; 2,50; 2,00; 1,75; 1,50; 1,25; 1,00; 0,75; 0,50.

Нормированная влажность льнотресты должна составлять 19 % к абсолютно сухой массе. Нормированное содержание сорняков и примесей – 5 %.

Прочность льнотресты должна быть не менее 2 кг, горстевая длина – не менее 41 см, содержание волокна – не менее 11 %, пригодность – не менее 0,50, отделяемость – не менее 2,0, влажность – не более 25 %, засоренность – не более 10 %, растянутость снопов – не более 1,3.

Льнотреста должна быть в снопах ручной или машинной вязки диаметром не менее 17 см, однородных по длине и степени вылежки.

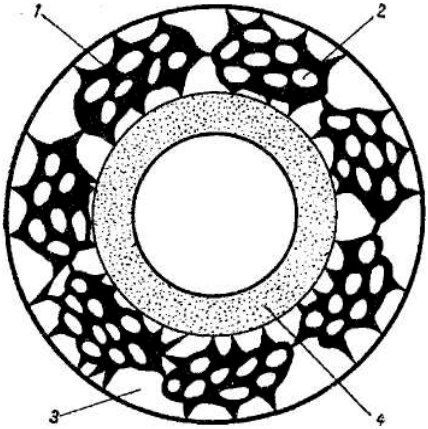

Рис. 6. Схема расположения пектиновых веществ,
склеивающих волокнистые пучки на стебле льна:
1 – пектиновые вещества; *2* – волокнистые пучки;
3 – древесина; *4* – кора

Льнотресту сдают и принимают партиями. Партией считается любое количество льнотресты одинакового качества и одного сорта. Для определения номера, влажности, засоренности и растянутости снопов отбирают из партии до 4 т 10 снопов, из партии более 4 т – 20 снопов для лабораторного анализа.

Номер льнотресты устанавливают органолептически по эталонным образцам. В случае разногласий проводят лабораторное определение показателей качества.

При засоренности льнотресты выше 5 % (до 10 % включительно) пересчитывают массу партии на массу с допустимым 5%-ным содержанием сора.

Среднюю сноповую длину льнотресты, влажность, среднюю горстевую длину, диаметр стеблей, содержание сорняков и примесей в льнотресте, растянутость снопов, пригодность и прочность льнотресты определяют так же, как и льносоломы.

Определение содержания волокна в льнотресте аналогично определению содержания луба в льносоломе. Дополнительно с помощью специального прибора определяют отделяемость волокна от древесины.

Цвет волокна в льнотресте определяют сопоставлением разорванных на динамометре пучков волокна с 5 натуральными цветовыми эталонами:

1 – волокно бурое, желто-бурое и лубообразное, с примесью черного или зеленого цвета;

2 – волокно желтое с примесью серого или серое с примесью желтого цвета;

3 – волокно темно-серое, серое и светло-желтое, а также темно-серое с желтым;

4 – волокно светло-серое без блеска;

5 – волокно светло-серое с блеском.

Эталоны на льнотресту устанавливают ежегодно из нового урожая. Их по каждому номеру составляют из льнотресты с показателями отделяемости более 4,0 и содержанием сорняков и примесей не более 5 %.

Отбор горстей для определения номера льнотресты проводят так же, как и льносоломы. Для вычисления номера льнотресты по таблице находят показатели качества по горстевой длине, содержанию волокна, прочности, пригодности и цвету волокна.

При вычислении номера льнотресты, определенной по внешнему виду как недолежалая или недомоченная, из суммы показателей качества вычитают 10 единиц.

Задание 5. Провести оценку качества льносоломы и льнотресты, полученные данные записать по форме табл. 8.

Таблица 8. **Оценка качества льносоломы и льнотресты**

Показатели качества	Определение показателей качества	
	Льносолома	Льнотреста
1. Влажность 2. Засоренность 3. Длина снопов и горстевая длина 4. Диаметр снопов и стеблей льна 5. Пригодность 6. Растянутость снопов 7. Цвет льносоломы и волокна 8. Содержание луба в льносоломе и волокна в тресте 9. Прочность 10. Мыклость 11. Определение номера		

2.12. Способы получения льнотресты

Основным способом первичной обработки льносоломы с целью получения льнотресты является микробиологический способ. Существует несколько его видов: расстил, холодноводная и тепловая мочка.

