

УДК 658.512:677.21.051

DOI 10.25230/2412–608X–2018–2–174–83–89

ОБОСНОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ МАСЛИЧНОГО ЛЬНА НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКНА

Э.В. Новиков^{1,2},

кандидат технических наук,

Е.Н. Королева¹,

научный сотрудник,

Д.М. Шевалдин¹,

старший научный сотрудник,

А.В. Безбабченко¹,

старший научный сотрудник

¹ФГБНУ ВНИИМЛ

Россия, 170041, г. Тверь, Комсомольский пр., 17/56

Тел.: (4822) 41–61–10

E-mail: vniiml@mail.ru

²ФГБОУ ВО «Костромской государственный

Университет» (ФГБОУ ВО КГУ)

Россия, 156003, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17

Тел.: (4942) 31-48-14.

E-mail: info@kstu.edu.ru

Для цитирования: Новиков Э.В., Королева Е.Н., Шевалдин Д.М., Безбабченко А.В. Исследование характеристик короткого волокна, полученного из масличного льна на различных малогабаритных линиях // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2018. – Вып. 2 (174). – С. 83–89.

Ключевые слова: Масличный лен, состав технологического оборудования, первичная переработка, короткое волокно, массовая доля костры, средняя массодлина волокна.

За последние годы в России наблюдается подъем производства масличного льна. В настоящее время остается актуальной задача первичной переработки стеблевой массы масличного льна в натуральное экологически чистое волокно при низкой себестоимости. Целью данной работы является исследование различных технологических линий для переработки стеблевой массы (тресты) масличного льна, полученной при возделывании в различных регионах, и определение характеристик получаемого волокна. Предложено несколько

типов линий, перерабатывающих тресту масличного льна. Рассмотрен различный состав технологического оборудования, который подбирается в зависимости от качества сырья и требуемых характеристик готовой продукции. Представлены сравнительные исследования малозатратных линий, определены характеристики короткого волокна, предложена эффективная линия для переработки масличного льна в волокно с различными значениями характеристик, а именно средней массодлиной волокна от 52 до 115 мм, средневзвешенной линейной плотностью 4,9–5,5 текс, массовой долей костры и сорных примесей 26–50 %, сделаны рекомендации. Полученное волокно может быть использовано для производства различных утеплителей, нетканых материалов, композитов и др.

UDC 658.512:677.21.051

Development of small-sized technical line for oil flax processing basing on studying of fiber characteristics.

^{1,2}E.V. Novikov, PhD in engineering

¹E.N. Koroleva, researcher

¹D.M. Shevaldin, senior researcher

¹A.V. Bezbabchenko, senior researcher

¹All-Russian Research Institute of Flax Production (VNIIML)

17/56 Komsomolsky pr., Tver, 171041, Russia

Tel.: +7 (4822) 41–61–10

E-mail: vniiml@mail.ru

²The Kostroma state university (KSU)

17 Dzerzhinsky str., Kostroma, 156003, Russia

Tel.: +7 (4942) 31–48–14

E-mail: info@kstu.edu.ru

Key words: oil flax, processing equipment structure, primary processing, short fiber, mass fraction of shove, average mass length of fiber.

In recent years, an increase in the production of oil flax is observed in Russia. Currently, the task of primary processing of the stem mass of oil flax into natural environmentally safety fiber at a low cost remains relevant. The aim of this work is to study different lines for processing of oil flax from different regions and to determine the characteristics of the resulting fiber. Several types of lines for oil flax processing have been created. A different composition of technological equipment, which is selected depending on the quality of raw materials and finished products, is considered. Comparative studies of low-cost lines are presented, characteristics of short fiber are defined. The line for processing of oil flax in fiber with various values of characteristics is offered, as follows:

average mass-length fiber from 52 to 115 mm, average weighted linear density of 4.9–5.5 tex, a mass fraction of shive and admixtures of 26–50%. The recommendations are made. The resulting fiber can be used for the production of various insulation, nonwoven materials, composites, etc.

Введение. Масличный лен возделывается в 58 странах мира на площади 2–3 млн га [1]. За последние годы в России наблюдается подъем его производства, так как это неприхотливая к условиям возделывания культура, которую, соблюдая минимальные технологические и агрохимические требования, можно выращивать по технологии зерновых культур [2; 3].

В семенах современных сортов этой культуры селекции ВНИИМК содержится до 50 % и выше высококачественного масла и до 33 % белка [4–6].

