4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)

doi:10.18286/1816-4501-2026-3-46-54
УДК 633.521:667.1.021

Изучение динамики изменения основных признаков качества волокнистой продукцци в ходе приготовления льнотресты «росяной мочкой»

Т. А. Виноградова✉, старший научный сотрудник,
Т. А. Кудряшова, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник,
Н. Н. Козьякова, научный сотрудник
ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»
170041, г.Тверь, Комсомольский проспект, д.17/56;
✉info.trk@fnclk.ru.

Резюме. Цель исследований заключалась в изучении динамики изменения основных признаков качества волокнистой продукции льна-долгунца в процессе приготовления льнотресты «росяной мочкой» при применении технологических приемов плющения комлевой части стеблей и последующего оборачивания лент в зависимости от урожайности льносоломы. Эксперименты проводились в полевых условиях Торжокского района Тверской области. Для оценки качества волокнистых материалов использовались методики соответствующих стандартов. Установлено, что динамика изменения отделяемости в ходе вылежки льнотресты при совместном применении плющения и оборачивания лент от 2,0 до 7,1 единиц (урожайность льносоломы 2 т/га) и от 1,8 до 6,9 (урожайность льносоломы 4 т/га) выше, чем в лентах без применения приемов на 0,1…0,7, при применении только оборачивания лент на 0,1…0,5 единиц. Это привело к сокращению продолжительности вылежки на 4…8 суток. Определено, что однородность цвета по длине стеблей и толщине ленты, оцениваемая по содержанию стеблей неосновного цвета в общей массе при плющении и оборачивании лент становится абсолютной. В других вариантах к концу вылежки неравномерность цвета была 3…10 %. Снижение прочности в ходе вылежки на 39,0…52,8 % в контрольном варианте больше, чем при применении приемов плющения и оборачивания: 26,2…41,0. Неоднородность прочности по длине стеблей была наибольшей в варианте без применения приемов (коэффициент вариации колебался во время вылежки от 9,8 до 24,4 %), в случае применения плющения и оборачивания – от 6,3 до 15 %. Изучение динамики изменения основных факторов при приготовлении льнотресты позволило выявить оптимальный вариант их сочетания при совместном применении плющения и оборачивания лент, что, в конечном итоге привело к повышению качества льнотресты на 0,17…0,73 номера. длинного волокна на 0,06…0,89 номера.

Ключевые слова: льнотреста, отделяемость, неоднородность, цвет, прочность, плющение, оборачивание, качество, номер, длинное льноволокно

Для цитирования: Виноградова Т. А., Кудряшова Т. А., Козьякова Н. Н. Исследование динамики изменения основных признаков качества волокнистой продукции в ходе приготовления льнотресты «росяной» мочкой // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 3 (75). С. 46-54. doi:10.18286/1816-4501-2026-3-46-54

Learning of the dynamics of changes in the main quality indicators of fibrous products during the preparation of fibrous products

T. A. Vinogradova✉**, T.A. Kudryashova, N. K., N. N. Kozyakova**
FSBI “Federal Scientific Center of Bast Crops”,
170041, Tver, Komsomolsky ave., 17/56;
✉info.trk@fnclk.ru.

Abstract. The purpose of the research was to study the dynamics of changes in the main quality characteristics of fiber products from long-staple flax during the preparation of flax straw using the "dew soaking" method, which involves the use of technological methods for flattening the base of the stems and subsequent wrapping of the ribbons, depending on the yield of flax straw. The experiments were conducted in the field conditions of the Torzhoksky District of the Tver Region. The quality of the fiber materials was assessed using the methods of relevant standards. It has been established that the dynamics of changes in the separation rate during the ripening of flax straw when the flax straw is rolled and wrapped together from 2.0 to 7.1 units (yield of flax straw 2 t/ha) and from 1.8 to 6.9 units (yield of flax straw 4 t/ha) is higher than in the straw without the use of these techniques by 0.1 to 0.7 units, and when the straw is only wrapped by 0.1 to 0.5 units. This resulted in a 4- to 8-day reduction in the maturation period. It has been determined that the uniformity of color along the length of the stems and the thickness of the tape, as assessed by the content of non-main color stems in the total mass during flattening and wrapping of the tapes, becomes absolute. In other variants, the color unevenness was 3-10% by the end of the aging process. The decrease in strength during aging was 39.0-52.8% in the control variant, which is higher than

the decrease in strength during flattening and wrapping: 26.2-41.0%. The heterogeneity of strength along the length of the stems was the greatest in the variant without the use of techniques (the coefficient of variation varied from 9.8 to 24.4% during the ripening period), and from 6.3 to 15% in the case of using flattening and wrapping. The study of the dynamics of changes in the main factors during the preparation of flax straw allowed us to identify the optimal combination of these factors when using flattening and wrapping of ribbons together, which ultimately led to an increase in the quality of flax straw by 0.17 to 0.73 points. long fiber at 0.06 – 0.89 numbers.

Keywords: flaxseed separation, heterogeneity, color, strength, flattening, wrapping, quality, number, long flax fiber
For citation: Vinogradova T. A., Kudryashova T. A., Kozyakova N. N. Learning of the dynamics of changes in the main quality indicators of fibrous products during the preparation of fibrous products // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2026.3 (75): 46-54 doi:10.18286/1816-4501-2026-3-46-54

Исследования выполнены в рамках Государственного задания ФГБНУ ФНЦ ЛК по теме № FGSS – 2024 – 0005 при поддержке Министерства науки и высшего образования

