

УДК 631.572; 677.116

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА УРОЖАЙНІСТЬ СОЛОМИ ЛЬОНУ НИЗЬКОГО, ПРИЗНАЧЕНОГО ДЛЯ ПОДВІЙНОГО ВИКОРИСТАННЯ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ

Рудік О.Л. – к.с.-г.н., доцент,
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

Досліджено вплив технологій збирання на показники якості соломи льону низького сорту Південна ніч, призначеної для переробки. В умовах Сухого Степу України кращі умови для збирання льону низького подвійного забезпечує обробка у фазу жовтої стиглості препаратами Реглон Супер 3 л/га; Раундап 3 л/га; Баста 2 л/га. Скошування та обмолочування льону низького спричиняє переважно втрати прикореневої частини стебла та його верхівки, де міститься менше лубу, що відображається на його кількості в соломі. При двофазному збиранні солома містить найбільше лубу – 18,5%, проте урожайність соломи є найнижчою серед досліджуваних технологій збирання. Природне дозрівання льону низького на кореню зменшує міцність лубу до 6,5 даН. Десикація, порівнюючи із двофазним збиранням, зменшує втрати при збиранні, забезпечує більшу довжину жмені та підвищує міцність лубу. Роздільне збирання посилює хаотичність розташування стебел.

Ключові слова: десикація, довжина жмені, вміст лубу, умовний вихід лубу, міцність лубу, кут розташування стебел.

Рудик А.Л. Физико-механические показатели и урожайность соломы льна низкого, предназначенного для двойного использования при различных технологиях уборки

Исследовано влияния технологий уборки на показатели качества соломы льна низкого сорта Південна ніч, предназначенного для переработки. В условиях Сухой Степи Украины лучшие условия для уборки льна низкого двойного обеспечивает обработка в фазу желтой спелости препаратами Реглон Супер 3 л/га; Раундап 3 л/га; Баста 2 л/га. Скашивание и обмолочивание льна низкого сопровождается преимущественно потерей комлевой части стебля и зоны его соцветия, где содержится меньше луба, что отражается на его содержании в соломе. При двухфазной уборке солома содержит наибольшее луба – 18,5%, однако урожайность ее самая низкая среди изучаемых способов уборки. Естественное созревание льна низкого на корню уменьшает прочность луба до 6,5 даН. Десикация, в сравнении с двухфазной технологией, уменьшает потери при уборке, обеспечивает большую горстевую длину и повышает прочность луба. Раздельная уборка усиливает хаотичность расположения стеблей.

Ключевые слова: десикация, горстевая длина, содержание луба, условный выход луба, прочность луба, угол расположения стеблей.

Rudik A.L. Physical and mechanical properties and low linolenic flax straw yield intended for dual use under different harvesting technologies

The research focuses on harvesting technologies impact on quality indicators of low linolenic flax straw variety "Pivdenna nich" intended for processing. Under conditions of Dry Steppe of Ukraine the best conditions for low linolenic flax harvesting of dual use are provided by processing in a phase of yellow ripeness with Reglon Super 3 l/ha; Roundup 3 l/ha; Basta 2 l/ha. Mowing and threshing of low linolenic flax is accompanied mainly by loss of sheaf butt part of stem and its inflorescence zone, where bast is less that affects its content in straw. Straw contains the most bast – 18.5% with two-phase harvesting, but its yield is the lowest, among all methods of harvesting. Natural maturation of standing low linolenic flax reduces strength of bast to 6.5 daN. Desiccation, in comparison with two-phase technology, reduces losses during harvesting, provides greater handful length and increases strength of bast. Separate harvesting increases randomness of stems location.

Key words: desiccation, handful length, bast content, conditional bast output, bast strength, angle of stems.