Процесс получения льноволокна связан с жизнедеятельностью микроорганизмов, населяющих поверхность стеблей льна, в первую очередь пектинразлагающих. Этих микроорганизмов насчитывается около 46 видов. Способ мочки и интенсивность процесса высвобождения льноволокна, разрушения пектиновых веществ зависят от условий окружающей среды для развития той или иной группы микроорганизмов. Например, при росяной мочке льна, расстиле лент льна на стлище наиболее активны аэробные микроорганизмы, в основном микроскопические грибы и бактерии (рис. 7).

Рис. 7. Микроорганизмы, участвующие в разложении пектиновых веществ при мочке льна: *1* – бактерии; *2* – микроскопические грибы; *3* – дрожжи

При холодноводной мочке льна основную роль в пектиноразложении играют анаэробные бактерии (этот способ мочки льна применяется редко). Наиболее распространен способ тепловой анаэробной мочки льна. Льносолому погружают в емкость с подогретой водой. Солома намокает, покрывается трещинами, увеличивается в объеме. Находящиеся в стеблях льна экстрактивные (растворимые) вещества, такие как сахара, некоторые азотсодержащие вещества, переходят в мочильную жидкость, которая приобретает коричневый цвет. Создаются оп-

тимальные условия для развития микроорганизмов. Основные микроорганизмы, развивающиеся в этот период в мочильной жидкости, – это анаэробные, некоторые аэробные бактерии и другие микроорганизмы. Они быстро размножаются, потребляют питательные вещества и кислород. В мочильной жидкости накапливаются молочная и уксусная кислоты, идет процесс молочнокислого брожения, похожий на тот, который наблюдается в начале квашения капусты, огурцов. Выделяется углекислый газ, образуя пену. Через 18–20 часов газообразование прекращается, на поверхности образуется тонкая пленка из бактерий. Молочнокислое брожение прекращается. Часть бактерий отмирает, за счет чего мочильная жидкость дополнительно обогащается азотом. За время мочки создаются условия для основного процесса – разложения пектиновых веществ (кислая среда, отсутствие кислорода, наличие питательных веществ). Поэтому в конце этого периода начинают интенсивно развиваться анаэробные пектинразлагающие бактерии.

Во время разложения пектина пена с поверхности мочильной жидкости исчезает, жидкость становится светло-желтой, с покрывающей ее бактериальной пленкой. Сама жидкость издает гнилостный запах вследствие накопления в ней органических кислот, ацетона, этилового и бутилового спиртов, сероводорода, метана и др. Это основная фаза мочки льна, от которой зависит качество волокна. Длительность процесса тепловой мочки льна составляет около 60 часов.

Повысить производительность первичной льнопереработки и получения льноволокна можно двумя способами. Первый способ – это создание и применение заквасочных препаратов как ускорителей микробиологической мочки. Заквасочные препараты – это активные штаммы пектинразлагающих бактерий. Внесение небольших количеств этих штаммов, способных вытеснить дикие штаммы таких же бактерий, ускоряет процесс мочки льносоломы на 25–30 %. Продолжительность процесса обусловливается необходимостью развития пектинразлагающих бактерий в мочильной жидкости. Только после этого бактериями синтезируются пектолитические ферменты, которые и осуществляют разложение пектиновых веществ. Известные заквасочные препараты – это Пектолитин, Мацеробациллин.

Второй способ повышения производительности получения льноволокна – создание и использование пектолитических ферментов, продуцентами которых служат различные бактерии, т. е. использование ферментных препаратов. При использовании ферментных препаратов проводится непосредственная обработка льносырья их водными растворами. Однако получение ферментных препаратов является очень сложной и дорогостоящей технологией, что делает невыгодным их

применение при обработке такого объемного сырья, как льносолома. Известно, что в стеблях льна волокно составляет 25–30 %, а остальное – древесина, которая также подвергается переработке, в результате чего процесс становится дороже в 4–5 раз.

Существуют технологии механического отделения волокна в виде луба из стеблей льна и ферментативная обработка луба, которая дает возможность эффективного применения ферментных препаратов. Однако технология ферментативной обработки льняного луба требует радикального изменения существующих в настоящее время технологий получения льноволокна. При применении ферментативных препаратов для обработки льняного луба резко сокращается расход фермента на единицу сырья, а также время самой обработки, так как в лубяном сырье пектиновые вещества легко доступны для ферментов. Полностью отсутствует неприятный запах, значительно сокращается расход воды. Ферментативный препарат пектолиазин создан в Институте микробиологии НАН Беларуси.

3. ХЛОПЧАТНИК

В настоящее время в мировом производстве волокна основной прядильной культурой является хлопчатник, который выращивается на площади более 30 млн. га.