Введение

Основной нерешенной проблемой в отрасли льноводства Российской Федерации до настоящего времени является повышение качества волокнистой продукции, как в производственной деятельности льносеющих хозяйств, так и при первичной переработке льнотресты на технологических линиях льноперерабатывающих предприятий [1, 2, 3, 4, 5]. Несмотря на создание селекционерами страны современных сортов, биологический потенциал которых позволяет производить льносырье с высоким содержанием волокна, характеризующегося хорошим качеством, льносеющие хозяйства в лучшем случае реализуют его на практике не более, чем на 50 % [6, 7, 8, 9, 10]. Известно, что качество волокнистой продукции льна-долгунца образуется на двух этапах развития культуры: возделывания льна и на последующем процессе уборки [11, 12, 13]. Основная задача при уборке заключается в получении высококачественной льнотресты при вылежке ее на льнище. В последние годы приготовление льнотресты осуществляется «росяной мочкой». Этот процесс наиболее сложный и отличается большой энергоемкостью [14]. Многими исследованиями установлено, что льносолома, вытребленная в фазу ранней желтой спелости, очень редко оценивается номером ниже 1,25, однако, качество льнотресты на протяжении ряда лет в среднем по стране не превышает номера 1,00 [15, 16, 17]. Низкое качество льнотресты предопределяет, в свою очередь, неблагоприятное соотношение длинного и короткого волокна, которое приводит к снижению выхода и номера волокна при первичной ее переработке. Одной из основных причин потери качества льнотресты в ходе ее вылежки является несоблюдение рекомендуемой технологии приготовления при уборочных работах. Для того, чтобы сохранить и улучшить качество льнотресты в период вылежки применяют, такие приемы, как оборачивание лент стеблевого материала, их вспушивание или ворошение перед прессованием в рулоны [18, 19, 20]. Оборачивание лент способствует сохранению качества при неблагоприятных погодных условиях уборки, повышает однородность стеблей по степени вылежки и цвету, обеспечивает более быстрое просыхание ленты перед формированием рулонов [21, 22, 23]. Доказано также, что плющение стеблей позволяет увеличить интенсификацию процесса превращения льносоломы в льнотресту, сокращая продолжительность вылежки [24, 25]. В результате вследствие повышения равномерности вылежки льнотресты повышается ее качество до 0,5 номера [26]. Но, в производстве льна-долгунца операция плющения комлевой части стеблей при тереблении льносоломы в силу разных причин в настоящее время практически не применяется. В ходе вылежки льносоломы и превращения ее под воздействием деятельности пектиноразрушающих микроорганизмов в льнотресту необходимо следить за изменением цвета стеблей, периодически определять значения отделяемости волокна от древесины и прочностные характеристики. Оптимальным принято считать такой процесс мацерации, когда льнотреста имеет отделяемость от 4,1 до 6,0 единиц («нормальная вылежка»), однородный цвет по длине стеблей и толщине ленты от желтого до темно-серого и всех оттенков серого. При этом важно, чтобы значения прочности стеблей к концу вылежки оставались приемлемыми для того, чтобы выдерживать механические воздействия при первичной переработке на технологических линиях льнозаводов. В связи с совершенствованием в последние годы агротехнологий возделывания льна-долгунца с учетом появления значительного количества новых сортов, у которых соотношение древесной и волокнистой частей стеблей изменилось в пользу волокнистых веществ (практически с 1:4 до 1:3), применения новых средств защиты растений от болезней и засоренности посевов, процесс приготовления льнотресты на льнище может протекать несколько иначе из-за другой динамики изменения основных факторов, формирующих параметры высококачественной волокнистой продукции. В этой связи, достоверная информация о диапазоне изменения значений признаков качества в зависимости от урожайности льносоломы и применяемых технологических приемов в период вылежки льнотресты может быть востребованной в современных условиях специалистами льносеющих и льноперерабатывающих предприятий для принятия обоснованных решений при выборе оптимальных элементов технологий, обеспечивающих получение волокнистой продукции высокого качества. Следовательно, исследования в этом направлении являются достаточно актуальными и своевременными.

Цель исследований – изучение динамики изменения основных признаков качества волокнистой продукции льна-долгунца при применении технологических приемов плющения комлевой части стеблей и

последующего оборачивания лент в процессе приготовления льнотресты в зависимости от урожайности льносоломы.

Материалы и методы

Материалом в исследованиях являлась льносолома, льнотреста и полученное из нее при первичной переработке на оценочном оборудовании, длинное волокно. Закладка опыта проводилась в полевых условиях Торжокского района Тверской области в 2023...2025 гг. Из льносоломы, вытребленной в раннюю желтую спелость, формировались две ленты, разостланные на льнище с урожайностью 2 и 4 /га. Каждая из лент разделялась на 3 равных по длине участка. Вылежка льнотресты на 1-ом участке проходила без применения технологических приемов, на втором - с применением оборачивания лент, на третьем – с применением плющения комлевой части стеблей при тереблении льносоломы и оборачиванием лент. Через примерно равные интервалы времени после расстила лент (на 3...4 сутки) на всем протяжении процесса приготовления льнотресты из лент отбирались пробы. На базе лаборатории агротехнологий обособленного подразделения научно-исследовательского института льна Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального центра лубяных культур (ОП НИИИЛ ФГБНУ ФНЦ ЛК) по действующей нормативной документации определялись значения отделяемости волокна от древесины стеблей, прочности и цвета стеблевого материала. Перед расстилом оценивалось качество льносоломы, к моменту готовности льнотресты к подъему оценивалось ее качество, а после переработки на волокно – качество длинного волокна. Для этого использовались соответствующие методики, регламентированные в ГОСТ 14897-69 «Солома льняная. Технические условия», ГОСТ 2975-73 «Треста льняная. Технические условия», ГОСТ 24383-89 «Треста льняная. Требования при заготовках», ГОСТ Р 53484-2022 «Лен трепаный». Кроме того, при определении неоднородности цвета по длине стеблей и толщине ленты с различной урожайностью льносоломы наряду с органолептическим определением содержания неосновного цвета в общей массе сырья сличением с образцами цвета (ГОСТ 24383-89) применялся способ определения однородности льняного волокна по длине стебля с использованием компаратора цвета КЦ-3. Неоднородность прочности в частях стебля (вершине, середине, комле) анализировалась с помощью методов математической статистики путем определения коэффициента вариации полученных данных и ошибки выборки среднего значения показателя прочности [27].

