

УДК: 633.521:667.1.021

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-393-04-129-136

Т.А. Виноградова ✉

Т.А. Кудряшова

Н.Н. Козьякова

Федеральный научный центр
лужбных культур, Тверь, Россия

✉ Info.trk@fncl.ru

Поступила в редакцию: 27.01.2025

Одобрена после рецензирования: 12.03.2025

Принята к публикации: 26.03.2025

©Виноградова Т.А., Кудряшова Т.А.,
Козьякова Н.Н.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-393-04-129-136

Tatiana A. Vinogradova ✉

Tamara A. Kudryashova

Natalya N. Kozyakova

Federal Scientific Center for
Bast Crops, Tver, Russia

✉ Info.trk@fncl.ru

Received by the editorial office: 27.01.2025

Accepted in revised: 12.03.2025

Accepted for publication: 26.03.2025

© Vinogradova T.A., Kudryashova T.A.,
Kozyakova N.N.

Исследование неравномерности вылежки по физико-механическим свойствам в процессе приготовления льнотресты

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Однородность по физико-механическим свойствам в процессе вылежки — одно из условий получения высококачественной льнотресты. Современных данных по динамике изменения однородности и уровня значений отделяемости, прочности, цвета стеблей в процессе приготовления льнотресты в зависимости от агротехнических приемов и ее влияния на качество произведенной льнотресты и волокна явно недостаточно. Поэтому исследование неравномерности вылежки по физико-механическим свойствам в процессе приготовления льнотресты является актуальным.

Методы. Исследования проводили в соответствии с действующими методическими рекомендациями полевых опытов со льном. Для обработки экспериментальных данных применяли стандартные методы математической статистики. Определение качественных показателей и оценку качества льнотресты и волокна проводили согласно методикам действующих стандартов.

Результаты. Установлено, что в процессе приготовления льнотресты неравномерность вылежки по отделяемости, прочности, цвету стеблей сильнее всего снизилась в варианте с применением оборачивания лент и плющением комлевой части стеблей. При самом высоком значении показателя отделяемости, достигнутом к моменту готовности льнотресты, 8,5 единиц неравномерность в зависимости от урожайности льносоломы по отделяемости, измеряемая коэффициентом вариации, снизилась с 10,6%, 46,2% до 4,2%, 5,0%, по прочности — с 24,6%, 23,4% до 10,8%, 13,4%. Содержание стеблей неосновного цвета в массе пробы сократилось с 5,0%, 7,0% до 0%. Полная однородность по цвету стеблей обусловила получение льнотресты высокого номера 2,97, 3,03 и длинного волокна номера 12,00, 14,00.

Ключевые слова: лен-долгунец, льнотреста, неоднородность, отделяемость, прочность, цвет, качество, длинное волокно

Для цитирования: 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>

Investigation of the unevenness of drying according to physico-mechanical properties during the preparation of flax

ABSTRACT

Relevance. Uniformity in physical and mechanical properties during the drying process is one of the conditions for obtaining high-quality flax. Modern data on the dynamics of changes in the uniformity and level of values of separability, strength, and color of stems during the preparation of flax, depending on agrotechnical techniques and its effect on the quality of flax and fiber produced, is clearly insufficient. Therefore, the study of the unevenness of drying by physico-mechanical properties during the preparation of flax is relevant.

Methods. The research was conducted in accordance with the current guidelines for conducting field experiments with flax. Standard methods of mathematical statistics were used to process experimental data. Qualitative indicators were determined and the quality of flax and fiber was assessed according to the methods of current standards.

Results. It was found that during the preparation of the flax seed, the unevenness of the laying in terms of separability, strength, and color of the stems decreased the most in the variant with the use of wrapping ribbons and flattening the lumpy part of the stems. With the highest value of the separability index, reached by the time the flax mill was ready, 8.5 units, the unevenness, depending on the yield of flax, in separability, measured by the coefficient of variation, decreased from 10.6%, 46.2% to 4.2%, 5.0%; in strength — from 24.6%, 23.4% to 10.8%, 13.4%. The content of stems of non-primary color in the mass of the sample decreased from 5.0%, 7.0% to 0%. The complete uniformity in the color of the stems led to the production of flax fiber of high numbers 2.97, 3.03 and long fiber numbers 12.00, 14.00.

Key words: long-lived flax, flax fiber, heterogeneity, separability, strength, color, quality, long fiber

For citation: Vinogradova T.A., Kudryashova T.A., Kozyakova N.N. Investigation of the unevenness of drying according to physico-mechanical properties during the preparation of flax. *Agrarian science*. 2025; 393(04): 129–136 (in Russian).
<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-393-04-129-136>

Введение/Introduction

Одной из составляющих увеличения эффективности производства льна-долгунца, повышения качества льнопродукции, оптимизации процесса переработки является развитие системы управления, основанной на своевременной и достоверной информации о качестве производимой продукции, позволяющей принимать обоснованные решения, направленные на совершенствование производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий [1–6]. В настоящее время основная задача при производстве льна-долгунца заключается в получении высококачественной льнотресты, находящейся в определенной стадии готовности к переработке, то есть «нормальной» вылежки, которая оценивается показателем отделяемости волокна от древесины стебля, составляющей от 4,1 до 6,0 единиц.

