

Возможность получения длинного волокна из тресты масличного льна на различном технологическом оборудовании

Евгения Николаевна Королева,

старший научный сотрудник,
e-mail: e.koroleva@fncl.ru;

Эдуард Валерьевич Новиков,

кандидат технических наук, ведущий научный
сотрудник, e-mail: edik1@kmtn.ru;

Александр Владиславович Безбабченко,

старший научный сотрудник,
e-mail: fnc_lk44@mail.ru

Федеральный научный центр лубяных культур, г. Тверь, Российская Федерация

Реферат. Показали, что короткое волокно масличного льна обычно получают из спутанной массы поломанных стеблей. Однако в последнее время поднимается вопрос о возможности переработки в длинное волокно целых стеблей, оставшихся после уборки семян. (*Цель исследования*) Изучить возможность получения длинного волокна из стеблей масличного льна на различном технологическом оборудовании с обоснованием характеристик волокна. (*Материалы и методы*) Взяли целые стебли различного качества шести разных сортов масличного льна. Образцы перерабатывали на станке СМТ-500 и в мяльно-трепальном агрегате марки АЛС-1, после чего определяли показатели качества длинного волокна. (*Результаты и обсуждение*) Выявили, что большинство показателей качества тресты масличного льна соответствуют характеристикам тресты льна-долгунца, но прочность волокна имеет недопустимо низкие значения. Номер льнотресты из льна масличного не превышает 0,5, а выход длинного волокна изменяется от 0,4 до 11,0 процентов, что гораздо ниже, чем из льна-долгунца, то есть основная часть волокна выпадает в отходы. Определили, что на станке СМТ-500 невозможно получить длинное волокно даже самого низкого номера из-за малого значения горстевой длины, а после агрегата АЛС-1 номер длинного волокна не выше 8. В ходе анализа отдельных характеристик длинного волокна из масличного льна определили, что в сравнении со льном-долгунцом это волокно более толстое, менее прочное и гибкое. (*Выводы*) Доказали, что из целых стеблей льнотресты льна масличного можно получить длинное волокно, но низкого качества. Определили, что в длинное волокно могут быть переработаны до 67 процентов сортов льнотресты. Из рассмотренных типов льнотресты масличного льна выявили наилучший по качеству – сорт ЛМ-98 и наихудшие – Бирюза и Ручеек.

Ключевые слова: масличный лен, станок СМТ-500, агрегат АЛС-1, качество льнотресты, выход длинного волокна, номер льняного волокна.

Для цитирования: Королева Е.Н., Новиков Э.В., Безбабченко А.В. Возможность получения длинного волокна из тресты масличного льна на различном технологическом оборудовании // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2021. Т. 15. №2. С. 19-25. DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-2-19-25.

Possibility of Obtaining Long Fiber from Oilseed Flax Trusts Using Various Technological Equipment

Evgeniya N. Koroleva,

senior researcher, e-mail: e.koroleva@fncl.ru;

Eduard V. Novikov,

Ph.D.(Eng.), leading researcher, e-mail: edik1@kmtn.ru;

Alexander V. Bezbabchenko,

senior researcher,

e-mail: fnc_lk44@mail.ru

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russian Federation

Abstract. The authors showed that the short fiber of oilseed flax was usually obtained from a tangled mass of broken stems. However, recently, the question of the processing possibility of the culture whole stems left after harvesting into long fiber was raised. (*Research purpose*) To study the possibility of obtaining long fiber from oil flax stems on various technological equipment with the substantiation of the fiber characteristics. (*Materials and methods*) Whole oil flax stems of various qualities of six different varieties were taken. The samples were processed on an SMT-500 machine and in an ALS-1 crumpling and scutching machine, after which the quality parameters of the long fiber were determined. (*Results and discussion*) The authors found that

most of the quality indicators of oil flax trusts corresponded to the fiber flax trusts characteristics, but the fiber strength had unacceptably low values. The number of flax stems from oil flax did not exceed 0.5, and the yield of long fiber varied from 0.4 to 11 percent, which was much lower than from fiber flax, so the fiber bulk fell into waste. It was determined that on the SMT-500 machine it was impossible to obtain a long fiber of even the lowest number due to the small value of the gristle length, and after the ALS-1 machine, the number of the long fiber was not higher than 8. During the analysis of individual characteristics of the long fiber from oilseed flax, it was determined that oil flax fiber was thicker, less strong and flexible in comparison with fiber flax. (*Conclusions*) The authors proved that long fiber could be obtained from flax whole stems, but of poor quality. They determined that up to 67 percent of flax varieties could be processed into long fiber. Of the flax types considered, oilseed flax seeds revealed the best quality-grade LM-98 and the worst – Biryuza and Rucheek.

