

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПОСОБОВ ТЕРЕБЛЕНИЯ СТЕБЛЕСТОЯ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА НА ЭТАПЕ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЬНОСЫРЬЯ

Н. В. СТЕПАНОВА, Д. П. ЧИРИК

РУП «Институт льна»,
аг. Устье, Республика Беларусь, 211003, e-mail: Natali1673@mail.ru

(Поступила в редакцию 21.01.2025)

В полевых и производственных опытах РУП «Институт льна» изучена эффективность трех способов теребления льна-долгунца на этапе первичной переработки льносырья, приготовленного биологическим способом росистой мочки: с одновременным очесом коробочек и расстилом стеблей в одну ленту (ЛК-4А + МТЗ-820 – однофазная уборка); с расстилом стеблей в две ленты без очеса коробочек (ТСЛ-2,4 – двухфазная уборка); с промином и расстилом стеблей в две ленты без очеса коробочек (Дероортере – двухфазная уборка). Представленные в работе результаты исследований за период 2021–2023 гг. получены в зависимости от плотности стеблестоя льна, формируемой нормой посева семян, и от погодных условий периода приготовления тресты. Установлено, что комбайн прицепной ЛК-4А по сравнению с самоходной теребилкой ТСЛ-2,4 обеспечивает тенденцию к снижению урожайности тресты с гектара посева льна на 5–6 % (на 1,9–2,3 ц/га), волокна – на 5–7 % (на 0,6–0,9 ц/га), в том числе длинного – на 5–7 % (на 0,4–0,6 ц/га). Применение агрегатов ЛК-4А, ТСЛ-2,4 (стандартное теребление стеблестоя) не влияет на номер длинного трепаного и короткого волокна, который повышается с увеличением плотности ценоса. Плющение стеблей в комлевой части не снижает крепость волокна при своевременном подъеме приготовленной тресты. Нарушение целостности соломины льна способствует более быстрой и равномерной по длине стеблей вылежке соломы, о чем свидетельствует улучшение цвета волокна, что очень актуально при приготовлении тресты в условиях дефицита влаги.

Ключевые слова: лен-долгунец, теребление, стеблестой, треста, волокно, урожайность, качество.

In the field and industrial experiments of the RUE "Flax Institute", the efficiency of three methods of fiber flax pulling was studied at the stage of primary processing of flax raw materials prepared by the biological method of dew retting: with simultaneous boll stripping and stem spreading in one strip (LK-4A + MTZ-820 – single-phase harvesting); with stem spreading in two strips without boll stripping (TSL-2.4 – two-phase harvesting); with crushing and stem spreading in two strips without boll stripping (Depoortere – two-phase harvesting). The research results for the period 2021–2023 presented in the paper were obtained depending on the flax stem density formed by the seed sowing rate and the weather conditions of the stock preparation period.

It was found that the trailed combine LK-4A, compared to the self-propelled puller TSL-2.4, provides a tendency to reduce the yield of flax straw per hectare by 5–6 % (by 0.19–0.23 t/ha), fiber – by 5–7 % (by 0.06–0.09 t/ha), including long fiber – by 5–7 % (by 0.04–0.06 t/ha). The use of LK-4A, TSL-2.4 units (standard pulling of stalks) does not affect the number of long scutched and short fiber, which increases with the increase in the density of the cenosis. Crushing of stems in the butt part does not reduce the strength of the fiber with timely lifting of the prepared straw. Violation of the integrity of flax straw contributes to faster and more uniform aging of straw along the length of the stems, as evidenced by the improvement of the fiber color, which is very important when preparing straw under conditions of moisture deficiency.

Key words: flax, pulling, stem, straw, fiber, yield, quality.

Введение

Уборка стеблестоя льна-долгунца может осуществляться способом прямого комбайнирования (однофазная уборка) с одновременным очесом коробочек и расстилом соломы в ленты при использовании прицепных комбайнов типа Двина-4А, ЛК-4А, а также самоходных комбайнов типа КЛС-3,5, Палессе LS35, UNION [4]. При раздельном способе уборки (двухфазная уборка) теребление стеблестоя и расстил соломы проводят с использованием самоходных двухпоточных теребилки типа ТСЛ-2,4, ЛТС-2, Дероортере, а также прицепных и самоходных комбайнов с отключенным очесывающим аппаратом. Очес семенных коробочек осуществляют в поле с использованием подборщиков-очесывателей типа NesaHy, СООЛ-5, или на технологических линиях типа Van Dommele engineering, Дероортере, оборудованных очесывающей машиной.

