

УДК 581.8

Юрій Федорович Рой*канд. биол. наук, доц., доц. каф. биологических и химических технологий
Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина***Yuri Roy***Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Biological and Chemical Technologies
of Brest State A. S. Pushkin University
e-mail: med72ved@gmail.com***АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА
И РЕАКЦИЯ ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН НА ОБРАБОТКУ НЕКОТОРЫМИ
АГРОХИМИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ**

Рассмотрены анатомическое строение льна-долгунца и реакция анатомических показателей волокон на поперечном срезе на ряд препаратов, внесенных согласно схеме производственных опытов в различные фазы развития. Выявлено, что анатомическое строение стебля льна имеет схожую топографию тканей с большинством стеблей двудольных растений. Отличительными особенностями можно считать наличие мощно развитых групп лубяных волокон и специфическое расположение первичной ксилемы, определяющее тип формирования стебля, а также строение вторичной ксилемы. Проведенные агротехнические мероприятия могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на количественные и качественные показатели волокон, их элементарных компонентов и характер их сложения у льна-долгунца, определяя тем самым меру сложности обработки исходного сырья и качество готовой продукции.

Ключевые слова: лен-долгунец, анатомия растений, лубяные волокна, схема производственного опыта, удобрения, регулятор роста, фазы развития.

***The Anatomical Structure of the Flax Stem and the Reaction of bast Fibers to Treatment
with Certain Agro-Chemical Preparations***

The article considers the anatomical structure of flax and the reaction of anatomical parameters of fibers on a cross-section to a number of preparations introduced according to the scheme of production experiments in various phases of development. It was revealed that the anatomical structure of the flax stem has a similar topography of tissues with most stems of dicotyledonous plants. The presence of powerfully developed groups of bast fibers can be considered distinctive features. The specific location of the primary xylem, which determines the type of stem formation, as well as the structure of the secondary xylem. The conducted agrotechnical measures can have both a positive and a negative impact on the quantitative and qualitative indicators of fibers, their elementary components and the nature of their composition in flax, thereby determining the degree of complexity of processing the raw materials and the quality of finished products.

Key words: flax, plant anatomy, bast fibers, scheme of production experience, fertilizers, growth regulator, phases of development.

Введение

В Беларуси, и в Брестской области в частности, огромное внимание уделяется выращиванию льна-долгунца. Примерно 40 % (2,4 млн га) пахотных земель нашей страны подходит под возделывание этой культуры. Это основная прядильная культура во всех странах с умеренным климатом, возделывание которой дает три ценных вида продукции – волокно, семена и костру. Льняное волокно, благодаря таким технологическим свойствам, как прочность, гибкость, тонины, является незаменимым сырьем для текстильной промышленности. С ботанической точки зрения оно представляет собой длинные мертвые клетки механической ткани склеренхимы, которые группируются в пучки в стебле растения и придают ему прочность и эластичность.

Вышеуказанные свойства волокон определяются прежде всего особенностями их анатомического строения. Важными показателями являются количество пучков, их форма, размеры по длине, ширине и периметру, а также количество элементарных во-

локонцев в пучке и их структура [1–3]. Достижению подобных качеств способствуют множество агротехнических приемов, в число которых входят обработки агрохимическими препаратами.

Цель статьи – исследовать анатомическую структуру льна-долгунца и оценить зависимость воздействия агрохимических препаратов на анатомические показатели волокон льна-долгунца.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлся лен-долгунец (*Linum usitatissimum* L.). При выполнении работы применялись описательный и сравнительно-анатомический методы.

Исследования анатомического строения и корреляции показателей лубяных волокон с обработкой агрохимическими препаратами проводились на образцах стеблей льна-долгунца, выращенного на Дрогичинской межрайонной льносемянной станции Брестской обл. Для анатомических исследований в смеси спирта и глицерина были зафиксированы стебли средней части растений, выращенных при оптимальной плотности посадки, принятой в сельском хозяйстве, согласно схемам производственных опытов. Из них по общепринятой в анатомии растений методике [4] были сделаны макро- и микросрезы, изготовлены постоянные препараты, на которых и проводились исследования.