Постановка проблеми. Для сучасної світової економіки притаманна тенденція до загальної екологізації, одним із проявів якої є збільшення використання екологічно безпечних та відновлювальних ресурсів. Безумовною перевагою їх є гігієнічність, дешевизна, технологічність, швидка деструкція, відновлюваність. Тому закономірно, що протягом останніх десяти років в Україні спостерігається стійке збільшення застосування целюлози та натуральних волокон для виготовлення пакувальних, гігієнічних та косметичних виробів, ваги, геотекстилю, будівельно-оздоблювальних матеріалів, тари, офсетного й газетного паперу та інших товарів широкого вжитку. Вчені очікують подальше розширення сфери застосування матеріалів, що містять натуральні волокна або целюлозу. Проте для нашої держави, що не має достатніх запасів таких ресурсів, це спричиняє зростання імпорту. В останні роки він щодо такої сировини перевищує власне виробництво. Така ситуація зумовлює необхідність використання нових джерел власної рослинної сировини, які мають здатність швидко відновлюватись [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За відповідних технологій таким джерелом може бути солома зернових культур, волокно і костриця *Cannabis sativa* L. та *Linum usitatissimum* L., стебла *Zea mays* L., *Phragmites australis* Trin., *Typha* L. Основними перевагами такого виробництва є дешевизна та доступність сировини, а їх переробка є менш витратною та можлива в невеликих об'ємах за досить простими напрацьованими технологіями [2; 3].

Із такої точки зору однією з найбільш перспективних рослин є льон низький (*Linum humile* Mill), площі вирощування якого в Україні в середньому за останні п'ять років перевищують 50 тис. га. Потенційно він є сировиною як для целюлози, так і коротких волокон, придатних для виготовлення тканих та нетканих виробів [4]. Достатньо широким є і ареал поширення культури, однак скрізь його використовують лише з метою одержання оліємісного насіння. Відомо, що стебла культури наразі не використовують, вважають відходами виробництва, заорюють або спалюють, що спричиняє проблеми та додаткові витрати для льоносіючих господарств, пов'язаних з їх утилізацією. Враховуючи обсяг вирощування льону низького в Україні та високий вміст лубу у стеблах вищезазначеної культури, розширення сировинної бази підприємств целюлозно-паперової та текстильної промисловості за рахунок використання льону низького (олійного) є реальним та важливим виробничим і науковим завданням.

Нерозв'язаним прикладним питанням при побудові технологічних ліній переробки стебел льону олійного призначення є визначення технологічних властивостей соломи як сировини. Потребують перегляду також визнані технології вирощування культури, окремі технологічні операції та їх параметри [5]. Оскільки в зоні основного вирощування льону низького відсутні засоби для збирання льону-довгунця, які максимально зберігають стебло рослини та найбільш відповідають вимогам подвійного використання культури, потребує дослідження комплекс заходів збирання, транспортування та зберігання сировини. З практичного досвіду та досліджень, які були проведені науковцями, відомо, що рулон є кращою формою нагромадження такої сировини. Саме у вигляді рулону дуже зручно зосереджувати, навантажувати, транспортувати укладену комбайном на полі стрічку соломи. Рулон при цьому забезпечує краще зберігання її маси, цілісності форми та властивостей. Така технологія повністю механізована і передбачає використання серійної техніки.

Мета досліджень. Метою роботи є дослідження впливу технологій збирання на показники якості та особливості площинного розташування стебел льону низького, призначеної для технологічної переробки при накопиченні соломи в рулонах.

Матеріали та методика досліджень. Роботи виконувалися на базі Асканійської ДСДС НААНУ впродовж 2009–2013 рр. Ґрунти господарства темно-каштанові важко суглинкові. У роботі застосовували зональну агротехніку вирощування льону та типову методику польових досліджень. Десикацію посівів проводили у фазу пізньої жовтої стиглості, скошування у валки розпочинали при дозріванні 50–75% коробочок. Обробіток посівів проводили наземними самохідними засобами. Висота зрізу при двофазному збиранні складала 10–12 см. Збирання прямим комбайнування та обмолот валків виконували при вологості насіння нижче 12% за мінімальної висоти зрізу із укладанням соломи у валок. Через відсутність відповідної методики, оцінка якості соломи виконувалася у відповідності із вимогами до соломи льону-довгунця ГОСТ 28285–89. Просторову орієнтацію стебел визначали методом розбору пробних зразків відібраних при ручному розкручуванні рулону. Масу зразків перераховували на розрахункову вологість 19% та стандартну засміченість 5%.

Погодні умови характеризувалися істотним перевищенням температурного режиму і значними відхиленнями надходження опадів від середніх багаторічних значень. Гідротермічний коефіцієнт протягом вегетації культури змінювався від 0,48 у 2011 році до 1,12 у 2010 році. За рахунок запасів ґрунтової вологи і опадів першої половини вегетації рослин більш сприятливими для культури були умови 2011 року, а найменш належними 2012 року. У період дозрівання культури (зелена – повна стиглість) ГТК змінювався в межах від 2,17 у 2010 році та 1,52 у 2013 році до 0,41 у 2012 році.