Двухфазная уборка льна-долгунца дает возможность провести теребление стеблестоя в сжатые сроки, обеспечивает лучшие условия вылежки тресты и, следовательно, сохранение накопленного волокна и его свойств [5]. При тереблении срединная часть стеблей сдавливается ремнями теребильного аппарата, что обеспечивает более быструю её деструкцию. Комлевая часть стеблей не испытывает механических воздействий рабочих органов агрегатов, в ней медленнее проходят процессы отмирания тканей и затруднено проникновение пектолитической микрофлоры на подготовительном этапе росистой мочки соломы. Это приводит к неравномерной вылежке по длине стебля, что отражается на цветности и отделяемости волокна от костры, и к снижению показателей качества. Для промина комлевой части стеблей возможно использовать теребильные агрегаты с встроенными или навесными плющильными аппаратами, которые положительно влияют на заготовительный процесс льносырья [6, 7, 8, 9, 10]. В Беларуси в настоящее время данный прием практически не применяется из-за существующего мнения о его отри-

цательном влиянии на прочность волокна (разрывную нагрузку), которая показывает максимальное усилие, выдерживаемое пробой льняного волокна до разрыва.

Целью исследований являлось изучение влияния способов тербления стеблестоя льна-долгунца на физико-механические, органолептические показатели льняного волокна в зависимости от плотности ценоза.

Основная часть

Исследования проводились на полях РУП «Институт льна» в 2021–2023 гг. Эффективность способов тербления льна-долгунца изучалась в засушливых условиях вегетации льна 2021 г. (ГТК Г. Т. Селянинова – 0,79), в слабо засушливых – 2022 г. (ГТК – 1,24) и экстремальных – 2023 г. (ГТК мая – 0,08; июня – 0,68; июля – 3,71; периода вегетации – 1,64). Период вылежки соломы в 2021 и 2023 гг. установлен как оптимальный (ГТК – 1,59 и 1,42 соответственно), в 2022 г. – переувлажненный (ГТК – 1,94).

Посев льна-долгунца осуществлялся комплексным агрегатом Амазоне АД-303 с шириной междурядий 12,5 см и нормой высева семян 20, 24, 26 млн шт/га. Эффективность способов тербления определялась на средней плотности стеблестоя 14,6, 18,1, 19,4 млн шт/га. Уборка проводилась в фазе ранней желтой спелости льна с получением классических производственных лент соломы. Очес коробочек при раздельной уборке проводился на 5–6-й день после тербления стеблестоя самоходным подборщиком-очесывателем Несану с одновременным оборачиванием ленты. Уборку лент приготовленной тресты осуществляли прицепным пресс-подборщиком ПРЛ-150 в сцепке с МТЗ-820. Площадь учетной делянки варианта составляла 500 м².

Изучались три способа тербления стеблестоя: 1) тербление с одновременным очесом коробочек и расстилом стеблей в одну ленту (ЛК-4А + МТЗ-820); 2) тербление с расстилом стеблей в две ленты без очеса коробочек (ТСЛ-2,4); 3) тербление с промином и расстилом стеблей в две ленты без очеса коробочек (Дероортере). Промин комлевой части стебля осуществлялся плющильным аппаратом тербилки, представляющим собой два соприкасающихся барабана, установленных на выходе из тербильных ремней в начале расстилочного стола. Приготовленная стланцевая треста подвергалась первичной переработке на мяльно-трепальном станке СМТ-200М. Анализ физико-механических, органолептических показателей волокна проводился согласно действующим в стране государственным стандартам: СТБ 1195-2008, СТБ 1850-2009 [11, 12].

Самоходные двухпоточные тербилки (ТСЛ-2,4, Дероортере) с шириной захвата одного потока стеблей 1,2 м и производительностью 1,6–2,4 га/ч обеспечивают быстрое и высокое качество укладки ленты соломы (коэффициенты растянутости ленты – 1,02–1,15). Лынокомбайн прицепной (ЛК-4А), который сегодня должен использоваться больше для семеноводческих посевов нежели для товарных, имеет ширину захвата стеблей 1,52 м, производительность 1,0 га/ч и обеспечивает укладку ленты соломы с коэффициентами растянутости 1,07–1,39.

