УДК 664 DOI https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.1.1.44

В. В. ЄВТУШЕНКО
кандидат технічних наук,
доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-8720-5804

О. В. ФУРСА
аспірант
Херсонський національний технічний університет
ORCID: 0000-0002-7448-3874

ВИМОГИ ДО ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ДЛЯ ПОДАЛЬШОЇ ПЕРЕРОБКИ НА ВОЛОКНО

У сучасних умовах, коли зростає попит на екологічно чисті матеріали та відновлювані ресурси, льон олійний набуває особливого значення як перспективна сировина для виробництва волокна в Україні. Незважаючи на те, що основною метою його вирощування є отримання насіння для виробництва олії, стеблова частина рослини містить цінне волокно, яке знаходить широке застосування у текстильній, паперовій та біотехнологічній галузях. Використання стебел цієї культури відкриває значні економічні та агротехнологічні можливості: воно підвищує прибутковість агропідприємств, сприяє механізації процесу збирання врожаю та забезпечує раціональне використання ресурсів. Крім того, льоноволокно має високий рівень екологічної безпеки, адже воно повністю біологічно розкладається, не вимагає значних витрат води та мінімально залежить від застосування хімічних препаратів, що робить його більш екологічно прийнятним у порівнянні з іншими природними волокнами.

Наукові дослідження, проведені в останні роки, акцентують увагу на вдосконаленні методів збору та первинної переробки льону олійного. Зокрема, встановлено, що застосування десикації у фазі жовтої стиглості дозволяє зменшити втрати врожаю та підвищити якість сировини. Використання роздільного способу збирання у поєднанні з сучасною спеціалізованою технікою виявилося ефективним у регіонах зі складними кліматичними умовами, сприяючи збереженню стеблової маси та її подальшій якісній переробці. Додатковим напрямком оптимізації є вторинне використання льонової соломи для виробництва біопалива чи екологічних композитних матеріалів, що дозволяє наблизитися до концепції безвідходного виробництва.

Дослідження спрямоване на розробку оптимальних методів збору та початкової обробки льону олійного з метою отримання якісного волокна. У роботі враховано основні агротехнічні, технологічні, економічні та екологічні аспекти цього процесу, а також запропоновано рекомендації щодо підвищення ефективності механізованого збору, мінімізації втрат врожаю та удосконалення післязбиральної підготовки сировини. Впровадження інноваційних підходів у цій сфері сприятиме підвищенню рентабельності вирощування льону, забезпеченню його конкурентоспроможності на міжнародному ринку та формуванню екологічно відповідального виробничого циклу.

Ключові слова: *льон олійний, волокно, збирання, переробка, екологічність, технології, рентабельність.*

V. V. YEVTUSHENKO
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Commodity Studies, Standardization and Certification
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-8720-5804

O. V. FURSA
Postgraduate Student
Kherson National Technical University
ORCID: 0000-0002-7448-3874

REQUIREMENTS FOR HARVESTING OIL FLAX FOR FURTHER FIBER PROCESSING

In modern conditions, with the growing demand for environmentally friendly materials and renewable resources, oil flax is gaining particular importance as a promising raw material for fiber production in Ukraine. Although its primary purpose is seed production for oil extraction, the plant's stems contain valuable fiber widely used in the textile, paper, and biotechnology industries. Utilizing the stems of this crop opens up significant economic and agro-technological opportunities: it increases the profitability of agricultural enterprises, promotes the mechanization of the harvesting process, and ensures the rational use of resources. Moreover, flax fiber has a high level of environmental safety,

as it is fully biodegradable, requires minimal water consumption, and depends less on chemical treatments, making it more environmentally friendly compared to other natural fibers.

Scientific studies conducted in recent years have focused on improving oil flax harvesting and primary processing methods. In particular, it has been established that using desiccation at the yellow ripeness stage helps reduce harvest losses and improve raw material quality. The application of a separate harvesting method combined with modern specialized equipment has proven effective in regions with challenging climatic conditions, ensuring the preservation of stem mass for further quality processing. Another promising optimization approach is the secondary use of flax straw for biofuel production or eco-friendly composite materials, contributing to the concept of zero-waste production.

The research aims to develop optimal methods for harvesting and initial processing of oil flax to obtain high-quality fiber. The study considers the key agro-technical, technological, economic, and environmental aspects of this process and offers recommendations for improving the efficiency of mechanized harvesting, minimizing harvest losses, and enhancing post-harvest preparation. Implementing innovative approaches in this field will contribute to increasing the profitability of flax cultivation, ensuring its competitiveness in the international market, and fostering an environmentally responsible production cycle.