Нарушения в технологии приготовления льнотресты в значительной степени определяют ее качество. Известно, что технологический процесс приготовления льнотресты характеризуется неравномерностью и зависит от многих факторов: сроков теребления, погодных условий, нормы расстила ленты, зависящей от урожайности льносоломой, неравномерности распределения льносырья по длине, толщине ленты, геометрических параметров стеблей, технологических приемов, применяемых при уборке [7–11]. В предыдущих исследованиях отмечено и влияние биологических особенностей сортов льна-долгунца на равномерность и скорость вылежки льнотресты [12].

При недостаточном сроке вылежки (недолежке) льнотресты волокно получается закорстевшим, неоднородного цвета и, как правило, оценивается невысоким номером. При длительном сроке вылежки (перележке) из-за потери прочности стеблей снижаются и выход, и качество волокна.

В число свойств, определяющих качество льнотресты, ее пригодность и целесообразность использования в интересах потребителя, наряду с содержанием волокна, прочностью и цветом стеблей, входит одно общее свойство — однородность по всем этим признакам при условии сохранения определенного уровня значений, в первую очередь прочности, обеспечивающей оптимальный режим переработки на волокно на следующих этапах.

В литературе приведены сведения [13–15] о неравномерности вылежки льнотресты, определенной по отделяемости волокнистой части от древесины стеблей, по зонам стебля: вершинной, срединной, комлевой. Установлено, что эта разновидность неравномерности вылежки льнотресты различных сортов льна-долгунца неодинакова [16].

Существует неравномерность вылежки льнотресты по цвету, толщине и длине ленты, которая проявляется в снижении ее номера, количества и качества волокна, полученного из нее при переработке. При существующих технологиях уборки льнотресты негативные последствия

неравномерности вылежки частично устраняют применением приемов оборачивания, ворошения, плющения комлевой части стеблей. Так, в некоторых исследованиях установлено, что оборачивание лент может на 3–5 дней ускорять процесс вылежки льнотресты, повышать ее качество [17, 18].

Применение плющения комлевой части стеблей при тереблении комбайном способствует ускорению полевой сушки стеблей, уменьшает продолжительность процесса приготовления льнотресты на 3–10 суток, улучшает качество льнотресты в отдельных случаях до одного номера [19, 20]. Информации об изменении однородности по физико-механическим свойствам в динамике на всем протяжении периода вылежки льнотресты в зависимости от комплекса факторов и ее влиянии на качество льнотресты и полученного из нее волокна явно недостаточно. Поэтому исследование процесса приготовления льнотресты в зависимости от комплекса факторов (урожайности льносоломой, применяемых технологических приемов с учетом метеословий в период вылежки с одновременным определением изменения как уровня значений качественных характеристик волокнистой продукции, так и однородности ее свойств) является достаточно актуальным.

Цель работы — исследование неравномерности вылежки по уровню значений и однородности физико-механических свойств волокнистой продукции в зависимости от урожайности льносоломой и применяемых в ходе уборки агротехнических приемов в процессе приготовления льнотресты.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводили в полевых условиях в Торжокском районе Тверской области и лаборатории агротехнологий ФГБНУ ФНЦ ЛК «Федеральный научный центр лубяных культур» в 2022–2024 годах. В качестве материала для исследований использовали льносолону, льнотресту льна-долгунца сорта Визит и полученное из нее при оценочной обработке длинное волокно.

Теребление льносоломой проводили в фазе раннежелтой спелости, затем формировали две ленты с заданной урожайностью (2 т/га и 4 т/га) при расстиле на льнище.

В ходе приготовления льнотресты применялись агротехнические приемы — оборачивание лент и плющение комлевой части стеблей. Для каждой из лент, разделенных на три равные части, изучали три варианта: 1-й — контроль (без оборачивания лент в ходе вылежки и плющения комлевой части стеблей), 2 — с применением оборачивания лент, 3 — с применением оборачивания лент и плющением комлевой части стеблей.

Отбор проб для определения отделяемости в период вылежки льнотресты, а также качественных характеристик льносоломой, льнотресты

осуществляли через равные промежутки времени до достижения льнотрестой готовности к подъему.

Определение качества льносолемы проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 14897-69¹, отделяемость и прочность в вершинной, срединной и комлевой частях стеблей — по ГОСТ 24383-89² и ГОСТ 2975-73³.

Оценка качества длинного волокна, полученного при оценочной обработке на лабораторном мяльно-трепальном станке СМТ-200М (Россия), осуществляли по методике ГОСТ Р 53484⁴. Соотношение основного и неосновного цвета в стеблях льносолемы по мере достижения льнотрестой «нормальной» вылежки оценивали органолептически сличением с образцами цвета ГОСТ 24383-89 с применением способа определения однородности цвета льняного волокна⁵ по длине стебля.

Обработку экспериментальных данных по неоднородности физико-механических свойств в ходе процесса приготовления льнотресты проводили в соответствии с методикой полевого опыта⁶.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В рамках исследования изучали динамику изменения качественных показателей в процессе приготовления льнотресты в зависимости от урожайности льносолемы и, следовательно, от толщины ленты стеблей при расстиле, а также от применяемых агротехнических приемов — оборачивания лент и плющения комлевой части стеблей.

На рисунке 1 показано изменение средней отделяемости волокна от древесины стеблей при урожайности льносолемы 2 т/га, на рисунке 2 — при урожайности льносолемы 4 т/га.

Самое высокое значение показателя отмечено в варианте с применением оборачивания лент с плющением комлевой части стеблей при тереблении — 8,5 (дата отбора проб — 06.09, урожайность льносолемы — 2 т/га), 7,9 (дата отбора проб — 06.09, урожайность льносолемы — 4 т/га). Медленнее всего проходила вылежка льнотресты в контрольном варианте (в ту же дату отбора проб показатель

отделяемости был равен, соответственно, 7,8 ед. и 7,3 ед.