Результати досліджень. Як свідчать дослідження, процес досягання біологічної маси льону низького відбувається нерівномірно і суттєво залежить від погодних умов періоду дозрівання культури. За наявності вологи в ґрунті, випадання опадів спостерігається поновлення вегетації рослин, що значно ускладнює умови збирання. Скошування у валок або десикація посівів припиняє вегетацію, зумовлює швидке зневоднення рослин, що відображається на режимі роботи збиральних агрегатів, втратах лінійних показників та якості стеблової маси. Максимальну урожайність насіння в досліді, у середньому 1,4 т/га, отримано на варіантах проведення десикації. Відмінність між технологіями збирання була зумовлена втратами рослин та коробочок у процесі дозрівання культури при переміщенні обприскувачів, скошуванні у валки і обмолоті (табл. 1).

Найвищу урожайність соломи на рівні 1,88–1,95 т/га забезпечувало обмолочування посівів після застосування десикації. При цьому відмінності між варіантами використання різних препаратів були в межах похибки досліді. За природного дозрівання льону на кореню урожайність соломи була у середньому на 9,6% меншою, проте найбільшим зниження було при двофазному збиранні культури – 23,2%.

Ступінь втрат стеблової маси під час збирання відображає співвідношення соломи до загальної наземної маси. Найменшими були утрати стеблової маси при застосування десикації. При дозріванні льону на кореню вони в середньому зростали на 2,5 пункти. До цього могла призвести вища вологість стеблової маси на час обмолоту, що впливало на роботу різального апарату. При двофазному збиранні частка соломи у загальній наземній масі була найнижчою в досліді 36,7%, що на 1,2 пункти менше ніж при прямому комбайнуванні. Оскільки у фазу жовтої стиглості формування стебла льону низького завершено, досліджувані технології збирання не впливали на діаметр стебел, відмінність між окремими варіантами не перевищували 0,02 мм та були меншими за НІР₀₅.

Таблиця 1

**Урожайність та показники якості соломи льону низького
за різних технологій збирання культури**

Показники	Технологія збирання				
	пряме комбайнування				двофазне збирання
	без обробки	Реглон Супер 3 л/га	Раундап 3 л/га	Баста 2 л/га	
Урожайність, т / га	1,73	1,91	1,88	1,95	1,47
Коливання НР ₀₅	від 0,07 до 0,14				
Частка соломи в наземній біомасі, %	37,9	40,2	40,1	40,9	36,7
Діаметр соломи, мм.	1,83	1,82	1,82	1,84	1,82
Коливання НР ₀₅	від 0,06 до 0,08				
Довжина жмені, см	32,8	33,3	32,9	33,9	28,9
Коливання НР ₀₅	від 1,14 до 1,36				
Вміст лубу в стеблах (до обмолоту), %	16,3	16,8	16,4	16,4	17,3
Коливання НР ₀₅	від 0,31 до 0,57				
Вміст лубу в соломі (після обмолоту), %	17,5	18,0	17,8	17,6	18,5
Коливання НР ₀₅	від 0,46 до 0,88				
Умовний вхід лубу, т/га	0,30	0,34	0,33	0,34	0,27
Міцність лубу, даН (кг/с)	6,5	7,6	7,8	7,5	7,3
Коливання НР ₀₅	від 0,29 до 0,4				