Потребителями и промышленными переработчиками семян льна масличного в мире являются западно-европейские страны (Бельгия, Нидерланды, Люксембург, Германия и др.), которые также увеличивают их использование в качестве пищевой продукции. Однако у масличного льна имеется нереализованный потенциал в виде волокнистой части растения. В настоящее время повсеместно льносолома и треста масличного льна в большей степени сжигается или запахивается на полях [1; 7], но если дополнительно провести первичную переработку этой массы, то можно получать ежегодно до 71 тыс. т короткого льноволокна, а с учетом постоянно увеличивающихся посевных площадей этой культуры это превращается в дополнительную прибыль.

Для переработки масличного льна в волокно применяют технологическое оборудование, которое специализировалось на получении короткого волокна из льна-долгунца. Несмотря на то, что это оборудование может перерабатывать масличный лен, оно часто не оправдано, т.к. конструктивно и технологически предназначено для переработки более длинных коротких волокон, которыми и являются отходы трепания льна-долгунца. В результате более низкой дли-

ны волокна у масличного льна и большей трудоемкости его первичной переработки в сравнении с льном-долгунцом, в его готовом волокне содержится больше костры и сорных примесей (обычно массовая доля костры в волокне масличного льна после первичной переработки составляет более 35 %), удаление которых требует интенсивных механических воздействий. Кроме того, в процессе его первичной переработки могут образовываться дополнительные потери волокна в отходы и, как следствие, снижается производительность оборудования.

Вышеуказанное говорит о том, что на сегодняшний день остается актуальной эффективная первичная переработка стеблевой массы масличного льна в волокно низкой себестоимости.

На льнозаводах и других малых предприятиях России для переработки масличного льна применяют как классические отечественные куделеприготовительные агрегаты КПАЛ, АКЛВ-1 и АКЛВ-1-01 [8], так и зарубежные агрегаты “Wanhauwaert” (Бельгия), “Charle&Co”, “Temaфа” и “Laroche” (Франция). Существуют также малогабаритные технологии и оборудование для их осуществления [9], которые используют дезинтегратор [10] и которые, на наш взгляд, являются более перспективными, но пока не совершенными. Поэтому в целях их совершенствования в линии с дезинтегратором ранее было предложено добавить машину для переработки льна МПЛ [11–13]. В итоге сформирована линия, перерабатывающая лен при различном составе технологического оборудования, который подбирается в зависимости от вида, качества сырья и готовой продукции. Однако эти линии были исследованы на льне-долгунце [14], а на масличном льне требуется их дополнительное изучение, например, необходимо определить какие характеристики волокна могут иметь место при различных технологиях переработки масличного льна и т.д.

Целью данной работы является сравнительное экспериментальное исследова-

ние различных линий (состава технологического оборудования) для переработки масличного льна с двух регионов России и определение характеристик получаемого волокна.

Материалы и методы. Ранее установлено [15], что значения характеристик тресты масличного льна перед первичной переработкой могут существенно изменяться не только в зависимости от региона выращивания, но и в рамках одного региона. Поэтому в экспериментах представленной работы исследовалась стеблевая масса масличного льна (треста) двух типов с влажностью 12 %: тип 1 из Московской области, урожая 2016 г.; тип 2 из Краснодарского края, урожай 2013 г. Перед первичной переработкой стеблевая масса масличного льна подвергалась инструментальному определению показателя качества по действующим методикам, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики стеблевой массы масличного льна (тресты) после уборки семян

Характеристика	Тип 1 Московская область	Тип 2 Краснодарский край
Средняя длина поломанных стеблей, мм	386	163
минимальная	30	72
максимальная	484	350
Содержание волокна в массе тресты, %	31,0	24,5
Отделяемость волокна от древесины, ед.	5,4	4,2
Разрывная нагрузка, кгс	0,5	11,5
Средняя массодлина волокна в тресте, мм	189,0	109,5
Средневзвешенная линейная плотность волокна в тресте, текс	14,5	7,3
Массовая доля костры в тресте, %	69,0	75,5

Стеблевая масса перерабатывалась на несколько линиях (на различном составе технологического оборудования) по схеме, представленной на рисунке 1.