Техническая длина и толщина стеблей лубяных культур во многом определяются сортом и агротехническими условиями. При плотном посеве растения формируют менее разветвленные и более длинные стебли с меньшим диаметром, в то время как при редком посеве стебли становятся толще и более ветвистыми. При одинаковых условиях выращивания более длинные стебли обычно имеют большую толщину.

При посеве и выращивании образцов на пробных площадках достигалась оптимальная плотность, чтобы повысить чистоту эксперимента.

В результате исследований описана анатомическая структура стебля льна-долгунца в условиях юго-запада Беларуси, получены количественные и качественные показатели волокон и их элементарных элементов, отличающиеся рядом показателей у особей, обработанных выбранными препаратами.

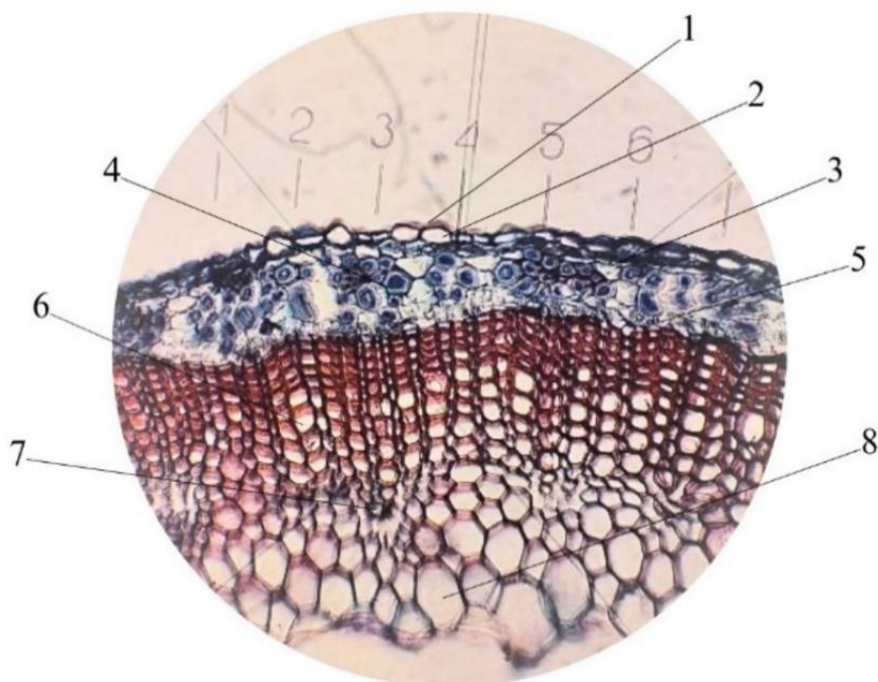
Результаты и их обсуждение

Анатомическое строение стебля льна в условиях юго-запада Беларуси.

Анализ анатомического строения однолетнего стебля показал, что топография тканей стебля льна-долгунца схожа с топографией тканей стеблей многих двудольных растений. Особенностью является мощное развитие склеренхимных волокон в первичной коре.

Снаружи стебель льна-долгунца покрыт одним слоем клеток эпидермы, наружная стенка клеток несколько утолщена, ее ширина составляет около 4 мкм, а внутренняя и боковая стенки имеют толщину не более 2 мкм, латеральный размер клеток достигает 22 мкм, а тангенциальный – 33 мкм. Снаружи эпидерма покрыта кутикулой, толщина которой составляет 2,5–3 мкм. Эпидерма укрывает паренхиму первичной коры, клетки этой ткани тонкостенны, толщина клеток не превышает 1 мкм. Размеры и формы клеток сильно варьируют, в основном они имеют уплощенную форму в радиальном направлении и их диаметр колеблется от 10 до 25–30 мкм (рисунок 1).