Таблиця 2

Орієнтація стебел льону низького в рулоні

Сегмент щодо поздовжньої лінії рулону (В)	Технологія збирання (А)				
	пряме комбайнування				двофазне збирання
	без обробки	Реглон Супер 3 л/га	Раундап 3 л/га	Баста 2 л/га	
Розташування стебел в рулоні, %					
0–10 °	17,3	16,0	15,8	16,2	11,2
10–30 °	27,3	27,5	26,7	27,2	28,8
30–50 °	29,8	29,7	30,0	29,3	30,5
50 °	25,5	26,8	27,5	27,3	29,5
НР05	А–1,2	В–1,0	АВ–2,3		
Середньозважений кут розташування стебел в сегменті та стандартне відхилення					
0–10 °	5,1 (2,7)	5,5 (3,0)	5,4 (2,8)	5,3 (2,8)	5,7 (3,2)
10–30 °	20,6 (5,8)	20,4 (5,7)	19,8 (5,7)	20,5 (5,8)	21,5 (5,8)
30–50 °	40,6 (5,5)	40,6 (5,7)	40,8 (5,6)	40,3 (5,6)	41,4 (5,4)
> 50 °	64,4 (9,0)	63,9 (9,8)	64,3 (9,3)	63,5 (9,0)	66,0 (9,7)
Середнє	32,6 (21,9)	32,6 (21,9)	32,6 (22,1)	32,4 (21,7)	33,7 (21,8)

Довжина жмені за абсолютними значеннями була вищою при застосуванні десикації. Вона коливалася від 32,9 до 33,9 см, проте різниця між ними та варіантом прямого комбайнування сягала 32,9 см, що не досягала рівня НІР₀₅. Однак порівняно із ділянками, де збирання приводилося за двофазною технологією, а значення складало 28,9 см, при прямому комбайнуванні довжина жмені була достовірно вищою.

Перед обмолотом вміст лубу в стеблах льону скошеного у валки був вищим – 17,3% – порівняно із варіантами попереднього підсушування маси природним та хімічним способом на кореню, де в середньому його містилося 16,5%. Відмінність між окремими варіантами десикації була в межах похибки досліду. Така особливість зумовлена нерівномірністю розподілу волокон у стеблах льону по довжині. Прикоренева частина стебла, що лишається як стерня для укладення стрічки льону при двофазному збиранні, містить менше волокон ніж його середня частина та верхівка [6; 7]. Поліморфізм стебла проявляється і надалі, зумовлюючи різну якість соломи після вже після вимолочування насіння.

Скошування та обмолочування маси на варіантах, де підсушування рослин відбувалося природним шляхом та хімічним способом, спричиняє втрати прикореневої частини стебла та його верхівки, де міститься менше лубу. Така особливість, а також механічне пошкодження та відшарування деревини від стебла під час обмолоту, зумовлюють різницю частки лубу в стеблах снопових зразків та соломи після обмолочування в середньому на 1,2 пункти. Найбільше лубу за абсолютними значеннями містилося в соломі при двофазному збиранні 18,5%, що достовірно вище, ніж на варіантах прямого комбайнування та при проведенні десикації Баста 2 л/га. Різниця із іншими варіантами десикації була в межах похибки досліду.

Найвищий умовний вихід лубу на рівні 0,33–0,34 т/га забезпечувало збирання льону із застосуванням передзбиральної десикації. При дозріванні посівів культури природним шляхом на кореню вихід складав 0,3 т/га, тоді як при застосуванні технології двофазного збирання 0,27 т/га.

Амплітуда коливань значень міцності лубу під впливом досліджуваних факторів складала 1,3 даН (кг/с). При цьому різниця між окремими варіантами була несуттєвою. Найнижчою була міцність лубу при прямому комбайнуванні льону за природного дозрівання на кореню, 6,5 даН. При двофазному збиранні міцність лубу була вищою на 0,8 даН. Максимальну міцність лубу забезпечувало збирання льону низького із застосуванням десикації, однак особливості впливу окремих діючих речовин не були виявлені.

У процесі скошування, формування стрічки, рулонів, їх транспортування відбувається погіршення якісних характеристик шару льоносоломи, що істотно знижує ефективність подальших процесів підготовки сировини до первинної переробки. У результаті порушуються режими роботи серійного технологічного обладнання первинної доробки льонопродукції [8].

Тому виникає необхідність удосконалити підготовчі операції заготовленої льоносоломки до відповідності усім процесам первинної переробки. Однією із визначальних відмінностей стеблової маси льону прядивного та олійного призначення є те, що у останнього вона являє собою досить сплутану дезорієнтовану масу цілих та пошкоджених стебел різної довжини [8; 9].

Однак для зламу стебел у м'ялих парах бажано перпендикулярне розміщення стебел до рифлів робочих органів [10]. Це потребує урахування рівня орієнтації стеблової маси.

Дослідження свідчать, що в процесі скошування стебла розміщуються у валку хаотично, що впливає на їх орієнтацію в рулоні (табл. 2).