Keywords: oil flax, SMT-500 machine, ALS-1 machine, flax quality, long fiber yield, number of flax fiber.

For citation: Koroleva E.N., Novikov E.V., Bezbabchenko A.V. Vozmozhnost' polucheniya dlinnogo volokna iz tresty maslichnogo l'na na razlichnom tekhnologicheskom oborudovanii [Possibility of obtaining long fiber from oilseed flax trusts using various technological equipment]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2021. Vol. 15. N2. 19-25 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-2-19-25.

Планы экономического развития Российской Федерации предполагают увеличение спроса на натуральные волокна [1].

Лен масличный – ценная сельскохозяйственная культура многоцелевого использования. Из него получают масло и растительный белок [2]. В стеблях содержится волокно, которое используют для изготовления грубых тканей, высоких сортов бумаги и других целей [3-5].

В льноводческих странах все больше внимания уделяют использованию стеблевой части льна масличного, так как она, как и у льна-долгунца, включает целлюлозное волокно [6, 7].

В странах дальнего зарубежья расширяется интерес к переработке этого вида льна в льноволокно и получению изделий из него, например, композитных материалов, рынок которых расширяется [8-10].

В России растет производство масличного льна. Однако его волокно обычно не используют. Как правило, после уборки семян стебли уничтожают [11].

Для производства волокна обычно используют сырье масличного льна в виде спутанной массы полуманых стеблей, из которого можно получить только короткое волокно [12]. В то же время становится актуальным вопрос о возможности переработки масличного льна в длинное волокно – трепаный лен. Интерес к этой переработке возник неслучайно, так как техническая длина стеблей превышает 60 см при содержании волокна в тресте 19-24% и отделяемости 4-8 ед. [13-15]. Эти характеристики, наряду с диаметром стеблей, прочностью волокна в них, нередко соответствуют стандартам на тресту льняную (ГОСТ 2975-73, ГОСТ Р 53143-2008, ГОСТ 24383-89).

При низкой себестоимости тресты льна масличного, а значит, низкой ее цене в сравнении с трестой льна-долгунца (примерно в 5-10 раз), возможно получить из нее рентабельное волокно [16]. Часть сортов, созданных ранее, не могут быть переработаны в длин-

ное волокно [17]. Но за последние 20 лет выведены перспективные сорта льна масличного с общей длиной стеблей 64-84 см [18, 19]. В отличие от льна-долгунца, в научной литературе не представлены какие-либо результаты исследований по переработке масличного льна в длинное волокно, а также отсутствуют значения его характеристик.

Остается неизученным вопрос о получении длинного волокна из тресты льна масличного, стебли которых могут быть длиннее и содержать больше волокна.

Цель исследования – изучить возможность получения длинного волокна из стеблей масличного льна на различном технологическом оборудовании с обоснованием характеристик волокна.

Для достижения поставленной цели необходимо:

- перед первичной переработкой инструментальными и технологическими методами исследовать показатели качества сырья – льнотресты из целых стеблей масличного льна различных сортов;

- провести первичную переработку льнотресты на лабораторном станке СМТ-500 (аналоге промышленной машины МТОФ-1), который включен в национальный стандарт на тресту льняную, а также на промышленном малогабаритном мяльно-трепальном агрегате марки АЛС-1 [20];

- исследовать выход длинного волокна и значения показателей его качества;

- проанализировать результаты и сделать выводы для практического использования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Для исследования взяли шесть сортов льна масличного в целых стеблях различного качества в виде снопов урожая 2019 г. Стебли были вытереблены вручную, прошли росяную мочку, по внешнему виду соответствовали признакам льнотресты и имели серый цвет. Все образцы льнотресты перед первичной переработкой были обозначены типами, каждый из которых соответствовал определен-

ному сорту: тип 1 – ЛМ-98; 2 – Нилин; 3 – Флиз; 4 – ВНИИМК-620; 5 – Бирюза; тип 6 – Ручеек. Типы льнотресты 1, 2, 3, 5 и соответствующие им сорта относятся к современным.