Внутри клеток хорошо заметны остатки протоплазмы с включениями, в стенках заметна очередная поровость. Слой первичной коры достигает ширины 120–150 мкм и образован тремя-четырьмя иногда пятью слоями клеток. В толще первичной коры располагается первичная склеренхима, это комплекс толстостенных клеток, которые выполняют механическую функцию и определяют прочность стебля.



*1 – кутикула; 2 – епідерміс; 3 – корова паренхіма; 4 – лубяні волокна;
5 – камбій; 6 – вторична ксилема; 7 – первична ксилема; 8 – серцевина*

Рисунок 1 – Фрагмент поперечного среза стебля льна-долгунца

Склеренхимные волокна льна имеют первичное происхождение, образуются на ранних этапах роста стебля. Склеренхима позволяет молодому стеблю сохранять положение еще до формирования кольца ксилемы, именно эта ткань является ценным компонентом изучаемой нами культуры. Формирование механических волокон начинается через неделю после появления всходов. Основная часть волокон формируется в период быстрого роста стебля, этот процесс заканчивается в период цветения и ранней желтой спелости, когда происходит их созревание [5].

На ранних этапах волокна тонкостенные, с большой внутренней полостью, содержащей протопласт с многочисленными ядрами. Активный рост стенок волокон происходит в период цветения и при переходе к ранней желтой спелости. По мере роста полость клетки уменьшается, в некоторых случаях до точечной. На поперечном срезе волокна многогранной формы, чаще всего пятигранные; их диаметр варьирует от 25 до 45 мкм, толщина стенок – от 3 до 10 мкм, внутренняя полость – от 3 до 18 мкм.

Волокна между собой скреплены срединными пластинками, разрушение которых происходит в процессе мацерации, состоят они в основном из пектиновых веществ, первичная стенка представлена целлюлозой, гемицеллюлозой, пектином и часто лигнифицируется. Вторичная стенка состоит в основном из трех слоев целлюлозы, отличающихся различными показателями светопреломления. Образованные слои состоят из спирально закрученных фибрилл, волокна собраны в группы по 5–20 клеток и имеют колоссальную длину (около 20–30 мм), а иногда и значительно больше. Группы волокон прерывают схожие по размерам или меньших размеров группы клеток паренхимы первичной коры.

Под волокнами располагается несколько слоев клеток первичного луба, в конце вегетационного сезона клетки этой ткани сильно деформированы в радиальном направлении (до 10–15 мкм), а тангенциальные размеры могут достигать 25–30 мкм. Элементы вторичного луба состоят из ситовидных трубок диаметром 20–30 мкм, которые

осуществляют транспорт ассимилятов и чередующихся с участками сильно деформированных клеток лучевой паренхимы. Они также тонкостенны, имеют неправильную форму, большую вариацию размеров клеток, расположены напротив лучевой паренхимы вторичной ксилемы и сильно дилатируют (рисунок 1).

Все вышерассмотренные ткани относятся к коровой части стебля, между флоэмой и ксилемой располагается камбий. Непосредственно камбий представлен одним слоем клеток, радиальный размер которых составляет 5–6 мкм, тангенциальный – 10–20 мкм. Тангенциальный размер клеток камбия совпадает с таковым у элементов вторичной ксилемы и вторичной флоэмы. К моменту созревания стебля клетки камбия, как правило, отмирают [3]. Элементы вторичной ксилемы располагаются ровным слоем в радиальном направлении, диаметр сосудов ранней ксилемы – 20–22 мкм, они округлой формы, тонкостенные (толщина стенок не превышает 2,5 мкм). Сосуды поздней ксилемы имеют радиальные размеры не более 12 мкм, а тангенциальные – не более 15 мкм, толщина стенок 3–4 мкм. Элементы лучевой паренхимы ведут себя двояко: в одном случае имеют одинаковые размеры в ранней и поздней ксилеме, но чаще всего наблюдается незначительное увеличение диаметра клеток в поздней древесине. Средний диаметр клеток лучевой паренхимы 8–12 мкм.