Хлопчатник – одно из древних прядильных растений. Родина хлопководства – Индия, где в долине Инда уже в период хараппской цивилизации (III тыс. до н. э.) выращивали хлопчатник и изготовляли пряжу из его волокна. Сведения о возделывании хлопчатника в Египте относятся к I в. до н. э. Первые сообщения об использовании в Китае волокна дикорастущего хлопчатника датируются II в. н. э., введение его в культуру – VII–IX вв. На территории США колонисты стали сеять хлопчатник с начала XVII в., хотя коренное население Америки выращивало эту культуру уже в III–II тыс. до н. э. В Средней Азии хлопчатник возделывают с VI–V вв. до н. э., а в Закавказье – с VII–IV вв. до н. э.

Хлопчатник – теплолюбивое растение, произрастающие в тропических и субтропических районах Азии, Америки, Африки, Австралии. В настоящее время основными производителями хлопка являются Китай, США, Индия, Пакистан, Узбекистан, Бразилия, Турция, Туркменистан, Австралия, Греция, Египет, Аргентина, Сирия и Парагвай. На долю первых пяти стран приходится 75 % мирового урожая этой культуры.

В мировом производстве текстильного волокна хлопок занимает более 50 %. Хлопковое волокно (выход его из хлопка-сырца составляет 25–40 %) перерабатывают в пряжу, которую используют для изготовления различных тканей, в том числе технических, а также корда для автопокрышек, сетей и ремней, обмотки для проводов. Хлопковое масло (в семенах его содержание составляет 22–29 %) употребляют в пищу, из него изготовляют маргарин, глицерин, мыло, стеарин, смазочные материалы. Отходы, получаемые при очистке семян и в маслобойной промышленности, применяют для производства целлюлозы, спирта, лаков, линолеума, кинопленки, картона, изоляционных материалов. Жмых и шрот скармливают скоту, мука из них после удаления алкалоида госсипола (ядовит) может быть использована для извлечения пищевого белка. Из листьев хлопчатника получают уксусную, яблочную, лимонную и другие органические кислоты, стебли пригодны для изготовления строительных теплоизоляционных плит. Хлопчатник – хороший медонос (медопродуктивность 1 га посева может достигать 300 кг меда).

Хлопчатник относится к семейству мальвовых (*Melvaceae*), которое объединяет более 60 видов. В южных республиках бывшего Советского Союза возделывают 2 культурных вида – хлопчатник средневолокнистый, или обыкновенный (*G. Hirsutum* L.), и хлопчатник длинноволокнистый, или перуанский (*G. Peruvianum* Gav.).

Хлопчатник является многолетним растением, но используется как однолетнее (рис. 8).

Корень хлопчатника стержневой, с многочисленными боковыми корешками, проникает на глубину 1,5–2,5 м.

Стебель прямой, в нижней части одревесневающий, покрыт волосками, высотой от 70 до 170 см с 8–17 ветвями.

Ветви у хлопчатника двух видов: ростовые (моноподиальные) и плодовые (симподиальные). Первые развившиеся ветви обычно ростовые, располагаются в нижней части стебля и отходят от него под острым углом. Плодовые ветви появляются выше и растут коленчато, по ломаной линии и обнаруживаются по сидящим на них бутонам. Чем раньше появляется первая плодовая ветвь на кусте, тем более скороспелым он является.

Листья хлопчатника на одном растении различны. Первые 2–3 листа цельнокрайные, сердцевидной формы, остальные листья 3–7-лопастные.

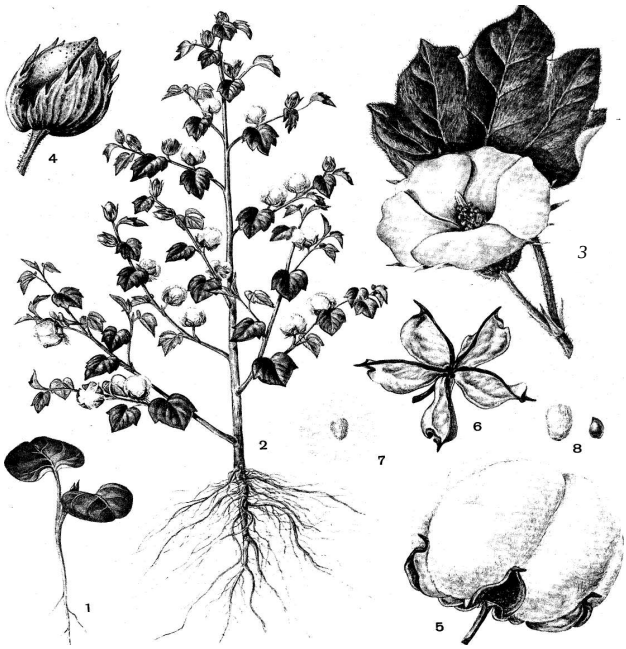

Рис. 8. Хлопчатник обыкновенный: *1, 2* – растения в фазах развитых всходов и в конце созревания; *3* – цветок и лист; *4* – незрелый плод; *5* – зрелая коробочка; *6* – створки коробочки; *7* – семя с волокном (летучка); *8* – семена в кожуре и без кожуры (справа)