Показатели качества исходной льнотресты определяли по ГОСТ Р 53143-2008, ГОСТ 24383-89 и ГОСТ 2975-73. Далее из каждого типа льнотресты отобрали по 20 горстей. Затем разделили на две группы по 10 горстей, одна группа предназначалась для обработки на станке СМТ-500 со стандартными параметрами (рис. 1). Другая группа прошла через мяльно-трепальный агрегат марки АЛС-1 при частоте вращения трепальных барабанов 250 об/мин и скорости перемещения льнотресты в трепальной части 20 м/мин [20].

Переработка в обеих машинах велась по одной горсти, которые сначала выравнивали по комлям, а затем вручную подавали в мяльную и трепальную части, в первую часть стебли направляли перпендикулярно оси мяльных валцов.

После первичной обработки льнотресты в СМТ-500 и АЛС-1 определяли выход длинного волокна и его номер по ГОСТ 10330-76 «Лен трепаный» (изменение № 4) и по ГОСТ Р 53484-2009 «Лен трепаный» по пп. 6.1.4.2., 6.1.4.3 и 6.2.

Результаты и обсуждение. Большинство показателей качества исходной тресты льна масличного соответствуют характеристикам льна-долгунца (рис. 1а и б, 2а и б). Однако прочность волокна у 83% всех типов льнотресты, кроме сорта ЛМ-98, имеет недопустимое по стандарту значение – менее 3,1 кгс (табл. 1). Это указывает на низкое качество льнотресты, из нее нельзя получить длинное волокно для дальнейшего производства из него высокосортной пряжи.



Рис. 1. Вид сырья и волокна при переработке в СМТ-500: а – горсти тресты; б – горсти на питающем транспортере; с – длинное волокно из тресты типов 5 и 6; d – длинное волокно из тресты 1-4

Fig. 1. Raw material and fiber during processing in SMT-500: a – handful of trusts; b – handfuls on the feed conveyor; c – the long fiber of the trusts type 5 and 6; d – long fiber of trusts 1-4



Рис. 2. Вид сырья и волокна при переработке в агрегате АЛС-1: а – горсти тресты; б – промятая льнотреста перед подачей в трепальную часть; с – длинное волокно; d – отходы трепания

Fig. 2. Materials and fibers in the processing of the unit ALS-1: a – handful of the trust; b – a dented the flax before submitting to scutching section; c – the long fiber; d – waste scutching

По стандарту на тресту льна-долгунца номер льнотресты у всех рассматриваемых типов не превышает 0,5 (табл. 2). Это подтверждает предыдущий вывод.

Выход длинного волокна на станке СМТ-500 изменяется от 6 до 11% (рис. 1с, 1d; табл. 3). В АЛС-1 этот показатель варьируется от 0,4 до 11% (рис. 2с, табл. 4) Для сравнения, при тех же условиях переработки тресты льна-долгунца выход длинного волокна в СМТ-500 и АЛС-1 составляет 20-39% [10-12]. В итоге из-за низкого качества основная часть волокна выпадает в отходы трепания (рис. 2d).

У шести типов льнотресты выход волокна на СМТ-500 выше, в среднем на 6,1% (абс.) в сравнении с АЛС-1, это различие варьируется от 1,2 до 8,3% (абс.);

На станке СМТ-500 невозможно получить длинное волокно даже самого низкого номера вследствие малого значения горстевой длины (табл. 3). Она не должна быть ниже 41 см, а после агрегата АЛС-1 номер длинного волокна не выше 8 (табл. 4).

Дисперсионный анализ экспериментальных данных показал, что при доверительной вероятности 0,95 на выход длинного волокна оказывают влияние различные способы первичной переработки в СМТ-500 и АЛС-1. Это влияние составляет 51%.

Горстевая длина после АЛС-1 больше, чем после СМТ-500, на 16 см, что является статистически значимым отличием (табл. 3 и 4).

Гибкость изменяется в пределах 17-26 мм в СМТ-500 и 18-25 мм – в АЛС-1, что говорит незначительной зависимости от способа переработки. Но волокно менее гибкое по сравнению со льном-долгунцом [20].