Продолжительность вылежки при применении оборачивания лент сокращается по сравнению с контролем от 1 до 2 суток, с добавлением плющения комлей — от 2 до 3 суток. О динамике неравномерности вылежки по отделяемости волокна от древесины в вершинной, срединной и комлевой частях стеблей на протяжении процесса приготовления льнотресты можно судить по данным, представленным в таблице 1.

Следует отметить, что эта разновидность неравномерности уменьшается к моменту наступления готовности льнотресты к подъему во всех вариантах: в контроле в начале процесса коэффициент вариации V был равен 42,4, 56,5%, в конце — 8,5, 20,2; в варианте с оборачиванием

Рис. 1. Изменение средней отделяемости волокна от древесины стеблей в процессе приготовления льнотресты при урожайности льносолемы 2 т/га

Fig. 1. Change in the average separability of fiber from the wood of the stems during the preparation of flax seed at a yield of 2 tons/ha of flax.

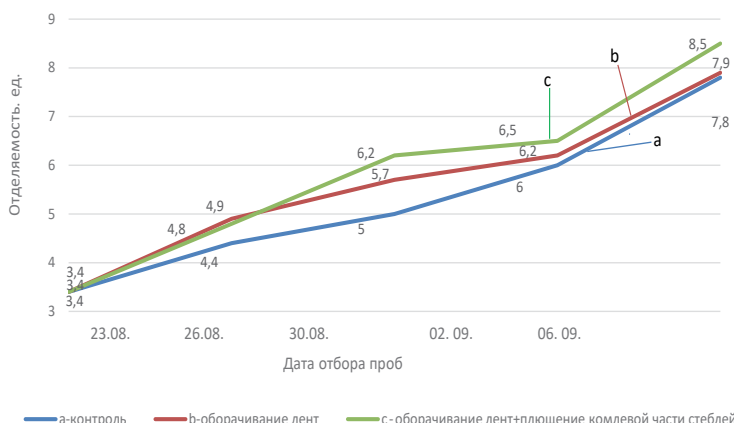
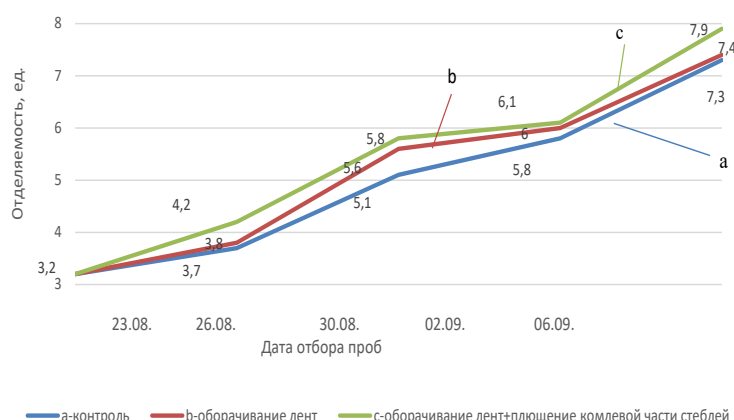


Рис. 2. Изменение средней отделяемости волокна от древесины стеблей в процессе приготовления льнотресты при урожайности льносолемы 4 т/га

Fig. 2. Change in the average separability of fiber from the wood of stems during the preparation of flax seed at a yield of flax mill 4 t/ha.



¹ ГОСТ 14897-69 Солома льняная (с изм.).

² ГОСТ 24363-89 Треста льняная. Требования при заготовках.

³ ГОСТ 2975-73 Треста льняная.

⁴ ГОСТ Р 53484-2022 Лен трепаный.

⁵ Мухин В.В., Кудряшова Т.А., Кудряшов А.Ю., Прусакова Л.Т., Скачкова Т.Н. Способ определения однородности цвета льняного волокна по длине стебля. Опубликовано 20.03.2009.

⁶ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Монография. М.: Альянс. 2011; 295.

Таблица 1. Неравномерность вылежки по показателю «отделяемость» в процессе приготовления льнотресты
Table 1. Unevenness of storage in terms of “separability” during the preparation of flax

Урожайность льносоломы, т/га	Вариант	Дата отбора проб									
		23.08		26.08		30.08		02.09		06.09	
		V, %	$x \pm S_x$, ед.	V, %	$x \pm S_x$, ед.	V, %	$x \pm S_x$, ед.	V, %	$x \pm S_x$, ед.	V, %	$x \pm S_x$, ед.
2	к	42,4	$3,4 \pm 0,2$	20,0	$4,4 \pm 0,0$	18,5	$5,0 \pm 0,0$	12,4	$6,0 \pm 0,0$	8,5	$7,8 \pm 0,0$
	об.			13,6	$4,9 \pm 0,1$	10,6	$5,7 \pm 0,1$	6,8	$6,2 \pm 0,0$	8,5	$7,9 \pm 0,0$
	об. + пл.			10,6	$4,8 \pm 0,1$	9,7	$6,2 \pm 0,2$	5,7	$6,5 \pm 0,1$	5,8	$8,5 \pm 0,0$
4	к	56,5	$3,2 \pm 0,4$	55,7	$3,7 \pm 0,0$	30,6	$5,1 \pm 0,1$	25,4	$5,8 \pm 0,0$	20,2	$7,3 \pm 0,0$
	об.			50,3	$3,8 \pm 0,2$	20,1	$5,6 \pm 0,0$	11,6	$6,0 \pm 0,0$	10,3	$7,4 \pm 0,0$
	об. + пл.			46,2	$4,2 \pm 0,4$	15,2	$5,8 \pm 0,1$	8,3	$6,1 \pm 0,1$	5,0	$7,8 \pm 0,0$

Примечание: к — контроль; об. — оборачивание лент; об. + пл. — оборачивание лент с плущением комлевой части стеблей; V — коэффициент вариации показателя «отделяемость», %; $x \pm S_x$ — среднее значение x показателя «отделяемость» с ошибкой выборки S_x , ед.