Результаты

Изучение динамики изменения значений таких основных факторов как отделяемость волокна от древесины стеблей, цвет и прочность стеблей в период вылежки льнотресты проводилось по результатам анализа проб волокнистого материала, отобранных через равные промежутки времени на 3-е, 7-е, 10-е, 14-е, 17-е, 21-е, 24-е, 28-е сутки с момента расстила льносоломы. Данные по изменению отделяемости волокна в зависимости от урожайности льносоломы и применяемых в процессе приготовления льнотресты технологических операций плющения комлевой части стеблей льносоломы при тереблении в комплексе с оборачиванием лент, приведены в таблице 1. Значения отделяемости при урожайности льносоломы 2 т/га увеличились с 1,9 до 6,4 единиц (в лентах без применения технологических приемов), с 1,9 до 6,6 единиц (применение только оборачивания лент), с 2,0 до 7,1 единиц (применение плющения комлевой части стеблей с последующим оборачиванием лент). При увеличенной толщине (урожайность льносоломы 4 т/га) в лентах тех же вариантов наблюдался меньший рост значений отделяемости: с 1,7 до 6,2; с 1,7 до 6,4; с 1,8 до 6,9 единиц, соответственно. Показано, что льнотреста «нормальной» вылежки (отделяемость 4,1 и более единиц) была получена на 4...8 суток раньше при совместном применении приемов плющения и оборачивания лент по сравнению с приемом оборачивания лент (четверо суток) и без их применения (восемь суток) (урожайность льносоломы 2 т/га). При урожайности льносоломы 4 т/га готовность льнотресты к подъему была зафиксирована на 4 суток позднее в лентах, в которых не применялось ни плющение, ни оборачивание, чем в других вариантах. К концу вылежки (на 24, 28 сутки) значения отделяемости 6,7, 7,1 единиц (урожайность льносоломы 2 т/га); 6,4, 6,9 единиц (урожайность льносоломы 4 т/га) также были выше на 0,8, 0,5 единиц (оборачивание лент); на 0,9, 0,7 единиц (без применения приемов) при той же урожайности льносоломы с применением плющения и оборачивания лент.

Таблица 1. Динамика изменения отделяемости волокна от древесины стеблей в период вылежки льнотресты

Дата расстила льносоломы	Урожайность льносоломы,т/га	Вариант	Отделяемость, ед.							
			Отбор проб через промежутки времени (сутки_							
			3.	7	10.	14.	17.	21.	24.	28.
15.08	2	К	1,9	2,8	3,0	3,4	4,0	**4,4**	5,8	6,4
		Об.	1,9	2,8	3,1	3,6	**4,2**	4,5	5,9	6,6
		Пл. + Об.	2,0	2,9	3,2	**4,1**	4,4	4,7	6,7	7,1
	4	К	1,7	2,7	2,7	3,2	3,8	**4,3**	5,5	6,2
		Об.	1,7	2,7	3,0	3,4	**4,1**	4,4	5,6	6,4
		Пл. + Об.	1,8	2,7	3,1	3,6	**4,2**	4,6	6,4	6,9

Примечание: вариант К – контроль, Об. - оборачивание лент, Пл.+ Об. - плющение комлевой части стеблей с оборачиванием лент

Результаты наблюдений за изменением цвета и его неравномерностью по длине стеблей и толщине ленты тоже показали, что преимущество по достижении стеблями льнотресты однородного цвета в конце процесса вылежки принадлежит варианту с применением плющения и оборачивания лент при различной урожайности льносоломы. В ходе вылежки цвет менялся от желто-зеленого, зеленого, темно-зеленого до желто-бурого, бурого, темно-серого с разным содержанием стеблей неосновного цвета в период превращения льносоломы в льнотресту. Снижение неравномерности цвета при урожайности льносоломы 2 и 4 т/га представлено кривыми на рисунках 1, 2. В начале вылежки содержание стеблей неосновного цвета было самым низким в случае применения плющения и оборачивания лент, как по длине стеблей, так и по толщине ленты (15, 18 % и 20, 25 % при урожайности льносоломы 2 и 4 т/га), что на 10, 12 % и 8, 10 % меньше (без применения приемов); на 5, 6 % и 5, 3 % (оборачивание лент). К концу вылежки неравномерность по цвету сократилась во всех вариантах до 3…10 %, но только при применении плющения комлевой части стеблей и оборачивания лент в ходе вылежки стебли льнотресты приобрели полностью однородный темно-серый цвет (содержание стеблей неосновного цвета по длине стеблей и толщине ленты 0 %).

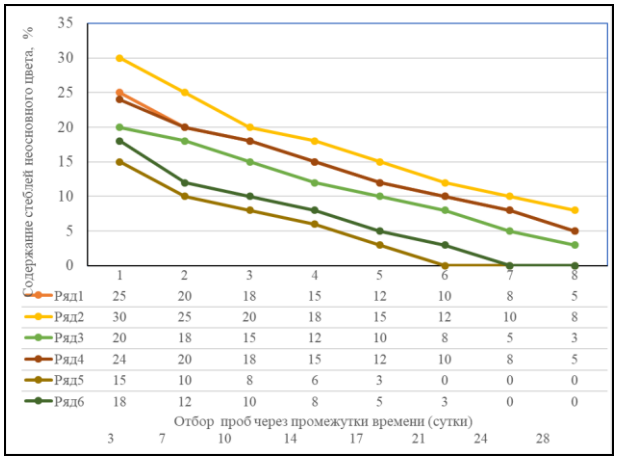


Рис.1. Снижение неравномерности цвета по длине стеблей и толщине ленты в период вылежки льнотресты льна-долгунца (урожайнрсть льносоломы 2 т/га):

по длине стеблей: Ряд 1 – контроль, Ряд 3 – оборачивание лент, Ряд 5 – плющение комлевой части стеблей + оборачивание лент;

по толщине ленты: Ряд 2 – контроль, Ряд 4 – оборачивание лент, Ряд 6 – плющение комлевой части стеблей + оборачивание лент.

Другим важным фактором в процессе приготовления льнотресты является сохранение к моменту ее готовности к подъему уровня значений прочности, достаточного для того, чтобы выдержать механические воздействия при переработке без потери качества полученного волокна. Кроме того, имеет большое значение для производства высококачественной волокнистой продукции неоднородность значений прочности по длине стебля: в вершинной, средней и комлевой частях. Результаты определения прочности льнотресты в зависимости от применяемых приемов в ходе вылежки и урожайности льносоломы приведены в таблицах 2, 3.