Разрывная нагрузка после АЛС-1 выше, чем после

Таблица 1 Table 1						
КАЧЕСТВО ИСХОДНОЙ ЛЬНОТРЕСТЫ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО УРОЖАЯ QUALITY INDICATORS OF THE ORIGINAL FLAX TRUST OF THE OIL FLAX CROP						
Показатели Indicators	Типы тресты / Trusts types					
	1	2	3	4	5	6
Горстевая длина стеблей, см Handful stem length, cm	71	64	69	90	73	63
Содержание волокна, % Fiber content, %	23	22	22	19	22	19
Отделяемость волокна от древесины, ед. Fiber separability from wood, units	7,3	8,5	8,3	7,6	7,7	7,8
Прочность волокна в стеблях, кгс The fibers strength in the stems, kgf	7	1	1	2	0	0

Таблица 2 Table 2						
КАЧЕСТВО ЛЬНОТРЕСТЫ МАСЛИЧНОГО ЛЬНА В СТЕБЛЯХ QUALITY INDICATORS OF FLAX TRUST OF OIL FLAX IN STEMS						
Показатели Indicators	Типы тресты / Trusts types					
	1	2	3	4	5	6
Выход волокна в СМТ-500, % Fiber output in SMT-500, %	10	11	10	11	6	9
Группа цвета Color group	I	I	I	I	I	I
Номер льнотресты Flax trust number	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Таблица 3 Table 3						
КАЧЕСТВО ДЛИННОГО ВОЛОКНА, ПОЛУЧЕННОГО НА СТАНКЕ СМТ-500 QUALITY INDICATORS OF LONG FIBER OBTAINED ON THE SMT-500 MACHINE						
Показатели Indicators	Типы тресты / Trusts types					
	1	2	3	4	5	6
Горстевая длина, см Handful length, cm	39	36	32	39	25	26
Гибкость, мм Flexibility, mm	25	21	16	26	17	17
Коэффициент вариации по гибкости, % Coefficient of variation in terms of flexibility, %	27	22	26	25	23	28
Разрывная нагрузка, даН Breaking load, daN (decaNewton)	11	10	9	12	8	8
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, % Coefficient of variation in breaking load, %	25	19	12	26	27	20
Содержание недоработки, % Content of defects, %	1	0	0	0	1	0
Массовая доля костры, % Mass fraction of chaff, %	5	2	6	2	3	12
Группа цвета Color group	I	I	I	I	I	I
Линейная плотность, текс Linear density, tex	19	17	19	18	18	17
Номер трепаного льна (длинного волокна)* Number of frayed flax (long fiber)	–	–	–	–	–	–

* Определить невозможно из-за низкой горстевой длины волокна, которая по стандарту не должна быть менее 41 см
* Cannot be determined due to the low handful length of the fiber, which according to the standard should not be less than 41 cm

СМТ-500, в среднем на 6 даН. Это статистически значимое отличие. Но в сравнении с волокном льна-долгунца оно менее прочное [20].

Линейная плотность длинного волокна изменяется от 17 до 20 текс, что гораздо выше, чем у волокна

льна-долгунца [20]. Волокно масличного льна более толстое.

После СМТ-500 волокно более неоднородное по разрывной нагрузке, после АЛС-1 – по гибкости, что следует из значений коэффициентов вариации.



Таблица 4

Table 4

КАЧЕСТВО ДЛИННОГО ВОЛОКНА, ПОЛУЧЕННОГО В АГРЕГАТЕ АЛС-1
QUALITY INDICATORS OF THE LONG FIBER OBTAINED IN THE ALS-1 MACHINE

Показатели Indicators	Типы тресты / Trusts types					
	1	2	3	4	5*	6*
Выход длинного волокна, % Long fiber output, %	11	4	3	4	0,4	0,5
Горстевая длина, см Handful length, cm	53	48	48	46	–	–
Гибкость, мм Flexibility, mm	25	18	19	21	–	–
Коэффициент вариации по гибкости, % The coefficient of variation in terms of flexibility, %	40	38	38	34	–	–
Разрывная нагрузка волокна, даН Breaking load, daN (decaNewton)	15	16	15	17	–	–
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, % Coefficient of variation in breaking load, %	19	11	27	14	–	–
Содержание недоработки, % Content of defects, %	5	1	0	0	–	–
Массовая доля костры, % Mass fraction of chaff, %	2	1	1	1	–	–
Группа цвета Color group	1	1	1	1	–	–
Линейная плотность, текс Linear density, tex	20	20	18	19	–	–
Номер трепаного льна (длинного волокна) The number of frayed flax (long fiber)	8	8	8	8	–	–

* Качество определить невозможно из-за низкого выхода волокна в образцах (недостаточно волокна для анализа)

* The quality of the fiber cannot be determined due to the low fiber yield in the samples – not enough fiber for analysis

Массовая доля костры в волокне после СМТ-500 выше в среднем на 4% (абс), что является статистически значимым значением.