Цветок с крупным венчиком, состоящим из 5 сросшихся у основания лепестков. Окраска лепестков чаще кремовая, бывает желтая, белая. Чашечка цветка зеленая. Цветки имеют в нижней части 3 прицветника. Рыльце пестика трех- или пятилопастное, тычинок много. Хлопчатник – самоопылитель, цветение цветка продолжается один день.

Плод трех- или пятигнездная коробочка округлой формы, при созревании разрывается по швам. Внутри коробочки находится 5–11 семян, покрытых волосками. На одном растении может образоваться до 50 коробочек.

Семя яйцевидной формы, длиной 9–12 мм и шириной 6–8 мм, покрыто волосками (выросты клеток эпидермиса кожуры семян) длиной 20–50 мм. После удаления волокна на семени остается подпушек – короткие тонкие волоконца. Семя состоит из оболочки, 2 семядолей и

корешка. При прорастании семядоли выносятся на поверхность почвы. Масса 1000 семян составляет 60–125 г. В семенах содержится до 35 % масла.

4. КОНОПЛЯ

Конопля относится к числу важнейших прядильных культур. Волокно конопли используется для изготовления брезента, парусины, канатов, шпагата, веревок и других изделий. Из семян получают ценное растительное масло и жмых. Содержание масла в семенах составляет в среднем 30–35 %. Масло высыхающее, применяется в пищевых и технических целях. Конопляный жмых содержит до 30 % белка, является ценным кормом для животных.

Конопля относится к семейству коноплевых (*Cannabinaceae*). В производстве возделывают коноплю обыкновенную (*Cannabis sativa*). Этот вид конопли включает несколько обособленных географических форм, различающихся между собой по длине вегетационного периода, по урожайности волокна и семян, по морфологическим и физиологическим признакам: северная, среднерусская и южная конопля.

Северная конопля отличается скороспелостью. Длина вегетационного периода составляет 65–80 дней. Высота растений – 50–120 см. Листья мелкие с небольшим количеством долей. Семена мелкие, светло-серые. Масса 1000 семян составляет 12–18 г.

Среднерусская конопля имеет длину вегетационного периода 80–120 дней. Растения высотой 1,2–2 м, листья средней величины с 5–9 долями. Семена мелкие, масса 1000 семян равна 13–18 г.

Южная конопля высокорослая. Высота растений достигает 2–3 м и более. Листья крупные с 9–13 долями. Семена серого и темно-серого цвета с мозаикой, крупные. Масса 1000 семян составляет 18–25 г. Вегетационный период длительный, равный 140–160 дням.

В Республике Беларусь в основном возделывают среднерусскую и южную коноплю.

4.1. Морфологические особенности конопли

Стебель конопли является источником получения волокна. Основная масса стебля приходится на древесину. Содержание волокна в воздушно-сухом веществе стебля колеблется от 10 до 35 %, чаще содержание волокна составляет 18–28 %.

В молодом возрасте стебель мягкий, травянистый, покрыт железистыми волосками. У основания стебель обычно округлый, к середине – рифленый (шестигранный), а к вершине – снова почти округлый и бороздчатый. В загущенных посевах стебель не ветвится в нижней части, а на верхушке образуются цветоносные разветвления.

По длине стебель разделен на междоузлия, число и длина которых значительно варьируются. Обычно число междоузлий составляет 7–8, а длина их может колебаться от 5 до 40 см. Самые длинные междоузлия расположены в средней части стебля. Прочность волокна в узлах меньше, чем в междоузлиях. Растения конопли с длинными междоузлиями и тонким стеблем, как правило, имеют более длинные и прочные элементарные волокна. Внутри стебель обычно полый по всей длине в течение всего вегетационного периода.

Высота и диаметр стебля сильно колеблются в пределах одного сорта в зависимости от условий выращивания (рис. 9).

Лист конопли состоит из черенка и пластинки. Настоящие листья первой пары однодольчатые с зазубренными краями, второй пары – трехдольчатые. У последних пар размер листьев и число долей увеличивается (до 11–13). К вершине стебля размер листьев и количество долей опять уменьшаются, и самые верхние из них превращаются в однодольчатые ланцетовидные.