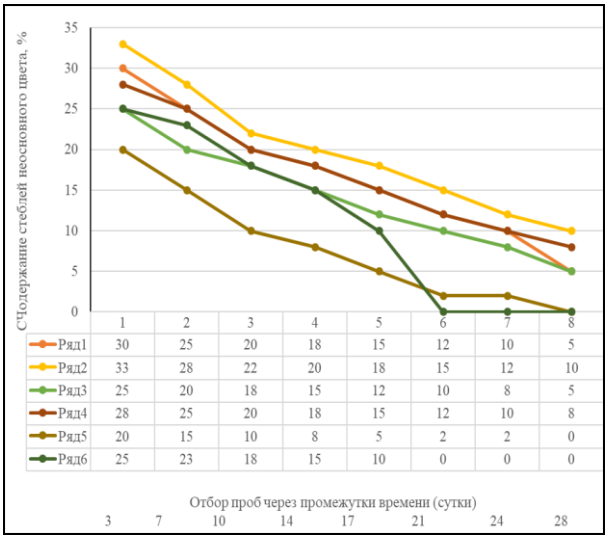


Рис.2. Снижение неравномерности цвета по длине стеблей и толщине ленты в период вылежки льнотресты льна-долгунца (урожайнрсть льносоломы 4 т/га):

по длине стеблей: Ряд 1 – контроль, Ряд 3 – оборачивание лент, Ряд 5 – плющение комлевой части стеблей + оборачивание лент;

по толщине ленты: Ряд 2 – контроль, Ряд 4 – оборачивание лент, Ряд 6 – плющение комлевой части стеблей + оборачивание лент.

Потери прочности при урожайности льносоломы 2 и 4 т/га к концу вылежки (на 24 и 28 сутки) составили 49,8 – 51,8; 39,0…52,8 % (без применения приемов); 28,7…29,1 %, 39,0…39,7 % (оборачивание лент), 34,2…40,9 %. 26,0…41,0 (плющение и оборачивание лент). Самое большое снижение прочности отмечено в контрольном варианте. Объясняется это тем, что из-за затрудненного проникновения воздуха в нижние слои ленты наблюдалось активное размножение гнилостных микроорганизмов.

Поэтому, неоднородность этого признака, измеряемая коэффициентом вариации (V, %), была максимальной по сравнению с другими вариантами. Диапазон изменения коэффициента вариации в данном случае за период вылежки составил от 9,8 до 23,4 % (урожайность льносоломы 2 т/га), от 12,5 до 24,4 % (урожайность льносоломы 4 т/га). Эффективность совместного применения приемов плющения и оборачивания лент проявилась в том числе, в снижении неоднородности прочности. Величина коэффициента вариации колебалась при урожайности льносоломы 2 т/га от 6,3 до 12,6 %, при урожайности 4 т/га – от 6,8 до 15 %. Снижение неоднородности по прочности существенно облегчает выбор оптимального режима

при первичной переработке льнотресты. Изучение динамики изменения отделяемости волокна, цвета, прочности и их неоднородности в период вылежки льнотресты показало, что оптимальное сочетание этих признаков отмечается при применении комплекса операций: плющения комлевой части стеблей льносоломы и оборачивания лент, что, в конечном итоге, выражается в получении льнотресты более высокого качества и выработанного из нее длинного волокна. Данные по оценке качества льнотресты и длинного волокна в сравниваемых вариантах приведены в таблицах 4, 5. Увеличение показателя цвета с 1,0 до 1,4 единиц (урожайность льносоломы 2 т/га) и с 1,0 до 1,2 (урожайность льносоломы 4 т/га) в варианте с плющением и оборачиванием лент по сравнению с контрольным вариантом привело к повышению качества льнотресты с номера 2,38 до номера 2,55, с номера 2,22 до номера 2,48 (период вылежки 24 сутки); с номера 2,03 до номера 2,73,и с номера 2,15 до номера 2,54 (28 суток) при соответствующей урожайности льносоломы. Аналогичная картина наблюдалась в отношении качества длинного волокна.

Таблица 2. Изменение прочности льнотресты в период вылежки при урожайности льносоломы 2 т/га

Дата расстила льносоломы	Вариант	Часть стебля	Прочность, дан							
			Отбор проб через промежутки времени (сутки_							
			3.	7	10.	14.	17.	21.	24.	28
15.08	К	вершина	24,5	24,6	21,6	24,2	16,0	13,5	12,3	10,1
		средина	24,0	20,0	24,1	18,1	17,5	14,9	13,3	12,3
		комель	20,2	23,3	19,0	15,3	12,1	10,4	9,0	11,2
		среднее	**22,9**	**22,3**	**21,6**	**19,2**	**15,7**	**13,3**	**11,5**	**11,2**
		V, %	11,2	10,3	11,8	23,7	18,2	17,7	19,6	9,8
		$X \pm S_x$	22,9 ± 1,4	22,3 ± 1,3	21,6 ±1,5	19,2 ± 2,6	15,7 ± 1,6	13,3 ± 1,8	11,5 ± 1,3	11,2 ± 0,6
	Об.	вершина	21,4	24,4	24,6	20,5	22,0	17,1	16,7	15,3
		средина	26,0	23,2	20,5	20,1	18,0	20,0	19,9	18,1
		комель	23,7	19,9	21,8	17,5	17,6	15,2	13,9	15,5
		среднее	**23,7**	**22,5**	**22,3**	**19,4**	**19,2**	**17,1**	**16,8**	**16,3**
		V, %	9,7	10,4	9,4	8,4	13,3	11,1	17,9	9,6
		$X \pm S_x$	23,7± 1,3	22,5 ± 1,4	22,3 ±1,2	19,4 ± 0,9	19,2 ± 1,4	17,1 ± 1,1	16,8 ± 1,7	16,3 ± 0,9
	Пл.+ Об.	вершина	25,5	24,0	21,1	18,4	16,8	16,0	18,1	16,2
		средина	29,2	25,9	24,9	21,0	22,2	19,2	19,7	16,9
		комель	26,0	22,9	23,0	20,0	19,8	18,8	13,3	14,6
		среднее	**26,9**	**24,3**	**23,0**	**19,9**	**19,6**	**18,0**	**17,7**	**15,9**
		V, %	7,8	6,3	8,3	6,8	11,4	9,7	12,6	8,7
		$X \pm S_x$	26,9 ± 1,2	24,3 ± 0,9	23,0 ± 1,1	19,9 ± 0,8	19,6 ± 1,3	18,0 ± 1,0	17,7 ± 1,3	15,9 ± 0,8