лент — 13,6, 50,3% и 8,5, 10,3; в варианте с оборачиванием лент и плущением комлевой части стеблей — 10,6, 46,2 и 5,8, 5,0 соответственно (первая цифра относится к процессу приготовления льнотресты при урожайности льносоломы 2 т/га, вторая — при урожайности льносоломы 4 т/га).

Максимальное снижение неравномерности по показателю отделяемости зафиксировано в ходе вылежки льнотресты с применением оборачивания лент и плущением комлевой части стеблей.

Для ликвидации потерь и получения высококачественной продукции необходимо тщательно контролировать ход вылежки льнотресты не только по динамике изменения показателя отделяемости, но и по уровню значений прочности с одновременным наблюдением за изменением цвета стеблей. На рисунке 3 (урожайность льносоломы 2 т/га) и рисунке 4 (урожайность льносоломы 4 т/га) проиллюстрировано изменение значений средней прочности в период вылежки льнотресты, в таблице 2 приведены сведения об уровне ее однородности в вершинной, срединной и комлевой частях стеблей.

Снижение прочности стеблей в варианте с оборачиванием лент и плущением стеблей с 26,2 до 15,0 даН⁷ (урожайность 2 т/га), с 25,7 до 19,1 даН (урожайность 4 т/га) было меньше, чем в контроле, на 0,9 и 3,1 даН в конце вылежки при соответствующей урожайности льносоломы. К тому же наблюдалось повышение уровня однородности прочности в процессе приготовления льнотресты. Изменчивость признака

Рис. 3. Изменение средней прочности стеблей в процессе приготовления льнотресты при урожайности льносоломы 2 т/га

Fig. 3. Reduction of average strength of stems during the preparation of flax seed at a yield of flax mill 2 t/ha

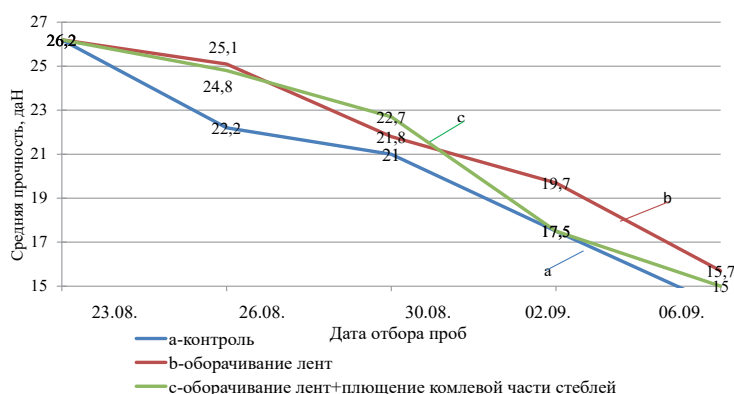
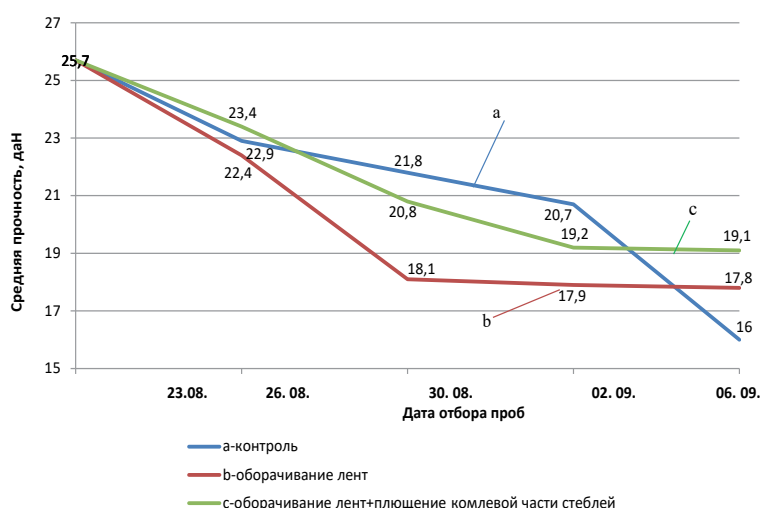


Рис. 4. Изменение средней прочности стеблей в процессе приготовления льнотресты при урожайности льносоломы 4 т/га

Fig. 4. Reduction of the average strength of the stems during the preparation of flax seed at a yield of 4 t/ha of flax straw



в начале процесса в этом варианте оценивается коэффициентом вариации 24,6, 23,4%, в конце — 10,8, 13,4% при урожайности льносоломы 2 т/га и 4 т/га соответственно.