Число долей и величина листовых пластинок являются сортовым признаком. У сортов среднерусской конопли наиболее развитые листья обычно имеют 5–7, а южной – 9–11 долей.

Корень стержневой. От главного корня идут корешки первого и второго порядков. Главный корень проникает в почву на глубину до 2 м, а боковые – до 80 см.

На минеральных почвах основная масса корней размещается в слое 20–40 см, на болотных – 10–20 см. В сравнении с надземной массой корневая система конопли развита слабо и составляет 8–13 %. Южная конопля имеет более развитую корневую систему, чем среднерусская.

По характеру цветения конопля относится к двудомным ветроопыляемым растениям. Растения конопли с женскими цветками обычно называют матеркой, а с мужскими – посконью (замашкой, дерганцом). В естественных популяциях встречаются в единичных экземплярах однодомные раздельнополые растения. В настоящее время выведены сорта однодомной конопли.

Рис. 9. Конопля: *1* – матерка; *2* – посконь; *3* – растение в фазе развитых всходов; *4, 5* – женское соцветие и цветок; *6, 7* – мужское соцветие и цветок; *8* – плод (слева – увеличенный); *9* – часть поперечного разреза стебля (*а* – лубяные пучки)

Женский цветок состоит из пестика, окруженного зеленым прицветником, 2 рылец, сросшихся у основания, и одногнездной завязи.

У мужского цветка имеется цветоножка, желто-зеленый околоцветник из 5 лепестков и 5 тычинок с длинными пыльниками, обычно свешивающимися из цветка. Женские и мужские цветки располагаются у основания ветвей, выходящих из пазухи листьев. Ветви и соцветия у матерки более укорочены, чем у поскони. Цветут мужские и женские растения длительное время – от 25 до 35 дней. От начала до массового цветения проходит 5–10 дней.

У среднерусской конопли цветение женских растений наступает раньше, чем мужских, на 2–3, а у южной – на 5–10 дней. Пыльца конопли переносится ветром.

Плод конопли – двустворчатый односемянный орешек серо-зеленого цвета. Форма орешка округлая. Длина – 2,5–4,5 мм, ширина – 1,5–3,5 мм. Поверхность плода гладкая. Орешки используются в качестве посевного материала. При прорастании семян на поверхность почвы выносятся мясистые семядоли. Семядоли быстро зеленеют, а из почечки, расположенной между ними, развивается первая пара настоящих листьев.

4.2. Различия мужских и женских растений конопли

Конопля обыкновенная посевная – однолетнее двудомное растение.

На первых этапах развития конопли различить мужские и женские растения невозможно. Проявляются различия лишь тогда, когда начинается бутонизация у мужских растений (табл. 9). Обычно в посевах соотношение между мужскими и женскими растениями составляет 1:1, а в урожае стеблей и волокна на долю поскони у среднерусской конопли приходится 30 %, у южной – 40–45 %.

Таблица 9. **Отличительные признаки растений матерки и поскони**

Признак	Посконь	Матерка
Общий вид растения	Растение слабооблиственное с мелкими листьями, стебель тонкий с длинными междоузлиями, светло-желтой окраски	Стебель толстый, сильнооблиственный, листья с более широкими долями, чем у поскони. Междоузлия короткие. Окраска зеленая
Соцветие	Рыхлое. Цветки на коротких веточках, собраны в кисти на вершине стебля и боковых разветвлениях	Плотные семенные головки в пазухах листьев
Цветки	Пятилепестной околоцветник, тычинок 5, завязи нет	Околоцветник в виде однолистного покрова, расщепленного с одной стороны. Завязь одногнездная, 2 перистых рыльца
Корневая система	Сравнительно слабо развитая	Хорошо развитая. Примерно в 3 раза превосходит корневую систему поскони
Клетки элементарного волокна	Разнообразной формы, с внутренней полостью, волокно менее прочное, но более тонкое и гибкое. Содержание волокна выше, чем у матерки	Правильной формы с малым каналом. Волокно прочное, но более грубое, чем у поскони
Вегетационный период	После цветения растения быстро отмирают	Вегетационный период на 30–50 дней продолжительнее, чем у поскони

В посевах конопли наряду с типичными мужскими и женскими растениями встречаются и гермафродитные растения с обоеполыми цветками или же мужские и женские цветки одновременно встречаются в одном соцветии матерки или поскони.

Задание 6. Определить мужские и женские растения конопли по морфологическим признакам, описать по форме табл. 10.