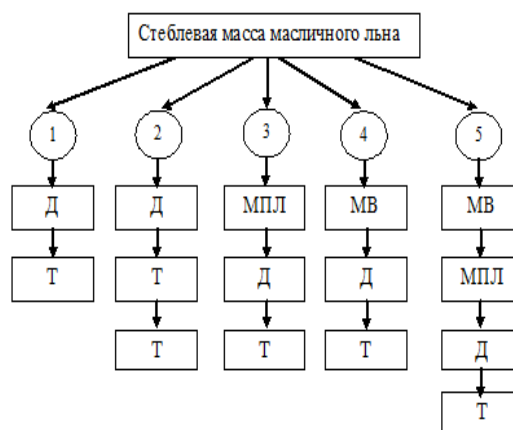


Рисунок 1 – Схема эксперимента для изучения различного состава технологических линий переработки тресты масличного льна (линии пронумерованы цифрами в кружках, аналогичное их обозначение представлено на рисунке 3): Д – дезинтегратор; Т – трясильная машина с нижним гребенным полем; МПЛ – машина для переработки льна; МВ – одна пара мяльных валков

Стебли льнотресты проминались в мяльных валках (МВ) один раз. Обработка в МПЛ проходила при скорости питания 10 м/мин, частоте вращения рабочего органа в дезинтеграторе 1000 мин⁻¹ и плотности загрузки 0,5 кг/м².

У полученного волокна определялись: выход волокна, массовая доля костры, удельный вес связанной и несвязанной костры, средняя массодлина, средневзвешенная линейная плотность волокна.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований представлены на рисунке 2 и в таблицах 2, 3.

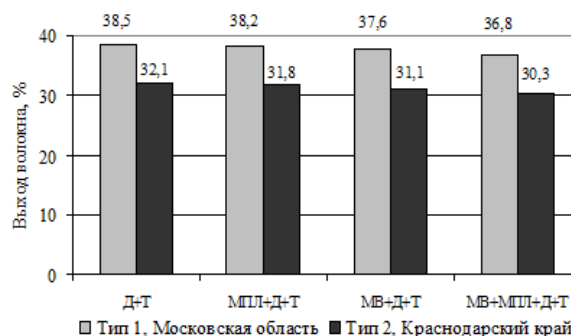


Рисунок 2 – Выход волокна из тресты масличного льна

Таблица 2

Характеристики волокна, полученного из тресты масличного льна из Московской области (тип 1)

Характеристика	Д + Т	МПЛ + Д + Т	МВ + Д + Т	МВ + МПЛ + Д + Т
Массовая доля костры, %	35,0	33,4	30,8	28,4
Массовая доля несвязанной костры, %	15,0	20,0	12,5	11,7
Массовая доля связанной костры, %	20,0	13,4	18,3	16,7
Удельный вес связанной костры, %	42,9	59,9	40,6	41,2
Удельный вес несвязанной костры, %	57,1	40,1	59,4	58,8
Средняя массодлина, мм	58,2	54,6	54,2	52,1
Средневзвешенная линейная плотность, текс	5,5	5,3	5,4	5,3

Таблица 3

Характеристики волокна, полученного из тресты масличного льна из Краснодарского края (тип 2)

Характеристика	Д + Т	Д + Т + Т	МПЛ + Д + Т	МВ + Д + Т	МВ + МПЛ + Д + Т
Массовая доля костры, %	50,0	28,3	31,7	40,0	26,6
Массовая доля несвязанной костры, %	21,7	15,0	13,4	11,7	5,0
Массовая доля связанной костры, %	28,3	13,3	18,3	28,3	21,6
Удельный вес связанной костры, %	43,4	53,0	42,3	29,3	18,8
Удельный вес несвязанной костры, %	56,6	47,0	57,7	70,7	81,2
Средняя массодлина, мм	114,7	91,3	73,0	94,4	71,0
Средневзвешенная линейная плотность, текс	4,9	5,3	5,3	5,5	5,2

Анализируя результаты экспериментов можно отметить:

1. Про выход волокна:

- выход волокна после первичной обработки массы масличного льна с использованием различных технологий составляет у тресты масличного льна из Московской области в среднем 38 %, у

тресты масличного льна из Краснодарского края – 31,4 % (см. рис. 2).

2. Про массовую долю костры:

- массовая доля костры после переработки уменьшилась в два раза в зависимости от применяемого оборудования и составила от 28 до 35 % у масличного льна из Московской области, у тресты из Краснодарского края – от 26 до 50 %;

- при включении в технологическую цепочку одной пары мяльных вальцов и машины МПЛ массовая доля костры в волокне и удельный вес связанной костры в нем уменьшается.