Доля недоработки в СМТ-500 и АЛС-1 практически не различается и в основном не превышает 1% в обеих машинах.

Выводы. Впервые изучили возможность получения длинного волокна из тресты масличного льна на лабораторном мяльно-трепальном станке СМТ-500 (аналог промышленной машины МТОФ-1) и малогабаритном промышленном мяльно-трепальном агрегате АЛС-1.

Показали, что получение длинного волокна из льнотресты льна масличного возможно, но его максимальный выход не превышает 11%. Независимо от сорта культуры на станке СМТ-500 невозможно получить длинное волокно, которое соответствовало бы даже самому низкому номеру.

Получить длинное волокно в агрегате АЛС-1 возможно. Но оно будет низкого качества: номером не более 8, с выходом волокна не выше 11% (в среднем 4%). При этом из всех типов льнотресты (сортов) до 67% могут быть переработаны в длинное волокно.

Следует предположить, что первичная переработка масличного льна в длинное волокно на других мяльно-трепальных агрегатах, например в МТА-2Л или ему подобных, нецелесообразна, так как выход волокна в них будет еще ниже, чем в агрегате АЛС-1, а так-

же из-за того, что потребление трепаного льна номера 8 текстильной промышленностью минимальное.

Впервые определили и проанализировали значения показателей качества длинного волокна из льна масличного в зависимости от способа первичной переработки. Выявили, что наиболее различаются такие характеристики, как выход длинного волокна, горстевая длина, разрывная нагрузка. Длинное волокно масличного льна менее прочное и гибкое, более толстое, чем волокно из льна-долгунца.

Из рассмотренных современных сортов масличного льна наилучшим по значениям показателей качества льнотресты и длинного волокна стал сорт ЛМ-98, наихудшая льнотреста у сортов Бирюза и Ручеек.

Впервые получили технологические данные, которые можно использовать в технико-экономических обоснованиях первичной переработки льна масличного.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (№ 0477-2019-0005).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ростовцев Р.А., Черников В.Г., Ущাপовский И.В., Попов Р.А. Основные проблемы научного обеспечения льноводства // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2020. Т. 14. N3. С. 45-52.
2. Семеренко С.А., Курилова Д.А. Инкрустация семян льна масличного как способ защиты всходов от вредных организмов в условиях центральной зоны Краснодарского края // *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. 2017. N4(172). С. 125-133.
3. Гореева В.Н., Кошкина К. В. Масличный лен – перспективная культура для Среднего Предуралья // *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2011. N4(29). С. 8-9.
4. Першаков А.Ю., Белкина Р.И. Лен масличный – элементы технологии и сорта // *АПК: инновационные технологии*. 2018. N1. С. 45-50.
5. Головенко Т.М., Бойко Г.А., Иваненко О.О., Шовкомуд О.В. Загальна характеристика показників льону олійного з метою виготовлення інноваційних товарів // *Молодий вчений*. 2016. N5(32). С. 218-222.
6. Головенко Т.Н., Бойко Г.А., Дягилев А.С., Шовкомуд А.В. Промышленное использование соломы льна масличного, как в мире, так и в Украине // *Молодий вчений*. 2017. N1(41). С. 37-39.
7. Тараймович И.В. Особенности технологии уборки льна масличного в условиях Западного Полесья Украины // *Современная техника и технологии*. 2013. N6. С. 28-34.
8. Haag K., Padovan J., Fita S., Trouvé J.-P., Pineau Ch., Hawkins S., De H., Michael J., Deyholos K., Chabbert B., Müssig J., Beaugrand J. Influence of flax fibre variety and year-to-year variability on composite properties. *Industrial Crops and Products*. 2017. N98. 1-9.
9. Bazan P., Mierzwiński D., Bogucki R., Kucie S. Bio-Based Polyethylene Composites with Natural Fiber. *Mechanical, Thermal, and Ageing Properties*. 2020. N13(11). 8-11.
10. Sarwar A., Mahboob Z., Zdero R., Bougherara H. Mechanical characterization of a new Kevlar/Flax/epoxy hybrid composite in a sandwich structure. *Polymer Testing*. 2020. N90. 25-26.
11. Пучков Е.М., Безбабченко А.В., Новиков Э.В. Перспективные малозатратные технологии переработки соломы и тресты льна масличного // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2016. N4. С. 58-62.
12. Федосова Н.М. Разработка критерия оценки эффективности процесса получения однотипного волокнистого материала // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2016. N5(366). С. 84-88.
13. Пашин Е.Л., Федосова Н.М. Технологическое качество и переработка льна-межеумка. Кострома: ВНИИЛК. 2003. С. 88.
14. Христьян С.А. Эффективность выращивания льна масличного в современных условиях // *Молодой ученый*. 2017. N1. С. 281-284.
15. Бойко Г.А., Уханова О.А. Визначення придатності волокон льону олійного різних сортів до прядіння // *Вісник херсонського національного технічного університету*. 2016. N2(57). С. 97-101.
16. Чирик Д.П., Анохина Т.А., Стапанова Н.В. Лен масличный в Беларуси – перспективы очевидны // *Наше сельское хозяйство*. 2016. N19. С. 21-23.
17. Федосова Н.М., Вихарев С.М., Соколов А.С. Совершенствование методов оценки технологического качества льна и приемов его переработки. Кострома: Костром. гос. техн. ун-т. 2013. С. 83.
18. Брач Н.Б., Пороховинова Е.А., Шеленга Т.В. Перспективы создания сортов масличного льна специализированного назначения // *Аграрный вестник Юго-востока*. 2016. N1-2(14-15). С. 50-52.
19. Рожмина Т.А., Жученко А.А., Понажев В.П., Куземкин И.А. Специализированные сорта и инновационные приемы производства масличного льна // *Аграрный вестник Юго-востока*. 2016. N1-2(14-15). С. 56-59.
20. Королева Е.Н., Новиков Э.В., Хаитов Н.Х., Безбабченко А.В. Влияние способов переработки льнотресты на выход и качество трепаного льна // *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. 2019. Вып. 3(179). С. 68-72.