Примечание – V – коэффициент вариации, %, $X \pm S_x$ – среднее значение с ошибкой выборки S_x, дан

Таблица 3. Изменение прочности льнотресты в период вылежки при урожайности льносоломы 4 т/га

Дата расстила льносоломы	Вариант	Часть стебля	Прочность, дан							
			Отбор проб через промежутки времени (сутки)							
			3.	7	10.	14.	17.	21.	24.	28
15.08	К	вершина	27,4	23,6	19,2	24,7	14,7	14,1	14,0	10,9
		средина	30,2	29,2	25,1	24,2	22,3	21,6	20,9	14,0
		комель	23,5	24,6	23,8	16,2	16,4	15,0	14,0	12,9
		среднее	**26,7**	**25,8**	**22,7**	**21,7**	**17,8**	**16,9**	**16,3**	**12,6**
		V, %	12,7	11,6	13,6	24,1	22,4	22,3	24,4	12,5
		$X \pm S_x$	26,7 ± 2,0	25,8 ± 1,7	22,7 ±1,8	21,7± 2,8	17,8 ± 2,3	16,9 ± 2,2	16,3 ± 2,3	12,6 ± 0,9
	Об.	вершина	23,6	19,8	19,1	17,9	17,0	16,2	13,8	14,0
		средина	30,3	25,1	23,1	21,2	21,8	20,5	20,0	16,8
		комель	26,2	23,2	22,9	18,5	18,2	18,2	15,1	17,5
		среднее	**26,7**	**22,7**	**21,7**	**18,2**	**19,0**	**18,3**	**16,3**	**16,1**
		V, %	12,6	11,8	10,4	9,2	19,7	11,8	20,0	10,6
		$X \pm S_x$	26,7 ± 2,0	22,7 ± 1,5	21,7 ±1,3	19,2 ± 1,0	19,0 ± 1,4	18,3 ± 1,2	16,3 ± 1,9	16,1 ± 1,1
	Пл.+ Об.	вершина	25,5	25,0	25,3	26,3	20,0	19,3	17,2	14,4
		средина	29,6	28,6	28,6	27,6	25,2	24,2	23,1	16,3
		комель	25,3	26,5	23,5	23,2	24,4	23,1	19,4	16,7
		среднее	**26,8**	**26,7**	**25,8**	**25,7**	**23,2**	**22,2**	**19,9**	**15,8**
		V, %	9,1	6,8	10,0	8,8	11,9	11,6	15,0	10,1
		$X \pm S_x$	26,8 ± 1,4	26,7 ± 1,0	25,8 ± 1,5	25,7 ± 1,3	23,2 ± 1,6	22,2 ± 1,5	19,9 ± 1,7	15,8 ± 0,9

Таблица 4. Характеристика качества льнотресты по ГОСТ 24383-89 «Треста льняная. Требования при заготовках»

Дата отбора проб	Урожайность льносоломы, т/га	Вариант	Показатели						
			Выход длинного волокна, %	Процентономера длинного волокна, %№	Цвет (показатель)	Поправка по цвету, %№	Процентономера длинного волокна с поправкой по цвету, %	Номер льнотресты, №	Номер льнотресты интерполированный, №
08.09	2	К	29,5	295	1,0	72	223	2,00	2,38
		Об.	28,8	288	1,2	61	227	2,00	2,45
		Пл. + Об.	29,6	296	1,4	60	236	2,50	2,55
	4	К	27,2	272	1,0	68	204	2,00	2,03
		Об.	27,4	274	1,1	64	210	2,00	2,17
		Пл. + Об.	33,4	334	1,1	76	258	2,50	2,73
12.09	2	К	28,1	281	1,0	68	213	2,00	2,22
		Об.	28,2	282	1,1	64	218	2,00	2,30
		Пл. + Об.	29,0	290	1,2	61	2,29	2,00	2,48
	4	К	27,7	277	1,0	68	209	2,00	2,15
		Об.	29,8	298	1,0	72	226	2,00	2,43
		Пл. + Об.	30,1	301	1,2	66	235	2,50	2,54

Максимальное качество выявлено при применении в период приготовления льнотресты приемов плющения и оборачивания лент с урожайностью льносоломы 2 т/га – номер 11,74; 11,90 при тех же датах отбора проб, 4 т/га – 11,67; 11,81. Улучшение цвета волокна, характеризующегося увеличением показателя цвета, связанного с применением вышеуказанных приемов до 2,3 – 3,1 при различной урожайности льносоломы и увеличение гибкости до 43,0 – 45,2 мм, обеспечило повышение номера длинного волокна по сравнению с вариантом без применения приемов на 0,70…0,76 номера (урожайность льносоломы 2 т/га); на 0,89…0,76 номера (урожайность льносоломы 4 т/га).

Таблица 5. Характеристика качества длинного волокна по п.8.2 ГОСТ Р 54484 – 2022 «Лен трепаный. Технические условия»

Дата отбо-ра проб	Урожай--ность льносо-ломы, т/га	Вари-ант	Показатели					
			Горстевая длина, см	Цвет (показатель)	Гибкость, мм	Прочность, дан	Расчетный номер волокна, $№_р$	Номер волокна, $№_т$
08.09	2	К	74,0	1,6	36,0	16,0	11,04	11,00
		Об.	74,3	1,8	38,0	16,5	11,28	11,00
		Пл. + Об.	74,3	2,3	43,0	17,0	11,74	12,00
	4	К	72,6	1,5	35,8	14,7	10,78	11,00
		Об.	72,1	2,1	36,7	16,6	11,21	11,00
		Пл. + Об.	72,4	2,7	39,2	16,8	11,67	12,00
12.09	2	К	72,1	2,5	36,6	14,4	11,14	11,00
		Об.	72,8	2,8	39,5	16,5	11,66	12,00
		Пл. + Об.	71,1	3,2	45,2	16,0	11,90	12,00
	4	К	72,2	2,3	36,2	14,0	11,05	11,00
		Об.	71,8	2,9	38,8	15,3	11,50	11,00
		Пл. + Об.	72,3	3,1	44,0	15,1	11,81	12,00