В среднем за годы исследований сравнительный анализ способов тербления льна-долгунца (механических агрегатов) не установил их существенного влияния на урожайность тресты и волокна. За счет огрехов в работе тербильного аппарата уборка соломы комбайном ЛК-4А + МТЗ-82 с одновременным очесом коробочек и расстилом соломы по сравнению с самоходной тербилкой ТСЛ-2,4 без очеса коробочек обеспечила тенденцию к снижению урожайности тресты на 1,9–2,3 ц/га (на 5–6 %) (по годам на 4–8 %) (табл. 1). При этом тенденция к снижению урожайности волокна составила 0,6–0,9 ц/га (5–7 %), в том числе длинного – 0,4–0,6 ц/га (5–7 %).

Таблица 1. Влияние способов тербления стеблестоя на урожайность льнопродукции в зависимости от плотности ценоза льна-долгунца (среднее, 2021–2023 гг.)

Способ тербления стеблестоя (фактор А)	Урожайность, ц/га			
	треста	волокно		
		длинное	короткое	общее
Плотность стеблестоя льна-долгунца 14,6 млн шт./га (фактор Б)				
ЛК-4А+МТЗ-82	33,8	7,1	3,2	10,3
ТСЛ-2,4	35,7	7,5	3,4	10,9
Depoortere	35,4	7,3	3,4	10,7
Плотность стеблестоя льна-долгунца 18,1 млн шт/га				
ЛК-4А+МТЗ-82	36,5	8,0	3,2	11,2
ТСЛ-2,4	38,6	8,6	3,5	12,1
Depoortere	38,7	8,6	3,7	12,3
Плотность стеблестоя льна-долгунца 19,4 млн шт/га				
ЛК-4А+МТЗ-82	38,0	8,2	3,7	11,9
ТСЛ-2,4	40,3	8,8	3,7	12,5
Depoortere	40,1	8,8	3,9	12,7
НСР ₀₅ (фактор А)	2,8 (1,6–4,5)	1,0 (0,48–1,9)	0,51 (0,26–1,0)	1,3 (0,78–2,2)
(фактор Б)	2,7 (2,4–3,1)	0,88 (0,55–1,3)	0,37 (0,32–0,41)	1,1 (0,90–1,5)

Урожайность тресты и волокна увеличивалась с повышением плотности ценоза, сформированного за счет нормы высева семян: с 15 до 18–19 млн шт./га, соответственно, на 8–13 % и 9–19 %, в т.ч. длинного – на 13–21 %. Увеличение плотности ценоза с 18 до 19 млн шт./га обеспечило только положительную тенденцию к повышению урожайности тресты и волокна.

При механической обработке тресты выделяется две фракции волокна: длинное трепаное (ориентированное) волокно и короткое (неориентированное по длине), представляющее собой смесь коротких комплексов элементарных волокон с примесью. Эффективность технологических приемов тербления стеблестоя оценивали определением показателей качества длинного (прочности, гибкости, тонины, цвета) и короткого волокна (разрывной нагрузки скрученной ленточки, массовой доли костры и сорных примесей).

Качество длинного волокна и его прядильная способность зависят от комплекса физико-механических свойств, которые по сравнению с другими натуральными волокнами отличаются повышенной неравномерностью из-за приготовления тресты биологическим способом росяной мочки с сильной зависимостью от погодных условий. При этом низкие значения одного показателя могут быть компенсированы высокими значениями другого [13].

Тербление льна-долгунца прицепным комбайном ЛК-4А (однофазная уборка) и самоходной тербилкой ТСЛ-2,4 (двухфазная уборка) не влияло на номер длинного трепаного волокна, который повышался в зависимости от плотности ценоза льна (табл. 2). Увеличение плотности стеблестоя с 15 до 19 млн шт./га повышало качество волокна на 1,0 номер с 10 до 11, в том числе по годам: 2021 г. – с 11 до 12, 2022–2023 гг. – с 9 до 10.

Таблица 2. Влияние способов тербления льна-долгунца на качество волокна в зависимости от плотности ценоза (среднее, 2021–2023 гг.)