Таблица 10. **Морфологические особенности растений конопли**

Признаки	Матерка	Посконь
1. Корневая система 2. Стебель 3. Листья 4. Соцветие, цветки 5. Плод 6. Особенности роста и развития		

4.3. Особенности роста и развития конопли

У конопли отмечают следующие фазы развития растений: всходы, появление 3 пар настоящих листьев, бутонизация, цветение, созревание поскони, созревание матерки.

Одной из биологических особенностей конопли является неравномерность роста. Период интенсивного роста у среднерусской и южной конопли начинается через 15–20 дней от полных всходов. Наиболее интенсивно среднерусская конопля растет от начала бутонизации до массового цветения на протяжении 30–40 дней.

Период интенсивного роста у южной конопли составляет 70–80 дней. При благоприятных условиях суточный прирост в высоту достигает 10–12 см. После отцветания поскони прирост растений конопли сильно ослабевает, так как посконь заканчивает жизненный цикл, а у матерки идет формирование семян, на что в основном расходуются питательные вещества.

Максимальный рост растений в высоту и прирост воздушно-сухой массы и волокна не совпадают. Наибольший прирост воздушно-сухой массы и волокна наблюдается позже, в период массового цветения – отцветания поскони.

По интенсивности и продолжительности роста мужские и женские растения значительно различаются. К моменту цветения мужские растения выше женских.

Таким образом, формирование основной части урожая растениями конопли происходит в первую половину вегетации, когда корневая система развита недостаточно. Наибольшего развития корневая система достигает во второй половине вегетации, когда рост замедляется, а потребление питательных веществ идет менее активно. Поэтому в начальный период развития необходимо хорошее обеспечение растений легкодоступными питательными веществами и влагой.

Продолжительность периода от массовых всходов до появления 3 пар настоящих листьев у среднерусской и южной конопли составляет 3 недели. Далее южная конопля развивается медленнее, чем среднерусская. От всходов до бутонизации у среднерусской конопли проходит 40–45, а у южной – 45–60 дней, от массовых всходов до отцветания поскони – соответственно 75–80 и 85–100 дней, от отцветания поскони до массового созревания матерки – 37–43 дня.

4.4. Анатомическое строение стебля конопли

По анатомическому строению стебель конопли несколько отличается от стебля льна.

Снаружи стебля расположена покровная ткань (кожица эпидермиса), состоящая из одного слоя плотно сомкнутых клеток, покрытых кутикулой (пленкой), которая пропитана жироподобным веществом – кутином. В эпидермис включены волоски, которые особенно густы в верхней части стебля.

Под эпидермисом залегает первичная кора и лубяной слой, состоящий из клеток паренхимы и клеток первичных лубяных волокон. Лубяные волокна сливаются в плотное кольцо лубяных пучков. Первичное волокно этого лубяного слоя является наиболее ценной частью стебля.

Элементарные волокна часто одревеснеют, это придает жесткость волокну конопли. Длина элементарного волокна у конопли в среднем составляет 35–40 мм. Ближе к центру располагается флоэма, состоящая из вторичных лубяных волокон и лубяной паренхимы. Длина вторичного элементарного волокна обычно не более 4 мм. Вторичные лубяные пучки слабо развиты, разбросаны в одиночку, рыхлые.

За флоэмой залегает узкая полоска клеток камбия, которые откладывают новые клетки луба и древесины, т. е. за их счет идет утолщение стебля.

5. КЕНАФ

Кенаф относится к семейству мальвовых (*Malvaceae*), вид *Hibiscus cannabinus* L.

Корневая система у кенафа стержневая, проникает на глубину 2–2,5 м.

Кенаф – высокорослое растение, достигающее в высоту 5 м. Определяющим фактором в высоте и толщине стебля является густота стояния. Толщина стебля в нижней части растения составляет 1–3 см, в верхней – до 0,3 см. Стебель округло-ребристый, обычно не ветвящийся. Количество междоузлий – от 40 до 90. Более длинные междоузлия располагаются в нижней части стебля.

Окраска стебля зеленая с оттенками. По всему стеблю расположены острые шипики. В углублениях бороздок просматривается короткое опушение.

Форма листьев зависит от местоположения на стебле. В нижней части листья простые сердцевидные или яйцевидные, зазубренные по краям, выше – рассеченные, трех-, пяти- или семидольчатые. Самые верхние листья – простые ланцетовидные. Прилистники мелкие, шиловидные.

Боковые ветви формируются в пазухах листьев. Ветвление заканчивается перед узлом, на котором располагается первый цветок.

Цветки обычно одиночные, расположены в пазухах листьев, на коротких цветоножках, крупные. Чашечка пятираздельная. Окраска цветка кремовая с ярким вишневым пятном, 60–70 тычинок красного цвета располагаются 5 кругами. Завязь пятигнездная, густо опушенная.