Обсуждение

Сохранение и улучшение качества волокнистой продукции в процессе приготовления льнотресты «росяной мочкой» - важная задача, которая может быть решена при соблюдении технологии уборки с использованием различных приемов: плющения, оборачивания лент, ворошения. При этом необходимо следить за изменением в ходе вылежки льнотресты основных факторов, таких как отделяемость волокна от древесины стеблей, цвет, прочность, неоднородность цвета по длине и толщине ленты, прочности по длине стебля. В последние годы не проводилось исследований, направленных на детальное изучение динамики изменения этих признаков, предопределяющих получение высококачественной волокнистой продукции с учетом урожайности льносоломы в разостланных лентах, а также в зависимости от комплексного применения технологических приемов плющения комлевой части стеблей и последующего оборачивания лент в период вылежки льнотресты. Поэтому цель исследований является достаточно актуальной. Результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что при совместном применении плющения и оборачивания лент льнотреста достигает готовности к подъему (отделяемость 4,1 и более) на 4 суток раньше, чем при применении только оборачивания лент и на 8 суток – при урожайности льносоломы 4 т/га без применения технологических приемов. Динамика изменения цвета и его неоднородности по длине стеблей и толщине ленты также оказалась лучшей при применении плющения и оборачивания лент. Показатель цвета

льнотресты к концу вылежки на 0,4 единицы был больше. Содержание стеблей неосновного цвета, которым характеризовалась его неоднородность по длине и толщине ленты в слое, в период вылежки уменьшилась до их полного отсутствия к моменту готовности льнотресты к подъему, тогда как в других вариантах неоднородность оценивалась в 3…10 %. Комплексное применение плющения и оборачивания лент обеспечило повышение однородности и прочности по длине стеблей (диапазон изменения коэффициента вариации от 6,3 до 15,0 %), что значительно снижало изменчивость признака (коэффициент вариации составлял от 39.0 до 52,8 %) по сравнению с вариантом без применения технологических приемов при одновременном сохранении уровня значений прочности в 15,9…16, 3 дан (урожайность льносоломы 2 и 4 т/га). Отмечена существенная связь динамики изменения основных факторов при применении плющения и оборачивания лент с повышением качества льнотресты на 0,17…0,73 номера длинного волокна, полученного из нее при переработке, на 0,06…0,89 номера. Влияние неоднородности цвета и прочности в процессе приготовления льнотресты при расстиле льносоломы на льнище на получение высококачественной волокнистой продукции доказано и в ранее опубликованных работах, особенно по применению приема оборачивания лент [26]. Результаты исследований, аналогичные приведенным в данной статье, опубликованы в ряде статей отечественных и зарубежных авторов [21, 22, 24, 25].

Заключение

1. Совместное применение в процессе приготовления льнотресты «росяной» мочкой операций плющения комлевой части стеблей льносоломы при тереблении и последующего оборачивания лент позволяет сократить продолжительность вылежки на 4…8 суток. Диапазон изменения показателя отделяемости волокна в течение всего периода был 2,0…7,1 единиц (урожайность льносоломы 2 т /га), 1,8… 6,9 единиц (урожайность льносоломы 4 т/га).

2. Установлено, что динамика изменения неравномерности цвета по длине стеблей и толщине ленты при применении плющения комлевой части стеблей и оборачивания лент обеспечило приобретение льнотрестой полностью однородного темно-серого цвета. Содержание стеблей неосновного цвета в лентах без применения технологических операций, а также с применением только их оборачивания к моменту готовности льнотресты к подъему составляло 3…10 %.

3. Максимальные потери прочности в период приготовления льнотресты в зависимости от урожайности льносоломы и длительности процесса, составляющие 48,8…51,8 %, 39,0…52,8 % отмечены в лентах без применения технологических приемов. Уменьшение значений прочности при применении плющения и оборачивания лент было существенно меньше: 34,2…40,9 %, 26,0…41,0 %. Величина неоднородности прочности в разных частях стебля в ходе вылежки, определяемая коэффициентом вариации изменялась в пределах 6,3…12,6 %, 6,8…15,0 %, что значительно ниже, чем в лентах без применения технологических приемов, где коэффициент вариации изменялся от 9,8 до 23,4 %, от 12,5 до 24,4 %.

4. Изучение динамики изменения значений основных факторов в процессе приготовления льнотресты, обеспечивающих получение высококачественной волокнистой продукции: отделяемости волокна от древесины стеблей, прочности, цвета и их неоднородности, позволило определить оптимальное их сочетание при совместном применении технологических приемов плющения комлевой части стеблей и оборачивания лент. Эффективность применения этих приемов проявилась в повышении качества льнотресты на 0,17…0,73 номера; длинного волокна, полученного из нее при переработке, на 0,06…0,89 номера в зависимости от урожайности льносоломы и длительности периода вылежки.

Литература

1.Белопухов С.Л. Перспективы развития льноводства и коноплеводства в России в ближайшие десятилетия // В сборнике: Аграрное предпринимательство: история, тренды, горизонты развития. Материалы международной научно-практической конференции. Москва. 2023. С. 50 – 54.

2. Ростовцев Р. А., Ущаповский И. В. Научное обеспечение отрасли льноводства и коноплеводства в Российской Федерации // В сборнике: Лубяные культуры: производство и переработка. Материалы международной научно-практической конференции ФГБНУ ФНЦ ЛК. Тверь. 2024. С. 3 – 6.

3. Басова Н. В., Новиков Э. В. Анализ производства лубяных культур в России за период импортозамещения // Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2023. Т. 3. № 2 (8). С. 54 – 63.

4. Мигулев П. И., Черников В. Г., Ростовцев В. А., Андрощук В. С. Лен: проблемы и перспективы. В сборнике: Инновационные подходы к развитию науки и производства регионов. Сборник научных трудов по материалам Национальной научно-практической конференции. 2018. С. 199 – 201.

5. Басова Н. В., Новиков Э. В. Особенности реализации государственной поддержки льна и технической конопли в Российской Федерации // АПК: экономика, управление. 2024. № 8. С. 90 – 96. doi: 10.33305/248-90.