⁷ деканьютон

Таблица 2. Неравномерность вылежки по показателю «прочность» в процессе приготовления льнотресты
Table 2. The unevenness of the shelf life in terms of "strength" during the preparation of flax

Урожайность льносоломы, т/га	Вариант	Дата отбора проб									
		23.08		26.08		30.08		02.09		06.09	
		V, %	$x \pm S_x$, ед.	V, %	$x \pm S_x$, ед.	V, %	$x \pm S_x$, ед.	V, %	$x \pm S_x$, ед.	V, %	$x \pm S_x$, ед.
2	к	28,0	26,2 ± 0,9	31,9	22,2 ± 0,4	26,6	21,0 ± 0,4	22,6	17,5 ± 0,6	21,2	14,1 ± 0,3
	об.			26,6	24,8 ± 0,8	22,6	23,7 ± 0,6	21,1	17,5 ± 0,6	20,0	15,0 ± 0,6
	об. + пл.			24,6	25,1 ± 0,9	20,6	22,7 ± 0,7	17,0	19,7 ± 0,5	10,8	15,7 ± 0,4
4	к	29,2	25,7 ± 1,1	33,4	22,4 ± 0,8	28,2	18,1 ± 0,8	27,4	17,9 ± 0,4	26,8	17,8 ± 0,4
	Об.			28,6	23,4 ± 0,6	26,4	20,8 ± 0,7	23,2	19,2 ± 0,5	22,1	19,1 ± 0,5
	Об. + пл.			23,4	22,9 ± 0,5	21,5	21,8 ± 0,5	19,2	20,7 ± 0,9	13,4	16,0 ± 0,4

Важное значение для получения высококачественной льнотресты имеет ее равномерность по цвету — как по длине стеблей, так и по толщине ленты.

Данные (табл. 3) свидетельствуют о том, что хотя неравномерность по цвету снижается во всех вариантах по ходу вылежки льнотресты, но полностью однородного (серого) цвета и по длине стеблей, и по толщине ленты льнотреста достигает в варианте с плющением комлевой части стеблей при урожайности льносоломы как 2 т/га, так и 4 т/га.

Именно однородность по цвету при приемлемом уровне значений прочности привела к получению льнотресты, оцененной самым высоким номером в этом варианте: 2,97, 2,90 (урожайность льносоломы 2 т/га), 3,03, 2,99 (урожайность льносоломы 4 т/га) (табл. 4).

При оценочной обработке льнотресты этого варианта на лабораторном мяльно-трепальном станке СМТ-200М получено высококачественное длинное волокно номера 13,00, 14,00 (урожайность льносоломы 2 т/га), 12,00, 14,00 (урожайность льнотресты 4 т/га) (табл. 5). В то же время волокно, выработанное из льнотресты контрольного варианта, оценено номерами 11,00, 12,00, из льнотресты варианта с оборачиванием ленты — номерами 12,00, 13,00.

Таким образом, исследование однородности физико-механических свойств льнотресты в ходе ее вылежки показало, что наилучших результатов в приготовлении высококачественной льнотресты и длинного волокна, полученного из нее при переработке, обусловленных в том числе повышением уровня однородности свойств, можно

Таблица 3. Неравномерность цвета по длине стеблей и толщине ленты в процессе приготовления льнотресты

Table 3. Uneven color along the length of the stems and the thickness of the ribbon during the preparation of flax

Урожай- ность льно- соломы, т/га	Вариант	Процент содержания стеблей неосновного цвета, %				
		Дата отбора проб				
			26.08	30.08	02.09	06.09
2	контроль	по длине стеблей	20	10	7	3
		по толщине ленты	20	15	7	3
	оборачивание лент	по длине стеблей	10	7	5	2
		по толщине ленты	17	13	5	2
	оборачивание лент + плющение комлевой части стеблей	по длине стеблей	0	0	0	0
		по толщине ленты	5	2	0	0
4	контроль	по длине стеблей	30	15	10	5
		по толщине ленты	25	20	10	5
	оборачивание лент	по длине стеблей	15	10	7	3
		по толщине ленты	20	16	7	4
	оборачивание лент + плющение комлевой части стеблей	по длине стеблей	3	2	0	0
		по толщине ленты	7	3	0	0

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

Table 4. Quality characteristics of flax trestles according to GOST 24383-89
Linen trestle. Requirements for blanks

Дата отбора проб	Урожайность льно- соломы, т/га	Вариант	Показатели						
			Выход длинного волокна, %	Процентономер длинного волокна, %N	Цвет (показатель)	Поправка по цвету, %N	Процентономер длинного волокна с поправкой по цвету, %N	Номер льнотресты, N	Интерполированный номер льнотресты, N
02.09	2	к	26,0	260	2,5	8	252	2,50	2,87
		об.	28,6	286	2,5	12	274	2,50	2,87
		об. + пл.	28,6	286	3,0	0	286	2,50	2,97
	4	к	26,2	262	3,0	0	262	2,50	2,77
		Об.	27,2	272	2,9	8	264	2,50	2,78
		об. + пл.	29,2	292	3,0	0	292	3,00	3,03
06.09	2	к	28,6	286	2,6	11	275	2,50	2,87
		об.	28,2	282	2,7	10	272	2,50	2,85
		об. + пл.	28,6	286	2,9	8	278	2,50	2,90
	4	к	25,3	253	2,5	8	245	2,50	2,63
		об.	28,9	289	2,7	10	279	2,50	2,91
		об. + пл.	29,9	299	2,8	10	289	2,50	2,99

Примечание: термин в 5-м и 8-м столбцах — процентомера (табл. 4).