REFERENCES

1. Rostovtsev R.A., Chernikov V.G., Ushchapovsky I.V., Popov R.A. Osnovnye problemy nauchnogo obespecheniya l'novodstva [The main problems of scientific support of flax growing]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2020. Vol. 14. N3. 45-52 (In Russian).
2. Semerenko S.A., Kurilov D.A. Inkrustatsiya semyan l'na maslichnogo kak sposob zashchity vskhodov ot vrednykh organizmov v usloviyakh centralnoy zony Krasnodarskogo kraya. [Inlay of oilseed flax seeds as a way to protect seedlings from harmful organisms in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur*. 2017. N4(172). 125-133 (In Russian).
3. Goreeva V.N., Koshkina K.V. Maslichnyy len – perspektivnaya kul'tura dlya Srednego Predural'ya [Oilseed flax – a promising crop for the Middle Urals]. *Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skohozyaystvennoy akademii*. 2011. N4(29). 8-9 (In Russian).
4. Pershakov A.Yu., Belkina R.I. Len maslichnyy – elementy tekhnologii i sorta [Oilseed flax – elements of technology and varieties]. *APK: innovatsionnyye tekhnologii*. 2018. N1. 45-50 (In Russian).
5. Holovenko T.M., Boyko H.A., Ivanenko O.O., Shovkomud O.V. Zahalna kharakterystyka pokaznykiv lonu oliinoho z metoiu vygotovlennia innovatsiinykh tovariv [General characteristics of indicators of oilseed flax for the production of innovative

goods]. *Molodyi vchenyi*. 2016. N5(32). 218-222 (In Ukrainian).

6. Golovenko T.N., Boyko G.A., Dyagilev A.S., Shovkomud A.V. Promyshlennoe ispol'zovanie solomy l'na maslichnogo, kak v mire, tak i v Ukraine [Industrial use of oilseed flax straw, both in the world and in Ukraine]. *Molodoy uchenyy*. 2017. N1(41). 37-39 (In Russian).

7. Taraymovich I.V. Osobennosti tekhnologii uborki l'na maslichnogo v usloviyah Zapadnogo Poles'ya Ukrainy [Features of the technology of harvesting oilseed flax in the conditions of the Western Polesie of Ukraine]. *Sovremennaya tekhnika i tekhnologii*. 2013. N6. 28-34 (In Russian).