6 Гриц Н. В., Ростовцев Р. А., Диченский Н. В. Использование элементов точного сельского хозяйства для получения климатически обоснованной урожайности сельскохозяйственных культур в специализированных севооборотах // Аграрная наука. 2023. № 10. С. 88 – 94.

7. Поиск перспективных генотипов льна-долгунца с высоким качеством волокна / Т. А. Рожмина, Н. В. Мельникова, А. А. Дмитриев и др. // Достижения науки и техники АПК. 2024. Т. 38. № 10. С. 70 – 75. doi: 10.53869/02352451_2024_38_10_70.

8. Виноградова Т. А., Кудряшова Т. А., Козьякова Н. Н. Изучение состава сортов льна-долгунца по признакам, определяющим выбор эффективной технологии переработки льнотресты // Вестник Новосибирского государственного университета. 2023. № 3. С. 5 – 17. doi: 10.31677/2072-6724-2023-68-3-5-17.

9. Этапы создания нового сорта льна-долгунца с высокими прядильными свойствами / Е. Г. Герасимова, Л. Н. Павлова, Л. П. Кудрявцева и др. // Кормопроизводство. 2023. № 9. С. 11 – 15.

10. Пучков Е. М., Великанова И. В., Галкин А. В. Научно-технологическое и экономическое обоснование формирования системы машин для переработки льна // Аграрная наука. 2021. № 3. С. 101 – 104.

11. Рожмина Т.А., Герасимова Е. Г. Оценка влияния условий выращивания на урожайность и качество льнопродукции // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 4. С. 15 – 20. Doi: 10.53869/02352451_2023_37_4_15.

12. Виноградова Т. А., Кудряшова Т. А., Козьякова Н. Н. Анализ сортов льна-долгунца по выходу и качеству волокна при переработке льнотресты Аграрный вестник Урала. 2023; № 06 (235). С. 2 – 12. doi: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-2-12.

13. Виноградова Т. А., Кудряшова Т. А., Козьякова Н. Н. Роль сорта в реализации биологического потенциала при переработке льнотресты. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2025; Т. 55. № 6. С. 44 – 54. https://doi. org/ 10.26898/0370-8799-2025-6-4.

14. Рожмина Т.А., Герасимова Е. Г. Оценка влияния условий выращивания на урожайность и качество льнопродукции. Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 4. С. 15 – 20. doi: 10.53869/02352451_2023_37_4_15.

15. Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт. – URL: https: // www. grs.ru (дата обращения10.03.2026).

16. Качественные показатели льна-долгунца [Электронный ресурс] URL:http://agentstvolen.ru/kachestvennye-pokazateli-lna-dolgunca (дата обращения: 03.о2 2026).

17. Пучков Е. М., Ущаповский И. В., Попов Р. А. Перспективы развития льняного подкомплекса Российской Федерации на примере Тверской области // Техника и оборудование для села. 2022. № 8 (302) С. 2 – 5. doi:10.33267.2072-9642-2022-8-2-5.

18. Перов Г.А., Ростовцев Р. А., Ковалев М. М., Перов М. Г., Прокофьев С. В., Фадеев Д. П. Способ уборки льна-долгунца и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RU 2776522 С. 1, 21.07.2022. Заявка № 2021120718 от 12.07.2021.

19. Пашин Е. Л. Способ уборки и получение тресты льна. Патент на изобретение RU 2838199 20.05.2024. Заявка № 202413627.

20. Черников В. Г., Ростовцев Р. А., Романенко В. Ю. Исследование технологий уборки льна льноуборочными машинами // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2023. Т. 17. № 1. С. 19 – 24.

21. Перов Г. М. Анализ состояния и пути повышения качества льнотресты // Наука в центральной России. 2022. № 4 (58). С. 53 – 61. doi: 10.3588/2305-2538-2022-4-53-61.

22.. Оценка качества приготовления тресты при раздельной уборке льна / И. В. Сизов, С. В. Елисеев, А. В. и др. // В сборнике: Проблемы и перспективы развития науки и образования. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Тверь. 2023 С. 365 – 366.

23. Сизов И. В., Пак Л. Н, Белякова Е. С. Оценка качества тресты при раздельной технологии уборки льна-долгунца. // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2023. Т. 17. № 2. С. 49-54. doi: https//doi.org/10.22314/2073-7599-2023-17-2-49-5.

24.Зинцов А. Н., Добрецов В. А., Соколов В. Н. Особенности плющения стеблей при двухфазной технологии уборки льна-долгунца. // Тракторы и сельхозмашины. 2022. № 89 (3). С. 215 – 222. doi:10.17816/0321-4443-106770.

25. Степанова Н. В., Чирик Д. Н. Особенности приготовления и переработки стланцевой тресты после процесса плющения стеблей льна-долгунца // Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 4 (4). С. 51 – 57. doi: 1054016/SVITOK. 2024.50.30.007.

26. Виноградова Т. А., Кудряшова Т. А., Козьякова Н. Н. Исследование неравномерности вылежки по физико-механическим свойствам в процессе приготовления льнотресты. Аграрная наука. 2025; 393 (04): 129 – 136. https://doi. org/ 10.32634/0869-8155-2025-393-04-129-136.

27. Доспехов В. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Монография. М.: Альянс. 2011: 295 с.

References

1. Belopukhov S.L. Prospects for the Development of Flax and Hemp Production in Russia in the Coming Decades // In the collection: Agrarian Entrepreneurship: History, Trends, and Development Horizons. Materials of the International Scientific and Practical Conference. Moscow. 2023. P. 50-54.

2. Rostovtsev R. A., Ushchapovsky I. V. Scientific Support for the Flax and Hemp Industry in the Russian Federation // In the collection: Fiber Crops: Production and Processing. Materials of the International Scientific and Practical Conference of the Federal Research Center for Fiber Crops. Tver. 2024. P. 3-6.

3. Basova N. V., Novikov E. V. Analysis of the production of bast crops in Russia during the period of import substitution // Technical cultures. Scientific Agricultural journal. 2023. Vol. 3. No. 2 (8). P. 54-63.