Key words: *oil flax, fiber, harvesting, processing, environmental sustainability, technologies, profitability.*

Постановка проблеми

В умовах зростаючого попиту на екологічні матеріали та відновлювані ресурси льон олійний стає перспективною сировиною для виробництва волокна в Україні. Хоча основне його призначення – отримання олії із насіння, стебла також містять волокно, яке може бути використане у різних галузях промисловості. Використання цього волокна має економічні та аграрні переваги, які характеризуються збільшенням прибутковості господарств – використання соломи як додаткового продукту підвищує рентабельність вирощування льону олійного; невибагливість до умов вирощування – льон добре росте в помірному кліматі України, зокрема в Поліссі та Лісостепу; можливість механізованого збирання – сучасні технології дозволяють одночасно збирати насіння та підготувати стебла для подальшої переробки. Крім того використання цієї сировини враховує також й екологічні аспекти, оскільки волокно льону є біологічно розкладним, екологічно безпечним і не забруднює довкілля; на відміну від бавовни, льон потребує менше води та пестицидів; вторинне використання стебел сприяє ефективному ресурсозбереженню.

Для ефективного використання цієї сировини необхідно розробити оптимальні методи збирання та первинної обробки, що потребує детальних наукових досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останні наукові роботи, що аналізують вимоги до збирання льону олійного для подальшої переробки на волокно, зосереджені на вдосконаленні технологічних підходів. Основна мета цих досліджень – покращення якості отриманого волокна та підвищення загальної продуктивності виробничих процесів.

Згідно з дослідженнями О. Л. Рудіка та Вожегової Р. А. [1, 2], застосування десикації на етапі жовтої стиглості льону олійного позитивно впливає на ефективність збору врожаю, зменшуючи його втрати. Використання таких препаратів, як Реглон Супер, Раундап та Баста, дає змогу скоротити втрати врожаю на 0,07–0,14 т/га та покращити якісні характеристики соломи, що є критично важливим для її подальшої переробки на волокно.

А. М. Шувар і Р. М. Войтович [3] проаналізували методи збирання льону олійного в умовах Західної України. Вони дійшли висновку, що використання роздільного методу збирання, який передбачає застосування косарки Z-169 із подальшим підбором валків за допомогою комбайна СК-5М «Нива», є доцільним, особливо за несприятливих погодних умов. Такий підхід забезпечує урожайність насіння на рівні 0,57–0,71 т/га, одночасно зберігаючи якість стеблової маси для подальшої переробки.

С. В. Ягелюк, Дідух В. Ф., Кірчук Р. В. [4] вивчали потенціал використання стеблової частини врожаю льону олійного, вирощеного в умовах Західного Полісся. Вони розробили технологічний підхід, який враховує стадію зрілості культури та кліматичні умови, що впливають на методику збирання. Дослідники пропонують переробку стебел у тресту або біопаливо, що дозволяє ефективно використовувати всю рослину та мінімізувати екологічний вплив.

Сучасні дослідження підтверджують необхідність удосконалення методів збирання та переробки льону олійного, щоб максимально ефективно використовувати його стеблову частину для отримання якісного волокна. Подальший розвиток технологій у цій галузі сприятиме впровадженню безвідходних виробничих процесів та підвищенню економічної рентабельності вирощування культури.

Формулювання мети дослідження

Мета дослідження – обґрунтувати та визначити оптимальні вимоги до збирання льону олійного для подальшої переробки на волокно, з урахуванням агротехнічних, технологічних та економічних аспектів.

Викладення основного матеріалу дослідження

Процес збирання льону олійного, призначеного для подальшої переробки на волокно, є критичним етапом у формуванні високоякісної сировини, що використовується в текстильній та нетканій промисловості [5, 6]. Від ефективності цього процесу залежать якісні характеристики волокна, а також загальна продуктивність

виробництва. Важливу роль відіграють агротехнічні, технологічні та економічні фактори, що визначають оптимальні терміни та методи збору.

Агротехнічні умови характеризуються оптимальними строками збирання та впливом кліматичних умов.

Оптимальні строки збирання – досягнення технічної стиглості льоном олійним відбувається в середньому через 80–100 днів після висіву. Найкращим періодом для збору вважається жовта або повна стиглість, коли насіння вже визріло, а стебла ще зберігають достатню міцність, що є важливим для подальшої переробки.

Вплив кліматичних умов характеризується надлишковою вологістю у період збору, яка може негативно впливати на якість волокна, сприяючи розвитку грибкових уражень; посушливий період може призводити до ламкості стебел, що підвищує втрати врожаю.

Доцільною є оптимізація строків збирання льону олійного для різних кліматичних зон. Дослідження впливу мікроклімату на формування якісних характеристик волокна. Використання нових сортів льону з покращеними агрономічними властивостями.

Технологічні фактори, які впливають на збирання льону олійного характеризуються методами збирання:

– роздільний метод із використанням спеціалізованих косарок дає змогу зменшити механічні пошкодження стебел та покращити дозрівання насіння;

– пряме комбайнування можливе лише за умови рівномірного дозрівання, проте воно збільшує ризик пошкодження стебел, що може вплинути на якість волокна;

– застосування десикації (наприклад, препаратами Реглон Супер або Раундап) сприяє швидкому та рівномірному дозріванню рослин, що допомагає знизити втрати врожаю.

Також до технологічних факторів слід віднести обробку після збирання, яка впливає на збереження якості сировини важливе правильне сушіння та контрольоване зберігання, що запобігає розвитку цвілі та втраті корисних властивостей стебел. Додаткові технологічні процеси, такі як тіпання або котонізація, дозволяють покращити подальше використання волокна у виробництві.