Способ тербления стеблестоя	Длинное трепаное волокно					Короткое волокно		
	горстевая длина, см	группа цвета	гибкость, мм	разрывная нагрузка, Н	номер	разрывная нагрузка скрученной ленточки, Н	костра и сорные примеси, %	номер
Плотность стеблестоя льна-долгунца 14,6 млн шт./га								
ЛК-4А+МТЗ	49,7	2,7	44,3	202,0	10	101,0	19,0	2
ТСЛ-2,4	49,3	3,0	43,7	192,7	10	96,3	16,7	2
Depoortere	49,3	3,0	43,0	185,7	9	104,7	18,3	2
Плотность стеблестоя льна-долгунца 18,1 млн шт./га								
ЛК-4А+МТЗ	52,3	2,7	43,0	209,3	10	107,7	17,7	3
ТСЛ-2,4	53,0	3,0	46,3	207,0	10	109,0	18,0	3
Depoortere	52,0	3,3	44,3	213,0	10	111,3	18,3	3
Плотность стеблестоя льна-долгунца 19,4 млн шт./га								
ЛК-4А+МТЗ	54,0	2,7	46,0	208,0	11	110,0	16,0	3
ТСЛ-2,4	53,7	3,3	46,7	200,0	11	107,3	15,0	3
Depoortere	53,0	3,7	43,3	207,3	11	108,0	16,7	3

Промин стеблей при терблении ценоза самоходной тербилкой Depoortere, оснащенной плющильным аппаратом, по сравнению с целыми стеблями (ТСЛ-2,4, ЛК-4А) в среднем за годы исследований снижал качество длинного трепаного волокна с 10 до 9 номера на низкой плотности ценоза 15 млн шт./га, преимущественно за счет снижения прочности волокна на 4–8 %.

В условиях приготовления тресты 2022 г., когда в III-й декаде августа и I-й декаде сентября сумма осадков составила только 0,2 и 0,5 мм, что затрудняло деструкцию соломы, а во II-й декаде сентября – 80,5 мм осадков, своевременное рулонирование тресты не было возможным из-за затяжных дождей. Подъем приготовленной тресты осуществили только на 33 сутки вылежки соломы (21 сентября). Показатель отделяемости волокна в плющенной тресте на низкой плотности стеблестоя (14,9 млн шт./га) достигал 7,3, что свидетельствует о её перележке, а разрывная нагрузка волокна по сравнению со стандартным терблением льна снижалась на 17 % (рис. 1).

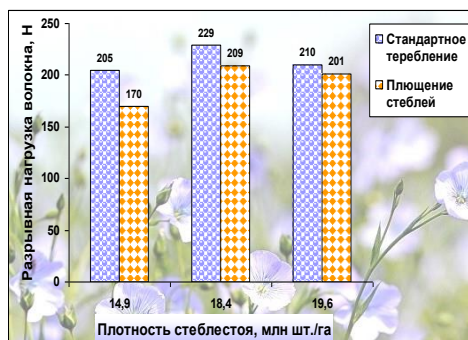


Рис. 1. Разрывная нагрузка длинного волокна, 2022 г., ГТК – 1,94

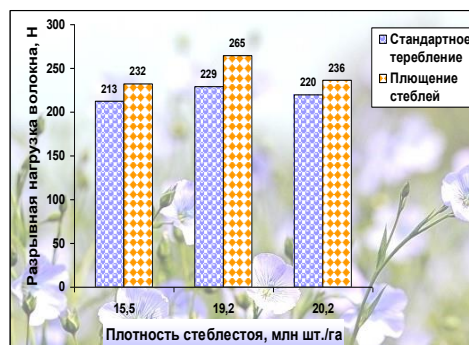


Рис. 2. Разрывная нагрузка длинного волокна, 2021 г., ГТК – 1,59

Однако в удовлетворительных условиях приготовления тресты 2021 г. (ГТК – 1,59) плющение стеблей повышало разрывную нагрузку волокна по сравнению со стандартным тереблением льна в зависимости от плотности ценоза на 7–16 % (рис. 2). При этом сроки приготовления тресты сокращались на 4–10 суток.

Кроме того, на средней за три года плотности ценоза 18 и 19 млн шт/га плющение стеблей повышало цвет волокна на 10–22 и 12–37 %, соответственно, что свидетельствует о получении более однородных по вылежке партий льносырья.

К основным качественным характеристикам короткого волокна относятся заостренность и засоренность массы, а также крепость скрученной ленточки. Для инструментальной оценки короткого волокна из полученной стеблевой массы на лентообразователе ЛО-2 формируется лента, которая разрывной машиной ДКВ-60 подвергается скручиванию и оценке крепости на разрыв. Номер устанавливается по наихудшему показателю короткого волокна.