Таблица 5. Характеристика качества длинного волокна по ГОСТ Р 53484-2022 Лен трепаный. Технические условия

Table 5. Characteristics of the quality of long fiber according to GOST R 53484-2022 Frayed flax. Technical specification

Дата отбора проб	Урожайность льносоломы, т/га	Вариант	Показатели					
			Горстевая длина, см	Цвет (показатель)	Гибкость, мм	Прочность, даН	Номер волокна расчетный, N _p	Номер трепаного льна, N _t
02.09.	2	к	70	4,0	51	15	12,40	12,00
		об.	74	4,3	60	10	12,73	13,00
		об. + пл.	81	4,4	65	13	13,55	14,00
	4	к	65	4,0	51	11	11,43	11,00
		об.	67	4,0	51	12	11,89	12,00
		об. + пл.	67	4,0	49	13	11,89	12,00
06.09	2	к	75	4,0	44	13	12,20	12,00
		об.	69	4,0	48	13	11,98	12,00
		об. + пл.	75	4,2	52	12	13,04	13,00
	4	к	70	4,0	51	15	12,40	12,00
		об.	82	4,6	59	14	13,58	14,00
		об. + пл.	77	4,6	60	15	13,60	14,00

достичь применением комплекса агротехнических приемов оборачивания ленты с плющением комлевой части стеблей. Особенно это эффективно при большой толщине ленты, зависящей от урожайности льносоломы.

Выводы/Conclusions

Изучена динамика изменения уровня значений отделяемости волокна от древесины и прочности стеблей в процессе приготовления льнотресты. При урожайности льносоломы 2 т/га показатель отделяемости в контрольном варианте увеличился с 3,4 до 7,8 ед., в варианте с оборачиванием лент — до 7,9, в варианте с оборачиванием и плющением комлевой части стеблей — до 8,5. При урожайности льносоломы 4 т/га в тех же вариантах отделяемость изменялась от 3,2 до 7,3, 7,4 и 7,8 ед. Снижение средней прочности за период вылежки льнотресты в этих же вариантах было следующим: с 26,2 до 14,1, 15,7, 15,0 даН (урожайность льносоломы 2 т/га), с 25,7 до 16,0, 17,8, 19,01 даН (урожайность льносоломы 4 т/га).

Самая высокая однородность по свойствам в процессе приготовления льнотресты наблюдалась в варианте с применением оборачивания лент и плющением комлевой части стеблей. Коэффициент вариации по отделяемости был равен в начале процесса 10,6; 46,2%, в конце — 4,2, 5,0%; по прочности — 24,6, 23,4% и 10,8, 13,4% при урожайности льносоломы 2 т/га и 4 т/га.

Установлено, что неравномерность цвета по длине стеблей и толщине ленты, определяемая по процентному содержанию стеблей неосновного цвета в пробе, в процессе приготовления льнотресты в начале вылежки была самой большой в контроле — как при урожайности льносоломы 2 т/га (20%), так и при 4 т/га (25%), в варианте с оборачиванием лент при той же урожайности — 17–20 %, в варианте с оборачиванием и плющением комлевой части стеблей — 5,0 и 7,0 соответственно.

При готовности льнотресты к подъему цвет льнотресты в варианте с плющением стеблей стал полностью однородным — серым. Содержание стеблей неосновного цвета в других вариантах сократилось до 4–10% в зависимости от урожайности льносоломы.

Подтверждена важная роль однородности физико-механических свойств наряду с уровнем их значений в процессе приготовления высококачественной льнотресты.

Эффективность приемов оборачивания с плющением комлевой части стеблей в первую очередь обеспечивается достижением льнотрестой в ходе вылежки однородного цвета при сохранении прочности на уровне, достаточном для дальнейшей ее переработки. Однородность цвета стеблей в этом варианте, как по толщине ленты, так и по длине стеблей, при различной урожайности льносоломы обусловила повышение качества льнотресты и полученного из нее при оценочной обработке длинного волокна.

При урожайности льносоломы 2 т/га льнотреста в варианте с оборачиванием и плющением комлевой части стеблей оценена номером 2,97, 4 т/га — 3,03, длинное волокно, соответственно, номерами 14,00 и 12,00. Льнотреста в лентах без применения агротехнических приемов, а также с применением только оборачивания при готовности к подъему имела более низкое качество — от 2,67 до 2,78, длинное волокно — от 11,00 до 13,00.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Федерального научного центра лубяных культур по теме FGSS-2024-0005.