Вторичную ксилему окаймляют отдельные группы элементов первичной ксилемы, находящиеся на расстоянии около 160–200 мкм друг от друга по кольцу. Расположение этих элементов отдельными пучками говорит о типе формирования стебля льна на основе прокамбиальных пучков. Перимедулярная зона представлена паренхимными клетками диаметром не более 10–20 мкм, толщина стенок – 1,5–2 мкм, клетки неправильной формы, ширина перимедулярной зоны не превышает 40 мкм, в центре располагаются крупные клетки сердцевины, клетки многогранные, неправильной формы, диаметром 40–65 мкм, плотно сомкнуты. К концу вегетационного сезона центральная часть стебля лизируется.

Биометрическая характеристика лубяных волокон льна-долгунца.

Качество и количество волокна льна напрямую зависят от способов возделывания этой культуры, а реакция анатомической структуры является наглядным тому подтверждением. В этом направлении опубликованы многочисленные работы [5–8].

Наше исследование структуры стебля льна было направлено на выявление корреляции между внесением некоторых препаратов и показателями лубяных волокон на поперечном срезе стебля. Схемы производственных опытов по возделыванию льна-долгунца отражены в таблице 1. На Дрогичинской льносемянной станции на разных стадиях роста льна-долгунца для выявления реакции были внесены следующие препараты согласно схемам опытов (таблица 1).

Таблица 1 – Схема производственного опыта по возделыванию льна-долгунца, (Дрогичинская межрайонная льносемянная станция)

Опыт 1 (Др-1)

Фазы развития	Наименование препарата	Норма расхода, л/га	Примечания
Всходы	Удобрение «Гидрогумат калия»	2,0	–
	Удобрение «Экогум» марки «БИО»	2,0	
	Удобрение «Экогум» марки «Цинк»	1,0	
Елочка	Экосил ВЭ	0,1	+ гербицид
	Удобрение «Иммуноакт ГК»	1,0	
Елочка, начало быстрого роста	Удобрение «Мультилен»	1,0	+ грамминицид
Бутонизация	Удобрение «Мультилен»	1,0	–

Опыт 2 (Др-2)

Фазы развития	Наименование препарата	Норма расхода, л/га	Примечания
Всходы	Удобрение «Экогум» марки «БИО»	3,0	–
	Удобрение «Экогум» марки «Цинк»	1,0	
Елочка	Удобрение «Экогум» марки «ПМКТ фосфор»	1,0	+ гербицид
Елочка, начало быстрого роста	Микроудобрение «МикроСил Бор»	0,5	+ грамминицид
	Удобрение «Экогум» марки «Цинк»	1,0	
	Удобрение «Экогум» марки «Марганец»	0,5	
Бутонизация	Удобрение «Экогум» марки «ФК»	1,0	–

Опыт 3 (Др-3)

Фазы развития	Наименование препарата	Норма расхода, л/га	Примечания
Всходы	Удобрение «Экогум» марки «БИО»	6,0	–
	Удобрение «Экогум» марки «Цинк»	2,0	
Елочка	Удобрение «Экогум» марки «ПМКТ фосфор»	2,0	+ гербицид
Елочка, начало быстрого роста	Микроудобрение «МикроСил Бор»	1,0	+ грамминицид
	Удобрение «Экогум» марки «Цинк»	2,0	
	Удобрение «Экогум» марки «Марганец»	1,0	
Бутонизация	Удобрение «Экогум» марки «ФК»	2,0	–

Опыт 4 (Др 4)