В среднем за годы исследований выделенное короткое волокно имело разрывную нагрузку скрученной ленточки в пределах 96–111 Н, массовую долю костры и сорных примесей – 15–19 %, что, согласно действующему нормативному документу, соответствовало номерам 2–3 и зависело в большей степени от плотности стеблестоя и погодных условий вылежки соломы.

Заключение

Комбайн прицепной ЛК-4А (однофазная уборка) по сравнению с самоходной теребилкой ТСЛ-2,4 (двухфазная уборка) обеспечивает тенденцию к снижению урожайности тресты с гектара на 5–6 % (на 1,9–2,3 ц/га), волокна на 5–7 % (на 0,6–0,9 ц/га), в том числе длинного – на 5–7 % (на 0,4–0,6 ц/га).

Применение агрегатов ЛК-4А, ТСЛ-2,4 (стандартное теребление стеблестоя) не влияет на номер длинного трепаного и короткого волокна, который повышается с увеличением плотности ценоза.

Плющение стеблей в комлевой части не снижает крепость волокна при своевременном подъеме приготовленной тресты. Нарушение целостности соломины льна способствует более быстрой и равномерной по длине стеблей вылежке соломы, о чем свидетельствует улучшение цвета волокна, что очень актуально при приготовлении тресты в условиях дефицита влаги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Льняной комплекс России: факторы и условия эффективного развития / Л. А. Смирнова, Б. А. Поздняков, Т. А. Рожмина [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 144 с.
2. Поздняков, Б. А. Организационно-экономический механизм модернизации производства в льняном подкомплексе / Б. А. Поздняков, Н. Ю. Рожмина // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 8. – С. 8–9.
3. Поздняков, Б. А. Технологические факторы повышения производительности труда в льноводстве / Б. А. Поздняков, Г. А. Перов, И. В. Великанова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2017. – № 3. – С. 71–74.
4. Технические средства для уборки льна-долгунца в разрезе перспектив развития льноводческой отрасли / В. В. Азаренко, В. С. Астахов, С. В. Курзенков [и др.] // Вестник БГСХА. – 2022. – № 3. – С. 136–140.
5. Рекомендации по уборке льна и регулировке льноуборочных машин / А. И. Тарима [и др.]. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2022. – 36 с.
6. Перспективная ресурсосберегающая технология производства льна-долгунца: методические рекомендации / В. П. Полежаев, Л. Н. Павлова, О. Ю. Сорокина [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 68 с.
7. Ковалев, М. М. Технологии и машины для комбинированной уборки льна-долгунца: автореф. дис. ... док. тех. наук: 05.20.01. / Ковалев Михаил Михайлович; ГНУ «ВНИИ механизации сельского хозяйства». – Москва, 2010. – 43 с.
8. Зинцов, А. Н. Особенности плющения стеблей при двухфазной технологии уборки льна-долгунца / А. Н. Зинцов, В. А. Добрецов, В. Н. Соколов // Тракторы и сельхозмашины. – 2022. – Т. 89, № 3. – С. 215–222.
9. Способы теребления стеблестоя льна-долгунца с учетом приготовления тресты и оценки технологического качества льносырья (рекомендации) / Н. В. Степанова, Д. П. Чирик, В. А. Прудников [и др.]. – Устье: РУП «Институт льна», 2023. – 30 с.
10. Степанова, Н. В. Особенности приготовления и переработки стланцевой тресты после процесса плющения стеблей льна-долгунца / Н. В. Степанова, Д. П. Чирик // Технические культуры. – 2024. – Т. 4. – № 4. – С. 51–57.
11. Волокно льняное трепаное длинное. Технические условия. СТБ 1195-2008. – Введ. 01.11.2008. – Минск: Госстандарт РБ, 2008. – 18 с.
12. Волокно льняное короткое. Технические условия. СТБ 1850-2009. – Введ. 29.12.2009. – Минск: Госстандарт РБ, 2009. – 13 с.
13. Оценка неопределенности при измерении разрывной нагрузки и гибкости длинного трепаного льноволокна / А. С. Дягилев, И. А. Петюль, А. Н. Бизюк [и др.] // Технология текстильной промышленности. – 2016. – № 6 (366). – С. 69–74.