FUNDING

Research carried out within the framework of the State assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Federal Scientific Center for Bast Crops on the topic FGSS-2024-0005.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пучков Е.М., Ушаповский И.В., Попов Р.А. Перспективы развития льняного подкомплекса Российской Федерации на примере Тверской области. *Техника и оборудование для села*. 2022; (8): 2–5. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2022-8-2-5>
2. Виноградова Т.А., Кудряшова Т.А., Козьякова Н.Н. Характеристика сортов льна-долгунца различной селекции по комплексу признаков технологической ценности льносырья. *Достижения науки и техники АПК*. 2021; 35(5): 33–39. <https://elibrary.ru/ywfsns>
3. Гриц Н.В., Диченский А.В., Пролетова Н.В., Удотов А.Ю. Применение элементов информационно-аналитической системы управления растениеводством для обеспечения ресурсосберегающего производства семян льна в условиях Тверской области. *Аграрная наука*. 2022; (7–8): 126–131. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-126-131>
4. Мельников А.Б., Сидоренко В.В., Михайлушкин П.В. Приоритеты аграрной политики России. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2019; (5): 74–77. <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2019-15090>
5. Долгова И.М., Субаева А.К., Низамутдинов М.М., Мавлиева Л.М., Амирова Э.Ф. Развитие сельского хозяйства в условиях неоиндустриализации. *Аграрная наука*. 2023; (3): 122–127. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-368-3-122-127>
6. Басова Н.В., Новиков Э.В. Особенности реализации государственной поддержки льна и технической конопли в Российской Федерации. *АПК: экономика, управление*. 2024; (8): 90–96. <https://doi.org/10.33305/248-90>
7. Мухин В.В. Технология получения высококачественной льнопродукции. *Достижения науки и техники АПК*. 2005; (10): 20–21.
8. Мухин В.В., Боярченкова М.М., Дубкова И.А. Зависимость качества льняной тресты, волокна, котонина от сроков уборки и степени вылежки льна-долгунца. *Достижения науки и техники АПК*. 2002; (7): 14–15.
9. Сизов И.В., Елисеев Ю.В., Виноградов А.В., Фетисов П.Н. Оценка качества приготовления тресты при раздельной уборке льна. *Проблемы и перспективы развития науки и образования. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции*. Тверь: Тверская ГСХА. 2023; 365–366. <https://elibrary.ru/pqjfls>
10. Богдан В.З., Богдан Т.М., Иванов С.А., Литарная М.А. Оптимизация сроков уборки тресты — основа сохранения качества льноволокна. *Земледелие и защита растений*. 2018; (4): 21–23.
11. Савельев Н.С., Голуб И.А., Рошка Г.В. Влияние урожая льносеялки, оборачивания и степени вылежки льнотресты на качество льноволокна и его технологические характеристики. *Земледелие и защита растений*. 2015; (2): 60–64. <https://elibrary.ru/pxoltp>
12. Рожмина Т.А., Рыжов А.И., Голубева Л.М., Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А. Использование биологического потенциала льна для повышения качества волокна и расширения сфер его использования. *Технологии XXI века в пищевой, перерабатывающей и легкой промышленности*. 2012; 6(1): 12. <https://elibrary.ru/plrfix>
13. Виноградова Т.А., Кудряшова Т.А., Козьякова Н.Н. Оценка сортов льна-долгунца по однородности качества длинного волокна при переработке льносырья. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022; (3): 89–96. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-3-89-96>
14. Перов М.Г. Анализ состояния и пути повышения качества льнотресты. *Наука в Центральной России*. 2022; (4): 53–61. <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2022-4-53-61>
15. Алисевиц С.О., Соколов Л.Е., Коган А.Г. Исследование влияния условий возделывания льна-долгунца на качественные показатели льнотресты и результаты ее механической обработки. *Вестник Витебского государственного технологического университета*. 2013; (2): 7–12. <https://elibrary.ru/rryocp>
16. Рожмина Т.А., Голубева Л.М., Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А. Внутривидовое разнообразие мировой коллекции льна-долгунца по признаку «декоративная способность стебля». *Научные разработки селекцентра — льноводству. Результаты научных исследований по льну-долгунцу и льну масличному научно-исследовательских учреждений селекцентра за 2012–2001 годы*. Тверь: Тверской государственный университет. 2013; 24–25.

FUNDING

1. Puchkov E.M., Ushchapovsky I.V., Popov R.A. Prospects for the development of the linen subcomplex of the Russian Federation on the example of the Tver region. *Machinery and equipment for rural area*. 2022; (8): 2–5 (in Russian). <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2022-8-2-5>
2. Vinogradova T.A., Kudryashova T.A., Kozyakova N.N. Characteristics of fibre flax varieties of different breeding according to the complex of traits of the technological value of flax raw materials. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2021; 35(5): 33–39 (in Russian). <https://elibrary.ru/ywfsns>
3. Grits N.V., Dichensky A.V., Proletova N.V., Udotov A.Yu. Application of elements of the information and analytical system of crop management to ensure resource-saving production of flax seeds in the Tver region. *Agrarian science*. 2022; (7–8): 126–131 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-126-131>
4. Melnikov A.B., Sidorenko V.V., Mikhaylushkin P.V. Priorities of agrarian policy of Russia. *International agricultural journal*. 2019; (5): 74–77 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2019-15090>
5. Dolgova I.M., Subaeva A.K., Nizamutdinov M.M., Mavlieva L.M., Amirova E.F. Development of agriculture in the conditions of neoindustrialization. *Agrarian science*. 2023; (3): 122–127 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-368-3-122-127>
6. Basova N.V., Novikov E.V. Features of the implementation of state support for flax and technical hemp in the Russian Federation. *AIC: economics, management*. 2024; (8): 90–96 (in Russian). <https://doi.org/10.33305/248-90>
7. Mukhin V.V. Technology of obtaining high-quality flax products. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2005; (10): 20–21 (in Russian)
8. Mukhin V.V., Boyarchenkova M.M., Dubkova I.A. The dependence of the quality of flax bark, fiber, cottonine on the timing of harvesting and the degree of aging of flax. *Achievements of science and technology in agribusiness*. 2002; (7): 14–15 (in Russian)
9. Sizov I.V., Eliseev Yu.V., Vinogradov A.V., Fetisov P.N. Evaluation of the quality of trest preparation during separate harvesting of flax. *Problems and prospects of science and education development. Collection of scientific papers based on the materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference*. Tver: Tver State Agricultural Academy. 2023; 365–366 (in Russian). <https://elibrary.ru/pqjfls>
10. Bogdan V.Z., Bogdan T.M., Ivanov S.A., Litarnaya M.A. Optimization of flax stock harvesting — the basis for preserving the quality of fiber flax. *Crop Farming and Plant Growing*. 2018; (4): 21–23 (in Russian).
11. Savelyev N.S., Golub I.A., Roshka G.V. Flax straw yield, turning over and a degree of flax straw seasoning influence on flax fibre quality and its technical characteristics. *Crop Farming and Plant Growing*. 2015; (2): 60–64 (in Russian). <https://elibrary.ru/pxoltp>
12. Rozhmina T.A., Ryzhov A.I., Golubeva L.M., Kudryashova T.A., Vinogradova T.A. Use of biological potential of flax for improvement of quality of fiber and expansion of spheres of its use. *Tekhnologii XXI veka v pishchevoy, pererabatyvayushchey i legkoy promyshlennosti*. 2012; 6(1): 12 (in Russian). <https://elibrary.ru/plrfix>
13. Vinogradova T.A., Kudryashova T.A., Kozyakova N.N. Evaluation of fibre flax varieties by quality uniformity of long fiber when processing flax straw. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2022; (3): 89–96 (in Russian). <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-3-89-96>
14. Perov M.G. Analysis of the state and ways to improve the quality of flax. *Science in the Central Russia*. 2022; (4): 53–61 (in Russian). <https://doi.org/10.35887/2305-2538-2022-4-53-61>
15. Aliseevich S.O., Sokolov L.E., Kogan A.G. Research of the influence of flax growth conditions on the quality properties of flax straw and the results of its processing. *Bulletin of Vitebsk State Technological University*. 2013; (2): 7–12 (in Russian). <https://elibrary.ru/rryocp>
16. Rozhmina T.A., Golubeva L.M., Kudryashova T.A., Vinogradova T.A. Intraspecific diversity of the world collection of long flax on the basis of the “decorative ability of the stem”. *Scientific developments of the breeding center for flax production. The results of scientific research on flax and oilseed flax of scientific research institutions of the breeding center for 2001–2012*. Tver: Tver State University. 2013; 24–25 (in Russian).