3. Про среднюю массодлину волокна:

- средняя массодлина волокна уменьшилась в среднем в 3,5 раза у тресты масличного льна из Московской области и у тресты из Краснодарского края в среднем в 1,2 раза;

- средняя массодлина волокна, полученного из масличного льна из Московской области, меньше, чем при переработке масличного льна из Краснодарского края;

- добавление в линию МПЛ уменьшает среднюю массодлину волокна, особенно это заметно на льне, имеющем большую исходную среднюю массодлину волокна, в нашем случае это треста из Московской области (см. табл. 3), длина волокна в зависимости от исходного сырья может уменьшаться от 4 до 23 мм.

4. Про линейную плотность:

- средневзвешенная линейная плотность волокна при обработке с использованием разных линий изменяется незначительно, у тресты типа 1 от 5,3 до 5,5 текс, а у типа 2 – от 4,9 до 5,5 текс.

Если ориентироваться на ГОСТ 9394-76 «Волокно льняное короткое. ТУ», в котором обозначена максимальная массовая доля костры 29 % (для номера короткого волокна 2), то по результатам представленных исследований такое значение могут обеспечить линия МВ + МПЛ + Д + Т. Это указывает на то, что в линиях необходимо интенсифицировать процессы трепания и очистки, например, добавить еще один дезинтегратор (Д) или

одну трясильную машину (Т). Такое решение обосновывается, тем, что удельный вес несвязанной костры в волокне в среднем от 5,0 до 21,7 % (см. табл. 1, 2), что указывается на возможность удаления части этой костры в дополнительно установленной трясильной машине.

В результате проведенных исследований изучены составы технологического оборудования для переработки тресты масличного льна в короткое волокно, обобщая полученные при этом данные, можно заключить, что для переработки тресты масличного льна в короткое волокно, применение того или иного состава технологического оборудования позволяет получать полуфабрикат в виде волокна различных характеристик, а именно с массодлиной волокна 52–115 мм, средневзвешенной линейной плотностью 4,9–5,5 текс (рис. 3).

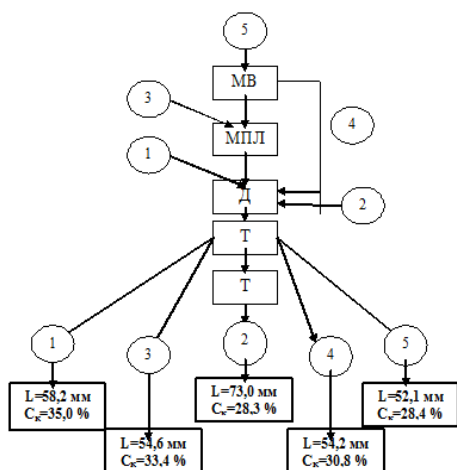


Рисунок 3 – Характеристики короткого волокна из тресты масличного льна в зависимости от состава малогабаритных линий (см. рис. 1):

L – средняя массодлина волокна;
C_к – массовая доля костры

По результатам исследований двух типов тресты предложена обобщенная линия для переработки масличного льна в волокно, которая в зависимости от конечных характеристик волокна может использовать различные технологии переработки – составы технологического

оборудования (см. рис. 4, в кружках пронумерованы технологии, которые необходимо применять для производства волокна тех или иных характеристик).

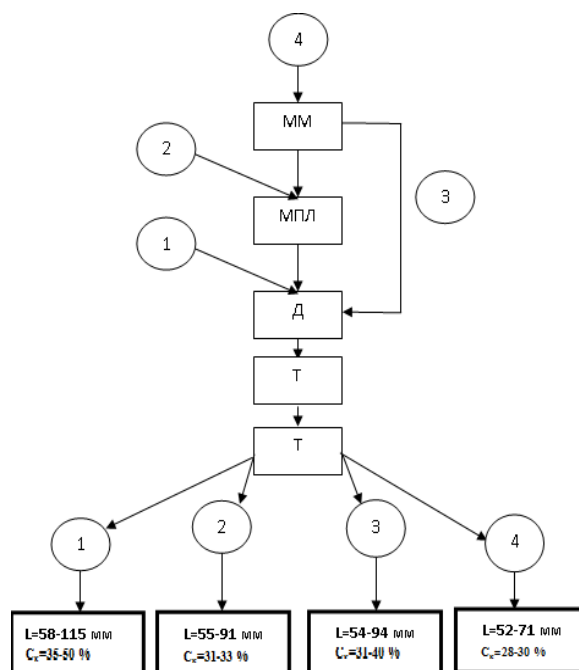


Рисунок 4 – Предлагаемая малогабаритная линия для переработки масличного льна с использованием различного состава технологического оборудования и интервалами варьирования характеристик получаемого волокна (в кружках показана нумерация технологий):