Фазы развития	Наименование препарата	Норма расхода, л/га	Примечания
Всходы	Удобрение «Экогум» марки «БИО»	6,0	–
	Удобрение «Экогум» марки «Цинк»	3,0	
	Регулятор роста растений «Экосил ВЭ»	0,05	
Елочка	Регулятор роста растений «Экосил ВЭ»	0,05	+ гербицид
	Удобрение «Экогум» марки «ПМКТ фосфор»	1,0	
Елочка, начало быстрого роста	Удобрение «Экогум» марки «БИО»	1,0	+ грамминицид
	Удобрение «Мультилен»	2,0	
	Удобрение «Иммуноакт» ГК	1,0	
Бутонизация	Удобрение «Мультилен»	1,0	–
	Удобрение «Экогум» марки «ФК»	0,5	
	Регулятор роста растений «Экосил ВЭ»	0,05	

Опыт 5 (Др-5)

Фазы развития	Наименование препарата	Норма расхода, л/га	Примечания
Всходы	Удобрение «Экогум» марки «БИО»	7,0	–
	Удобрение «Экогум» марки «Цинк»	3,0	
	Регулятор роста растений «Экосил ВЭ»	0,05	
Елочка	Регулятор роста растений «Экосил ВЭ»	0,05	+ гербицид
	Удобрение «Экогум» марки «ПМКТ фосфор»	1,0	
Елочка, начало быстрого роста	Удобрение «Экогум» марки «БИО»	2,0	+ грамминицид
	Удобрение «Мультилен»	3,0	
	Удобрение «Иммуноакт» ГК	1,0	
Бутонизация	Удобрение «Мультилен»	1,0	–
	Удобрение «Экогум» марки «ФК»	1,0	
	Регулятор роста растений «Экосил ВЭ»	0,05	

Анализ постоянных препаратов показал, что самый широкий слой лубяных волокон наблюдался в образце «Др-5», его размер составил 154 мкм. Но в это же время

количество волокон в группе в этом образце самое наименьшее и равняется 12. Такой показатель, как ширина слоя волокон, не всегда может отражать количество исходного волокна, т. к. клетки могут быть расположены достаточно рыхло по отношению друг к другу, волокна могут быть одиночными и крупными, как в случае с образцом «Др-5». Наибольшее количество волокон наблюдалось в образце «Др-4»: в пучке насчитывалось до 40 волокон (таблица 2). При этом ширина слоя (кольца) волокон составляет 104,72 мкм и была ниже, чем в контроле. Кроме того, в этом образце наблюдается наибольшая плотность волокон.

Содержание волокна в стеблях льна напрямую связано с количеством пучков и размерами волокон, присутствующих на срезе. Качество льняного волокна определяется формой пучков, диаметром и однородностью волокон в составе пучков. Высококачественное волокно обычно происходит от образцов с пучками правильной удлиненно-овальной формы с ровными краями. При этом волокна должны быть мелкими и однородными по размеру. Образцы с круглыми или полиморфными волокнами, собранными в пучки с неровными краями, часто приводят к волокну низкого качества. Прочность зависит от толщины клеточной стенки элементарных волокон [10].

В нашем случае наибольшую толщину клеточной стенки имеет образец «Др-4» – 10,56 микрометров и «Др-контр.» – 10,42 мкм, наименьшую – образцы «Др-1», толщина клеточной стенки у них составляет 3,94 мкм (таблица 2).

Таблица 2 – Количественные показатели лубяных волокон стебля льна-долгунца после обработки препаратами согласно схемам опытов

Опыт	Показатель						
	Ширина слоя волокон, мкм	Средний диаметр волокон, мкм	Вариация размеров волокон, мкм	Толщина стенок, мкм	Диаметр просвета, мкм	Размеры групп, мкм	Количество волокон в группе
Др-1	54,56	21,78	16,5 – 23,76	3,94	8,36	54,56 – 129,36	15
Др-2	63,36	13,2	12,76 – 16,94	4,84	5,06	63,36 – 132	19
Др-3	61,6	20,54	10,12 – 22	7,48	4,28	61,6 – 141,68	24
Др-4	104,72	23,76	17,94 – 26,9	10,56	3,1	104,72 – 237,6	41
Др-5	154	47,3	12,76 – 47,74	6,82	9,21	154 – 101,2	12
Др-контр.	129,36	32,34	24,64 – 48,84	10,42	6,76	129,36 – 142,38	26

Гибкость нитей коррелирует с размерами просветов его элементарных волокон и структурой пучков. Варианты с более узкими просветами и однотипными размерами более гибкие. У образцов «Др-3» и «Др-4» волокна можно считать самыми гибкими, т. к. эти образцы имеют наименьшие просветы, диаметры которых составляют в среднем 4,28 мкм и 3,9 мкм соответственно.