8. Katharina Haag, Justine Padovan, Sergio Fita, Jean-Paul Trouvé, Christophe Pineau, Simon Hawkins, Hein De, Jong Michael K. Deyholos, Brigitte Chabbert, Jörg Müssig, Johnny Beaugrand Influence of flax fibre variety and year-to-year variability on composite properties. *Industrial Crops and Products*. 2017. N98. 1-9 (In English).

9. Patrycja Bazan, Dariusz Mierzwiński, Rafal Bogucki, Stanislaw Kucie Bio-Based Polyethylene Composites with Natural Fiber. *Mechanical, Thermal, and Ageing Properties*. 2020. N13(11). 8-11 (In English).

10. Ahmed Sarwar, Ziauddin Mahboob, Radovan Zdero, Habiba Bougherara Mechanical characterization of a new Kevlar/Flax/epoxy hybrid composite in a sandwich structure. *Polymer Testing*. 2020. N90. 25-26 (In English).

11. Puchkov E.M., Bezbabchenko A.V., Novikov E.V. Perspektivnye malozatratnye tekhnologii pererabotki solomy i tresty l'na maslichnogo [Promising low-cost technologies for processing straw and oilseed flax trusts]. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*. 2016. N4. 58-62 (In Russian).

12. Fedosova N.M. Razrabotka kriteriya otsenki effektivnosti processa polucheniya odnotipnogo voloknistogo materiala [Development of criteria for evaluating the effectiveness of the process of obtaining the same type of fibrous material]. *Izvestiya vysshih uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti*. 2016. N5 (366). 84-88 (In Russian).

13. Pashin E.L., Fedosova N.M. Tekhnologicheskoe kachestvo i pererabotka l'na-mezheumka [Technological quality and

flax processing of majewska]. Kostroma: VNIILK, 2003. 88 (In Russian).

14. Khrikyan S.A. Effektivnost' vyrashchivaniya l'na maslichnogo v sovremennykh usloviyakh [The efficiency of the cultivation of oil flax in modern conditions]. *Molodoy uchenyy*. 2017. N1. 281-284 (In Russian).

15. Boyko H.A., Ukhanova O.A. Vyznachennia prydatnosti volokon lonu oliinoho riznykh sortiv do priadinnia [Determination of the suitability of oilseed flax fibers of various varieties for spinning]. *Visnyk khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*. 2016. N2(57). 97-101 (In Ukrainian).

16. Chirik D.P., Anohina T.A., Stapanova N.V. Len maslichnyy v Belarusi – perspektivy ochevidny [Oilseed flax in Belarus – prospects are obvious]. *Nashe sel'skoe hozyaystvo*. 2016. N19. 21-23 (In Russian).

17. Fedosova N.M., Viharev S.M., Sokolov A.S. Sovershenstvovanie metodov otsenki tekhnologicheskogo kachestva l'na i priemov ego pererabotki [Improvement of methods for assessing the technological quality of flax and methods of its processing]. Kostroma: Izd-vo Konstr. gos. tekhnol. un-t. 2013. 83 (In Russian).

18. Brach N.B., Porokhovinova E.A., Shelenga T.V. Perspektivy sozdaniya sortov maslichnogo l'na specializirovannogo naznacheniya [Prospects for the creation of specialized oil flax varieties]. *Agrarnyy vestnik Yugo-vostoka*. 2016. N1-2(14-15). 50-52 (In Russian).

19. Rozhmina T.A., Zhuchenko A.A., Ponazhev V.P., Kuzemkin I.A. Spetsializirovannye sorta i innovatsionnye priemy proizvodstva maslichnogo l'na [Specialized varieties and innovative techniques for the production of oil flax]. *Agrarnyy vestnik Yugo-vostoka*. 2016. N1-2(14-15). 56-59 (In Russian).

20. Koroleva E.N., Novikov E.V., Khaitov N.Kh., Bezbabchenko A.V. Vliyanie sposobov pererabotki l'notresty na vykhod i kachestvo trepanogo l'na [Influence of flax processing methods on the yield and quality of flaked flax]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskyy byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur*. 2019. Iss. 3(179). 68-72 (In Russian).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

**Статья поступила в редакцию 16.02.2021
The paper was submitted
to the Editorial Office on 16.02.2021**

**Статья принята к публикации 09.04.2021
The paper was accepted
for publication on 09.04.2021**