За величиною кута відхилення стебла було розділено на 4 групи: 0–10; 10–30; від 30–50 та більше 50° зміщення від перпендикуляра до центральної осі рулону в одну чи іншу сторони.

Кількість стебел із мінімальним відхиленням змінювалася від 11,2% при двофазному збиранні до 17,3% на посівах, що дозрівали природнім шляхом. При застосуванні десикації частка таких стебел у порівнянні із контролем була меншою на 1,1–1,5 пункти. При двофазному збиранні частка стебел у групах із відхиленням більше 10° була найвищою, порівнюючи із іншими варіантами. При прямому комбайнуванні посівів, що дозрівали природнім шляхом, частка стебел, що відхилялися більш ніж на 50° була достовірно нижчою, ніж у варіантах із десикацією. У решті випадків та між технологіями, які передбачали хімічне підсушування рослин, відмінності були в межах похибки досліді. Тобто внаслідок подвійного впливу скошування та обмолоту на масу рослин дезорієнтація стебел була найвищою.

В усіх групах розташування та в середньому найбільшим середньозважений кут розміщення стебел був при двофазному збиранні культури. Відмінності між рештою варіантів були незначними і спостерігалися лише в межах окремих сегментів кута розташування. Представлені дані свідчать, що додаткова технологічна операція скошування із формуванням валка та його підбирання збільшила хаотичність розташування стебел, зменшення частки тих, що розташовані вздовж напрямку роботи рулонного підбирача, що небажано для наступних технологічних операцій переробки соломи.

Висновки. Солома льону низького є перспективним джерелом сировини для виробництва волокна та целюлози. В умовах Сухого Степу України кращі умови для збирання льону низького подвійного призначення забезпечує обробка посівів у фазу жовтої стиглості препаратами Реглон Супер 3 л/га; Раундап 3 л/га; Баства 2 л/га. Десикація посівів забезпечує кращі фізико-механічні характеристики соломи, зумовлює зменшення втрат продукції при збиранні. Технологія роздільного збирання збільшує хаотичність розташування стебел. Існуючі засоби збирання льону подвійного використання потребують удосконалення. Відповідно до напрямів можливого технічного використання соломи льону низького необхідно розробити та затвердити стандарти показників якості сировини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Горач О.О., Богданова О.Ф., Тернова Т.І. Одержання лляної целюлози з метою виготовлення виробів технічного призначення / *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*. 2017. № 5 (114). С.137–142.
2. Путінцева С.В. Сучасний стан і проблеми Світового та Українського ринків целюлозно-паперової продукції / *Вісник ХНТУ*. 2016. № 1 (56). С. 126–130.
3. *Інноваційні технології одержання нетканих та целюлозовмісних матеріалів з льону олійного*: Монографія / Л.А. Чурсіна, Г.А. Тіхосова, Т.М. Головенко, І.О. Меньяло-Басиста; під ред. Л.А. Чурсіної. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 304 с.
4. Коропченко С.П. Перспективний напрямок переробки луб'яних культур / *Проблеми легкої і текстильної промисловості України*, 2009. – № 1 (15). С. 72–74.
5. Дударев І.М. *Теоретичні основи розрахунку машин для універсальної технології збирання та післязбиральної обробки льону*: Монографія. Луцьк : Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2013. 164 с.

6. Тіхосова Г.А. Фізичні характеристики волокнистої частини стебел соломки льону олійного за довжиною стебел / *Вісник Хмельницького національного університету*, 2012. № 3. С. 246–249.
 7. Тараймович І.В. Визначення вмісту волокна за довжиною стебла льону олійного в умовах Західного Полісся / *Современная техника и технологи*, 2013. № 2. URL : <http://technology.snauka.ru/2013/02/1642>.
 8. Дідух В.Ф. *Збирання та первинна переробка льону-довгуця : монографія*. Луцьк : Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2008. 215 с.
 9. Островська А.В. Дослідження перспектив застосування волокна льону олійного для отримання композиційних матеріалів / *Наукові нотатки : міжвуз. зб. Луцького національного технічного університету*, 2012. № 39. С. 135.
 10. Тараймович І.В. Особливості первинної переробки стебел льону олійного в умовах Західного Полісся / *Науковий журнал «Технологічні комплекси»*, 2010. № 2. С. 112.
-