Плод – коробочка, средней степени растрескивания, опушенная, пятигнездная. Более крупные коробочки располагаются в нижней части стебля. На растении обычно образуется 30–35 коробочек. Количество семян в нижних коробочках равно 3–5, в верхних – более 5.

Семена слегка почковидные или треугольные, серого цвета, покрыты волосками.

По основным параметрам в анатомическом строении стебля кенаф имеет большое сходство с коноплей. Первичные лубяные пучки представлены в форме неправильных четырехугольников, образующих от 2 до 4 прерывающихся концентрических колец. Волокна образуются из вторичного луба.

При прорастании кенаф выносит семядоли на поверхность почвы через 3–5 дней со дня посева. Через 7–8 дней появляется первый лист, последующие листья образуются через 3–4 дня, затем рост листьев сокращается до 2 дней. При образовании 15–16-го узла появление очередных листьев сокращается до одного дня (рис. 10).

Ветвление стебля начинается на 31–34-й день. Первый цветок у среднеспелых форм закладывается на 24–33-м узле, у позднеспелых – на 50–56-м узле. Цветение начинается с нижних цветков. Каждый цветок отцветает в течение одного дня. Продолжительность цветения всего посева – до 40–50 дней. Возможно как самоопыление, так и перекрестное опыление пчелами и насекомыми.

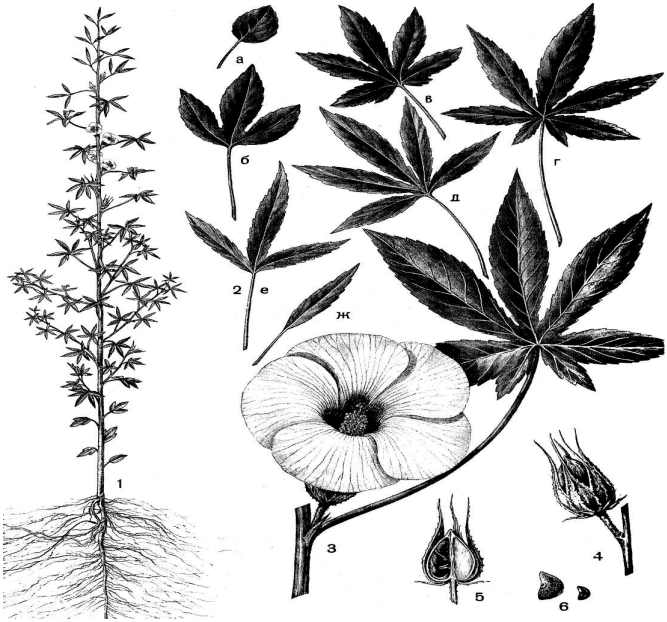

Рис. 10. Кенаф: *1* – цветущее растение; *2 а, б, в, г, д, е, ж* – листья в соответствии с положением на стебле (снизу вверх); *3* – часть стебля с цветком и листом; *4* – зрелый плод; *5* – плод в разрезе; *6* – семена (слева – увеличенное изображение)

Созревание коробочек растянуто. В то время как нижние коробочки созревают и растрескиваются, наверху стебля они еще формируются. У скороспелых сортов кенафа созревание первой нижней коробочки наблюдается через 70 дней, у позднеспелых – через 120–130 дней со дня посева.

6. КАНАТНИК

Канатник (*Abutilon avicennae* L.) – однолетнее растение из семейства мальвовых (*Malvaceae*). Лигизированное волокно из стеблей канатника отличается хрупкостью и жесткостью, поэтому для использования в производстве оно требует дополнительных обработок. Выход волокна из стеблей в среднем составляет 15–17 %, в отдельных случаях – до 24–28 %. Семена содержат около 18 % полувысыхающего масла, которое используется в технических целях.

Канатник имеет глубоко проникающий в почву стержневой корень. Стебель прямой, ветвящийся в верхней части, округлый, покрытый, как и все растение, густыми волосками. Высота стебля в среднем составляет 2,5–3,5 м, но может достигать 6–7 м. Число междоузлий на стебле – от 15 до 45.

Листья крупные, очередные, черешковые, покрыты волосками, с вытянутой и заостренной верхушкой или округло-сердцевидные, с пильчатыми краями.

Цветки желтые или оранжевые, крупные, у некоторых темное пятно находится у основания лепестков. Расположены цветки в пазухах листьев по одному или в виде мелкой рыхлой кисти на 10–30-м узле стебля.