Полученные результаты анализа биометрических показателей лубяных волокон показывают, что на характер расположения групп волокон положительно влияют препараты: «Экогум» марки «БИО», марки «Цинк» и регулятор роста «Экосил ВЭ», внесенные в момент всходов растения; внесение удобрения «Экогум» марки «ПМКТ фосфор» и повторное внесение регулятора роста «Экосил ВЭ» в фазе «елочки»; удобрения «Экогум» марки «БИО», «Мультилен» и «Иммуноакт ГК» в фазе быстрого роста; вне-

сенные в фазе бутонизации «Мультилен», «Экогум» марки «ФК» и регулятор роста «Экосил ВЭ».

Отсутствие реакции показали: внесенные в период всходов удобрения «Экогум» двух марок – «БИО» и «Цинк»; в фазе «елочки» – удобрение «Экогум» марки «ПМКТ фосфор»; в фазе «елочки» и начале быстрого роста добавленные удобрения «Экогум» двух марок – «Цинк» и «Марганец» и включенное в фазу бутонизации удобрение «Экогум» марки «ФК».

Заключение

В ходе нашего исследования мы выяснили, что анатомическое строение стебля льна имеет схожую топографию тканей с большинством стеблей двудольных растений. Отличительными особенностями этого вида можно считать наличие мощно развитых волокон первичного происхождения, специфику их заложения, особенности строения вторичной ксилемы, имеющей отличия в ранней и поздней древесине, а также специфическое расположение первичной ксилемы, свидетельствующее о типе формирования стебля.

Проведенные агротехнические мероприятия могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на количественные и качественные показатели волокон, их элементарных компонентов и характер их сложения у льна-долгунца, определяя тем самым сложность обработки исходного сырья и качество готовой продукции. Наилучшая реакция лубяных волокон в направлении однотипности, эластичности и прочности, исходя из характеристик на поперечном срезе, наблюдается при внесении препаратов согласно схемам производственных опытов «Др-3» и «Др-4». После применения этих схем лубяные волокна уменьшают общий диаметр и диаметр просветов, их размеры и толщина стенок становятся приближенными к однотипным, а тяжи волокон не имеют угловатых очертаний.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ДР-1 – Дрогичинская межрайонная льносемяница (опыт 1);
ДР-2 – Дрогичинская межрайонная льносемяница (опыт 2);
ДР-3 – Дрогичинская межрайонная льносемяница (опыт 3);
ДР-4 – Дрогичинская межрайонная льносемяница (опыт 4);
ДР-5 – Дрогичинская межрайонная льносемяница (опыт 5);
ДР-контр. – Дрогичинская межрайонная льносемяница (контрольный опыт);
Мкм – микрометры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тихвинский, С. Ф. Изучение качества прядильного льна / С. Ф. Тихвинский. – Л. : Колос, 1978. – 111 с.
2. Мельников, А. Н. Сравнительная анатомия стебля льна-долгунца в связи с процентом выхода волокна / А. Н. Мельников // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции. – Л., 1929. – Т. 11, вып. 1. – С. 79–85.
3. Льноводство / А. Р. Рогаш [и др.] – М. : Колос, 1967. – 583 с.
4. Прозина, М. Н. Ботаническая микротехника / М. Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.
5. Сизов, И. А. Динамика образования лубоволокнистых пучков в стебле различных сортов льна в зависимости от условий выращивания / И. А. Сизов // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции. – 1952. – Т. 29, вып. 2. – С. 52–61.