17. Сизов И.В., Пак Л.Н., Белякова Е.С. Оценка качества тресты при раздельной технологии уборки льна-долгунца. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2023; 17(2): 49–54. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2023-17-2-49-54>

18. Гракун В.В. и др. Система организационно-технологических мероприятий производства льнопродукции в условиях Республики Беларусь. В.Г. Гусаков (ред.). *Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь*. Минск: Беларуская навука. 2020; 461–475. <https://elibrary.ru/tysszj>

19. Зинцов А.Н., Добрецов В.А., Соколов В.Н. Особенности плющения стеблей при двухфазной технологии уборки льна-долгунца. *Тракторы и сельхозмашины*. 2022; 89(3): 215–222. <https://doi.org/10.17816/0321-4443-106770>

20. Степанова Н.В., Чирик Д.П. Особенности приготовления и переработки стланцевой тресты после процесса плющения стеблей льна-долгунца. *Технические культуры*. 2024; 4(4): 51–57. <https://doi.org/10.54016/SVITOK.2024.50.30.007>

ОБ АВТОРАХ

Татьяна Александровна Виноградова

старший научный сотрудник
лаборатории агротехнологий
info.trk@fncl.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8272-0524>

Тамара Александровна Кудряшова

кандидат технических наук, ведущий научный
сотрудник лаборатории агротехнологий
info.trk@fncl.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2090-734x>,

Наталья Николаевна Козьякова

научный сотрудник лаборатории агротехнологий
info.trk@fncl.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9220-5908>

Федеральный научный центр лубяных культур,
Комсомольский пр-т, 17/56, Тверь, 170041, Россия

17. Sizov I.V., Pak L.N., Belyakova E.S. Evaluation of Straw Flax Preparation Quality in the Framework of Separate Flax Harvesting Technology. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2023; 17(2): 49–54 (in Russian). <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2023-17-2-49-54>

18. Grakun V.V. et al. The system of organizational and technological measures for flax production in the Republic of Belarus. V.G. Gusakov (ed.). *Scientific systems of agriculture of the Republic of Belarus*. Minsk: *Belaruskaya navuka*. 2020; 461–475 (in Russian). <https://elibrary.ru/tysszj>

19. Zintsov A.N., Dobretsov V.A., Sokolov V.N. Peculiarities of stems flattening at two-phase fiber flax harvesting technology. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2022; 89(3): 215–222 (in Russian). <https://doi.org/10.17816/0321-4443-106770>

20. Stepanova N.V., Chirik D.P. Features of preparation and processing of millet trest after the process of flattening flax stalks. *Technical crops*. 2024; 4(4): 51–57 (in Russian). <https://doi.org/10.54016/SVITOK.2024.50.30.007>

ABOUT THE AUTHORS

Tatiana Alekhandrovna Vinogradova

Senior Researcher at the Laboratory
of Agricultural Technologies
info.trk@fncl.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8272-0524>

Tamara Alexandrovna Kudryashova

Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher
at the Laboratory of Agricultural Technologies
info.trk@fncl.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2090-734x>,

Natalya Nikolaevna Kozyakova

Researcher at the Laboratory of Agricultural Technologies
info.trk@fncl.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9220-5908>

Federal Scientific Center for Bast Crops,
17/56 Komsomolsky Ave., Tver, 170041, Russia