Плод – лучистая коробочка, состоящая из 11–30 плодолистиков, содержит 35–45 семян. Семена сдавленно-почковидные, черные или темно-серые, с шероховатой поверхностью и редким опушением, длиной 3–4 мм. Масса 1000 семян – 10–18 г.

Канатник – самоопыляющееся растение, но наблюдается и перекрестное опыление пчелами и насекомыми.

Задание 7. Изучить и описать морфологические особенности прядильных культур по форме табл. 11.

Таблица 11. **Морфологические особенности прядильных культур**

Признаки	Хлопчатник	Конопля	Кенаф	Канатник
1. Семейство (латинское название) 2. Вид (латинское название) 3. Стебель 4. Листья 5. Цветки 6. Соцветия 7. Плоды 8. Семена				

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Б о г д а н, Т. М. Лен масличный – источник растительного масла в Республике Беларусь / Т. М. Богдан, Л. М. Полонецкая // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси: тез. юбил. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию образования Ин-та земледелия, Жодино, 29 июня 2007 г. РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 114–117.

2. В а в и л о в, П. П. Полевые сельскохозяйственные культуры СССР / П. П. Вавилов, Л. Н. Балышев. – Москва: Колос, 1984. – 160 с.

3. Возобновляемое растительное сырье: в 2 кн. / под общ. ред. Д. Шпаара. – Санкт-Петербург – Пушкин, 2006. – Кн. 1. – 416 с.; Кн. 2. – 382 с.

4. Государственный реестр сортов [Текст]: законы и законодательные акты / под ред. В. А. Бейня. – Минск, 2019. – 272 с.

5. Ж и в е т и н, В. В. Лен и его комплексное использование / В. В. Живетин, Л. Н. Гинсбург, О. М. Ольшанская. – Москва: Информ-Знание, 2002. – 400 с.

6. Лен Беларуси: монография / под ред. И. А. Голуба // РУП «Белорус. НИИ льна». – Минск: ЧУП «Орех», 2003. – 245 с.

7. К л о ч к о в а, О. С. Лен-долгунец: рекомендации / О. С. Клочкова, О. Б. Соломко. – Горки: БГСХА, 2016. – 24 с.

8. М и р е н к о в, Ю. А. Химические средства защиты растений: произв.-практ. изд. / Ю. А. Миренков, П. А. Саскевич, С. В. Сорока. – Минск: Триолета, 2006. – 336 с.

9. Растениеводство / К. В. Коледа [и др.]; под ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 480 с.

10. Растениеводство: учеб. пособие / К. В. Коледа [и др.]; под ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 584 с.

11. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». – 3-е изд., доп. и перераб. Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 688 с.

12. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.] ; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.

13. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 315 с.

14. Технические культуры / Я. В. Губанов [и др.]; под ред. Я. В. Губанова. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 287 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1. РАЗЛИЧИЯ ОСНОВНЫХ ПРЯДИЛЬНЫХ КУЛЬТУР ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ 4
1.1. Стебель и листья 4
1.2. Цветки и соцветия 4
1.3. Плоды 5
1.4. Семена 5
2. ЛЕН 6
2.1. Значение культуры 6
2.2. Ботаническая характеристика 7
2.3. Определение групп разновидностей культурного льна 7
2.4. Морфологические признаки льна-долгунца 9
2.5. Анатомическое строение стебля льна-долгунца 11
2.6. Рост и развитие растений льна-долгунца 14
2.7. Отношение льна-долгунца к факторам жизни и условиям произрастания 16
2.8. Технология возделывания льна-долгунца 19
2.9. Определение структуры и биологической урожайности льна-долгунца 28
2.10. Сорта льна-долгунца 29
2.11. Оценка качества льносоломы и льнотресты 31
2.11.1. Льняная солома (льносолома) 31
2.11.2. Льняная треста (льнотреста) 33
2.12. Способы получения льнотресты 35
3. ХЛОПЧАТНИК 38
4. КОНОПЛЯ 41
4.1. Морфологические особенности конопли 41
4.2. Различия мужских и женских растений конопли 44
4.3. Особенности роста и развития конопли 45
4.4. Анатомическое строение стебля конопли 46
5. КЕНАФ 47
6. КАНАТНИК 49
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 50

У ч е б н о е и з д а н и е

Таранухо Владимир Григорьевич
Камасин Сергей Сергеевич
Пугач Андрей Андреевич

РАСТЕНИЕВОДСТВО

ПРЯДИЛЬНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Учебно-методическое пособие

Редактор *Н. А. Матасёва*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *Н. П. Лаходанова*

Подписано в печать 16.06.2020. Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,56.
Тираж 60 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.