6. Гращенко, М. Г. Влияние некоторых условий выращивания льна на метрический номер волокна / М. Г. Гращенко // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции. – 1970. – Т. 42, вып. 1. – С. 138–147.

7. Голуб, И. А. Инновационные приемы выращивания льна-долгунца / И. А. Голуб, Д. П. Чирик, Н. В. Степанова // Инновационные разработки АПК: резервы снижения затрат и повышения качества продукции : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 12–13 июля 2018 г., аг. Тулово / Нац. акад. наук Беларуси, Витеб. зонал. ин-т сельс. хоз-ва ; ред.: О. И. Борисенко [и др.]. – Минск, 2018. – С. 19–22.

8. Снежинский, А. А. Эффективность микробиологических и гуминовых препаратов белорусского производства в технологии возделывании льна-долгунца : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / А. А. Снежинский. – Устье, 2023. – 164 л.

9. Сафина, Н. З. Источники высокого качества волокна для селекции льна-долгунца, выделенные с использованием анатомического метода : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Н. З. Сафина. – Киров, 2003. – 114 л.

REFERENCES

1. Tikhvinskij, S. F. Izuchienije kachiestva priadil'nogo l'na / S. F. Tikhvinskij. – L. : Kolos, 1978. – 111 s.

2. Miel'nikov, A. N. Sravnitel'naja anatomija stieblia l'na-dolgunca v sviazi s procientom vykhoda volokna / A. N. Miel'nikov // Tr. po priklad. botanikie, gienetikie i sieliekcii. – L., 1929. – Т. 11, вып. 1. – S. 79–85.

3. L'novodstvo / A. R. Rogash [i dr.] – M. : Kolos, 1967. – 583 s.

4. Prozina, M. N. Botanichieskaja mikrotiekhnika / M. N. Prozina. – M. : Vyssh. shk., 1960. – 206 s.

5. Sizov, I. A. Dinamika obrazovanija lubovoloknistykh puchkov v stieblie razlichnykh sortov l'na v zavisimosti ot uslovij vyrashchivanija / I. A. Sizov // Tr. po priklad. botanikie, gienetikie i sieliekcii. – 1952. – Т. 29, вып. 2. – S. 52–61.

6. Grashchienko, M. G. Vlijaniye niekotorykh uslovij vyrashchivanija l'na na mietri-chieskij nomer volokna / M. G. Grashchienko // Tr. po priklad. botanikie, gienetikie i sieliekcii. – 1970. – Т. 42, вып. 1. – S. 138–147.

7. Golub, I. A. Innovacionnyje prijomyye vyrashchivanija l'na-dolgunca / I. A. Golub, D. P. Chirik, N. V. Stiepanova // Innovacionnyje razrabotki APK: rieziervy snizhenija zatrat i povyshenija kachiestva produkci : matierialy Miezhhdunar. nauch.-prakt. konf., 12–13 ijulia 2018 g., ag. Tulovo / Nac. akad. nauk Bielarusi, Vitieb. zonal. in-t siel's. khoz-va ; ried.: O. I. Borisionok [i dr.]. – Minsk, 2018. – S. 19–22.

8. Sniezhinskij, A. A. Effiektivnost' mikrobiologichieskikh i guminovykh prieparatov bielorussskogo proizvodstva v tiekhnologii vozdielyvanii l'na-dolgunca : dis. ... kand. s.-kh. nauk : 06.01.09 / A. A. Sniezhinskij. – Ust'je, 2023. – 164 l.

9. Safina, N. Z. Istochniki vysokogo kachiestva volokna dlia sieliekcii l'na-dolgunca, vydieliennyje s ispol'zovanijem anatomichieskogo mietoda : dis. ... kand. s.-kh. nauk : 06.01.05 / N. Z. Safina. – Kirov, 2003. – 114 l.

Рукапіс наступіў у рэдакцыю 11.09.2024