4. Migulev P. I., Chernikov V. G., Rostovtsev V. A., and Androshchuk V. S. Len: Problems and Prospects. In the collection: Innovative Approaches to the Development of Science and Production in the Regions. Collection of Scientific Papers based on the materials of the National Scientific and Practical Conference. 2018. P. 199-201.

5. Basova N. V., Novikov E. V. Features of State Support for Flax and Industrial Hemp in the Russian Federation // AIC: Economics and Management. 2024. No. 8. P. 90 – 96. doi: 10.33305/248-90.

6. Grits N. V., Rostovtsev R. A., Dichensky N. V. Using elements of precision agriculture to achieve climate-smart crop yields in specialized crop rotations // Agrarian Science. 2023. No. 10. P. 88 – 94.

7. Rozhmina T.A., Melnikova N.V., Dmitriev A.A., Vinogradova E.G., Gerasimova E.G., Andreeva I.A., Myasnikova A.V., Polskova A.A. Search for promising flax genotypes with high-quality fiber. Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. 2024. Vol. 38. No. 10. P. 70 – 75. doi: 10.53869/02352451_2024_38_10_70.

8. Vinogradova T. A., Kudryashova T. A., Kozyakova N. N. Study of the composition of flax varieties according to the characteristics that determine the choice of an effective technology for processing flax // Bulletin of Novosibirsk State University. 2023. No. 3. P. 5 – 17. doi: 10.31677/2072-6724-2023-68-3-5-17.

9. / E. G. Gerasimova, L. N Pavlova., L. P. Kudryavtseva, et al. // Stages of Creating a New Variety of Flax with High Spinning Properties // Fodder Production. 2023. No. 9. P. 11-15.

10. Puchkov E. M., Velikanova I. V., Galkin A.V. Scientific, technological and economic justification of the formation of a system of machines for processing flax // Agrarian Science. 2021. No 3. P. 101 – 104.

11. Rozhmina T.A., Gerasimova E. G. Assessment of the Influence of Growing Conditions on the Yield and Quality of Flax Products // Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. 2023. Vol. 37. No. 4. P. 15 – 20. doi: 10.53869/02352451_2023_37_4_15.

12. Vinogradova T. A., Kudryashova T. A., Kozyakova N. N. Analysis of Flax Varieties by Fiber Yield and Quality during Flax Straw Processing. Agrarian Bulletin of the Urals. 2023; No. 06 (235). P. 2 – 12. doi: 10.32417/1997-4868-2023-235-06-2-12.

13. Vinogradova T. A., Kudryashova T. A., Kozyakova N. N. The Role of the Variety in Realizing the Biological Potential in the Processing of Flax Straw. Siberian Bulletin of Agricultural Science. 2025; Vol. 55. No. 6. P. 44-54. doi: 10.26898/0370-8799-2025-6-4.

14. Rozhmina T.A., Gerasimova E. G. Assessment of the Influence of Growing Conditions on the Yield and Quality of Flax Products. Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex. 2023. Vol. 37. No. 4. P. 15 – 20. doi: 10.53869/02352451_2023_37_4_15.

15. Federal State Statistics Service. The official website. – URL: https: // www. grs.ru (date of appeal 15.01.2024).

16. Qualitative indicators of flax [Electronic resource] URL: http://agentstvo-len.ru/kachestvennye-pokazateli-lna-dolgunca (accessed: 03.02.2026).

17. Puchkov E. M., Ushchapovsky I. V., Popov R. A. Prospects for the Development of the Flax Subcomplex in the Russian Federation on the Example of the Tver Region // Technique and Equipment for the Village. 2022. No. 8 (302). P. 2 – 5. doi:10.33267.2072-9642-2022-8-2-5.

18. Perov G.A., Rostovtsev R.A., Kovalev M.M., Perov M.G., Prokofiev S.V., Fadeev D.P. Method for harvesting flax and device for its implementation. Patent for invention RU 2776522 C. 1, 21.07.2022. Application No. 2021120718 dated 12.07.2021.

19. Pashin E. L. Method of harvesting and obtaining flax straw. Patent for invention RU 2838199 20.05.2024. Application No. 202413627.

20. Chernikov V. G., Rostovtsev R. A., Romanenko V. Yu. Research of technologies of harvesting flax with flax-harvesting machines // Agricultural Machines and Technologies. 2023. Vol. 17. No. 1. P. 19 – 24.

21. Perov G. M. Analysis of the state and ways to improve the quality of flax // Science in Central Russia. 2022. No. 4 (58). P. 53 – 61. DOI: 10.3588/2305-2538-2022-4-53-61.

22. Sizov I. V., Yeliseyev S. V., Vinogradov A. V., Fetisov P. N. Assessment of the quality of flax preparation during separate harvesting. In the collection: Problems and Prospects of Science and Education Development //Materials of the All-Russian (National) Scientific and Practical Conference. Tver. 2023, P. 365-366

23. Sizov I. V., Pak L. N., and Belyakova E. S. Assessment of the quality of flax straw in the case of separate technology for harvesting flax. // Agricultural Machinery and Technologies. 2023. Vol. 17. No. 2. P. 49-54. doi: https//doi.org/10.22314/2073-7599-2023-17-2-49-5.

24. Zintsov A. N., Dobretsov V. A., Sokolov V. N. Features of stem flattening in the two-phase technology of flax harvesting. // Tractors and Agricultural Machinery. 2022. No. 89 (3). P. 215 – 222. doi: 10.17816/0321-4443-106770.

25. Stepanova N. V., Chirik D. N. Features of preparation and processing of flax stalks after the process of flax stalks flattening // Technical crops. Scientific agricultural journal. 2024. No. 4 (4). P. 51 – 57. DOI: 1054016/SVITOK. 2024.50.30.007.

26.Vinogradova T. A., Kudryashova T. A., Kozyakova N. N. Study of the unevenness of aging by physical and mechanical properties in the process of preparing flax straw. Agrarian Science. 2025; 393 (04): 129 – 136. https://doi. org/ 10.32634/0869-8155-2025-393-04-129-136.

27. Dospekhov V. A. Methodology of Field Experience (with the Basics of Statistical Processing of Research Results): Monograph. Moscow: Alliance. 2011: 295 p.