ММ – мьяльная машина; МПЛ – машина для переработки льна; Д – дезинтегратор;
Т – трясильная машина;
L – средняя массодлина волокна;
C_к – массовая доля костры

Линия позволяет в зависимости от качества исходного сырья выбирать технологию (цепочку) переработки:

- технологию 1 для тресты с отделяемостью выше 5 ед. и с исходной длиной волокна не более 110 мм;
- технологию 2 для тресты с отделяемостью выше 5 ед., с исходной длиной волокна более 110 мм;
- технологию 3 для тресты с отделяемостью ниже 5 ед., с исходной длиной волокна не более 110 мм;

– технологию 4 для тресты с отделяемостью ниже 5 ед., с исходной длиной волокна более 110 мм.

Следует отметить, что рекомендации, сделанные в представленных исследованиях, в дальнейшем должны быть существенно расширены в силу изучения процессов первичной переработки масличных льнов из различных регионов России, это еще не менее чем из 10 регионов [1], а также из основных стран-поставщиков масличного льна: Украины, Канады, Казахстана, Китая, США и Индии.

Выводы. 1. Определены характеристики короткого волокна изо льна масличного при переработке его на различных малогабаритных линиях.

2. Предложена малогабаритная линия для первичной переработки масличного льна в волокно различных характеристик по требованию заказчика, позволяющая в зависимости от качества исходного льна выбирать технологическую цепочку переработки.

3. Полученное короткое волокно может быть использовано для производства различных утеплителей, нетканых материалов, композитов и др.

Список литературы

1. Новиков Э.В., Басова Н.В., Ущановский И.В., Безбабченко А.В. Масличный лен как глобальный сырьевой ресурс для производства волокна: [Электронный ресурс] // Молокохозяйственный вестник. – 2017. – № 3 (27). – С. 187–203. – Режим доступа: <http://molochnoe.ru/journal>.

2. Лукомец В.М., Зеленцов С.В., Кривошлыков К.М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2015. – Вып. 4 (164). – С. 81–102.

3. Лукомец В.М., Бочкарев Н.И., Галкин П.М., Рябенко Л.Г., Тишков Н.М., Бушнев А.С. Практическое руководство по возделыванию льна масличного в Краснодарском крае. – Краснодар, 2003. – 18 с.

4. Адаптивные технологии возделывания масличных культур. – Краснодар, 2011. – С. 131–162.

5. Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / Под общей ред. Н.И. Бочкарева. – Краснодар, 2008. – С. 87–167.

6. 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. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 4 (172). – С. 125–133.

7. 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», сiчень. – 2017. – № 1 (41). – С. 37–39.

8. Ущановский И.В., Новиков Э.В., Басова Н.В. Технично-экономический анализ переработки масличного льна в короткое волокно // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 4 (172). – С. 113–118.

9. Новиков Э.В., Смирнов К.В. Сравнительные исследования заводских технологий переработки масличного льна в короткое волокно // Научный вестник КГТУ. – 2015. – № 1 (34). – С. 12–16.

10. Патент РФ № 2506353 Способ получения лубяного волокна и устройство для его осуществления / Внуков В.Г., Федосова Н.М.; патентообладатель: ООО «Агролён-инвест», заяв. 21.12.2012; опуб. 10.02.2014 г. – 9 с.

11. Новиков Э.В., Смирнов К.В. Сравнение технологий переработки льна масличного в короткое волокно на типовом оборудовании // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные разработки для производства льна» (14–15 мая 2015). ВНИИМЛ. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. – С. 263–267.

12. 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. – № 4 (364). – С. 58–62.

13. Новиков Э.В., Безбабченко А.В., Алтухова И.Н. Универсальная линия для переработки льна и пеньки в различные виды готовой продукции // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 1 (361). – С. 54–58.

14. Королева Е.Н., Новиков Э.В., Шевалдин Д.М., Безбабченко А.В., Романов В.А. Исследование различного состава технологического оборудования для первичной переработки тресты льна-долгунца в моноволокно // Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур: материалы Международ. науч.-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЛ, г. Тверь, 18 мая 2017 г. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2017. – С. 319–326.

15. Безбабченко А.В., Новиков Э.В., Ковалев М.М., Пучков Е.М. Исследование характеристик масличного льна // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 1 (361). – С. 58–61.

References

1. Novikov E.V., Basova N.V., Ushchapovskiy I.V., Bezbabchenko A.V. Maslichnyy len kak global'nyy syr'evoy resurs dlya proizvodstva volokna: [Elektronnyy resurs] // Molochnokhozyaystvennyy vestnik. – 2017. – № 3 (27). – S. 187–203. – Rezhim dostupa: <http://molochnoe.ru/journal>.

2. Lukomets V.M., Zelentsov S.V., Krivoshlykov K.M. Perspektivy i rezervy rasshireniya proizvodstva maslichnykh kul'tur v Rossiyskoy Federatsii // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2015. – Vyp. 4 (164). – S. 81–102.

3. Lukomets V.M., Bochkarev N.I., Galkin P.M., Ryabenko L.G., Tishkov N.M., Bushnev A.S. Prakticheskoe rukovodstvo po vzdelyvaniyu l'na maslichnogo v Krasnodarskom krae. – Krasnodar, 2003. – 18 s.

4. Adaptivnye tekhnologii vzdelyvaniya maslichnykh kul'tur. – Krasnodar, 2011. – S. 131–162.

5. Len maslichnyy: selektsiya, semenovodstvo, tekhnologiya vzdelyvaniya i uborki / Pod obshchey red. N.I. Bochkareva. – Krasnodar, 2008. – S. 87–167.

6. Semerenko S.A., Kurilova D.A. Inkrustatsiya semyan l'na maslichnogo kak sposob zashchity vskhodov ot vrednykh organizmov v usloviyakh tsentral'noy zony Krasnodarskogo kraya // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2017. – Vyp. 4 (172). – S. 125–133.

7. 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 // «Molodiy vcheniy», sichen'. – 2017. – № 1 (41). – S. 37–39.

8. Ushchapovskiy I.V., Novikov E.V., Basova N.V. Tekhniko-ekonomicheskyy analiz pererabotki maslichnogo l'na v korotkoe volokno // Maslichnye kul'tury. Nauch.-tekh. byul. VNIIMK. – 2017. – Vyp. 4 (172). – S. 113–118.

9. Novikov E.V., Smirnov K.V. Sravnitel'nye issledovaniya zavodskikh tekhnologiy pererabotki maslichnogo l'na v korotkoe volokno // Nauchnyy vestnik KGTU. – 2015. – № 1 (34). – S. 12–16.

10. Patent RF № 2506353 Sposob polucheniya lubyanogo volokna i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya / Vnukov V.G., Fedosova N.M.; patentoobladatel': OOO «Agrolen-invest», zayav.21.12.2012; opub. 10.02.2014 g. – 9 s.

11. Novikov E.V., Smirnov K.V. Sravnenie tekhnologiy pererabotki l'na maslichnogo v korotkoe volokno na tipovom oborudovanii // Materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Innovatsionnye razrabotki dlya proizvodstva l'na» (14–15 maya 2015). VNIIML. – Tver': Tver. gos. un-t, 2015. – S. 263–267.

12. Puchkov E.M., Bezbabchenko A.V., Novikov E.V. Perspektivnye malozatratnye tekhnologii pererabotki solomy i tresty l'na maslichnogo // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2016. – № 4 (364). – S. 58–62.

13. Novikov E.V., Bezbabchenko A.V., Altukhova I.N. Universal'naya liniya dlya pererabotki l'na i pen'ki v razlichnye vidy gotovoy produktsii // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2016. – № 1 (361). – S. 54–58.

14. Koroleva E.N., Novikov E.V., Shevaldin D.M., Bezbabchenko A.V., Romanov V.A. Issledovanie razlichnogo sostava tekhnologicheskogo oborudovaniya dlya pervichnoy pererabotki tresty l'na-dolguntsa v monovolokno // Innovatsionnye razrabotki dlya proizvodstva i pererabotki lubyanykh kul'tur: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. FGBNU VNIIML, g. Tver', 18 maya 2017 g. – Tver': Tver. gos. un-t, 2017. – S. 319–326.

15. Bezbabchenko A.V., Novikov E.V., Kovalev M.M., Puchkov E.M. Issledovanie kharakteristik maslichnogo l'na // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2016. – № 1 (361). – S. 58–61.