Оптимізувати процес збору льону олійного із врахуванням технологічних факторів можливо за рахунок розробки інноваційних методів механізованого збирання, що мінімізують пошкодження волокна, використання сучасних технологій післязбиральної обробки для покращення якості сировини та впровадження автоматизованих систем контролю вологості та рівня стиглості льону.

До екологічних факторів слід віднести мінімізацію втрат врожаю завдяки впровадженню сучасних технологій збору сприяє скороченню втрат врожаю на 10–15 %, що позитивно впливає на загальну рентабельність виробництва; використання механізованих методів збору знижує потребу в ручній праці, що дозволяє підвищити продуктивність і скоротити виробничі витрати.

Із врахуванням екологічних факторів доцільними є дослідження екологічно безпечних методів десикації та їх впливу на навколишнє середовище, визначення оптимальних методів утилізації відходів після збору льону, використання природних стимуляторів росту для підвищення стійкості рослин до кліматичних змін.

До економічних факторів відноситься підвищення якості та конкурентоспроможності волокна, оскільки високоякісне волокно льону олійного відповідає стандартам текстильної промисловості, що робить його конкурентоспроможним як на внутрішньому, так і на міжнародному ринку, а використання сучасних технологій первинної переробки розширює можливості реалізації продукції та сприяє розвитку галузі.

В цьому напрямку ефективним є аналіз економічної доцільності застосування сучасних технологій збору та переробки льону, дослідження можливостей диверсифікації використання льоноволокна в нових галузях промисловості, оцінка впливу міжнародних тенденцій на розвиток ринку льоноволокна та формування експортної стратегії.

Таким чином, ефективне управління процесом збирання льону олійного з урахуванням агротехнічних, технологічних, екологічних та економічних факторів дозволяє покращити якість сировини, знизити виробничі втрати та підвищити прибутковість галузі.

Розвиток цих напрямків сприятиме підвищенню ефективності вирощування та переробки льону олійного, зменшенню втрат виробництва та забезпеченню конкурентоспроможності галузі на світовому ринку.

Висновки

Льон олійний є перспективною сировиною для виробництва волокна в Україні, адже він володіє значним економічним, аграрним і екологічним потенціалом. Використання стеблової маси цієї культури сприяє підвищенню її рентабельності, збереженню ресурсів та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Аналіз сучасних наукових досліджень підтверджує необхідність удосконалення технологій збирання та первинної переробки льону олійного. Зокрема, впровадження десикації, оптимізація методів збору врожаю та активне використання механізованих систем здатні покращити якісні характеристики волокна та скоротити виробничі втрати.

Важливу роль у вдосконаленні процесів збору і переробки льону олійного відіграють агротехнічні, технологічні, екологічні та економічні чинники. Інноваційні технології, сучасні методи післязбиральної обробки та

автоматизовані системи контролю сприятимуть отриманню високоякісного волокна та підвищенню конкурентоспроможності української продукції на міжнародному ринку.

Подальші дослідження мають бути зосереджені на розробці вдосконалених методів механізованого збору, аналізі екологічно безпечних технологій обробки, а також впровадженні економічно доцільних рішень у сфері переробки льоноволокна. Таким чином, розвиток цієї галузі забезпечить ефективне використання льону олійного, сприятиме впровадженню безвідходного виробництва та підвищенню економічної рентабельності сільськогосподарських підприємств.

Список використаної літератури

1. Рудік О. Агроекологічне обґрунтування і розробка базисних елементів технології вирощування льону олійного подвійного використання в умовах півдня України: дис.... д-ра с.-г. наук. Херсон, 2019. 504 с.
2. Вожегова Р. А., Рудік О. Л. Енергетичний аналіз технологій вирощування льону олійного в умовах Півдня України за різних схем використання продукції // Зрошуване землеробство. 2018. Вип. 70. С. 64–68.
3. Шувар А. М., Войтович Р. М. Оцінка способів збирання льону олійного // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2012. № 17. С. 149–153.
4. Ягелюк С., Дідух В., Кірчук Р. Дослідження процесів збирання льону олійного з використанням стеблової частини врожаю // Коммодіті Буллетін. 2019. Т. 12, № 1. С. 282–285.
5. Фурса О., Архип А., Євтушенко В. Придатність соломи льону олійного для переробки на волокно // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2024. Т. 331, № 1. С. 343–346.
6. Клевцов К. М., Соболєв О. А., Князєв О. В. Дослідження впливу способу збирання льоносоломи на вихід лубу зі стебел льону олійного // Легка промисловість. 2010. № 4. С. 29–31.

References

1. Rudik, O. (2019). *Agroecological justification and development of basic elements of the technology for growing dual-use oil flax in the conditions of southern Ukraine* (Doctoral dissertation). Kherson, Ukraine.
2. Vozhegova, R. A., & Rudik, O. L. (2018). Energy analysis of oil flax cultivation technologies in the South of Ukraine under different product use schemes. *Irrigated Agriculture, (70)*, 64–68.
3. Shuvar, A. M., & Voitovych, R. M. (2012). Evaluation of oil flax harvesting methods. *Scientific and T echnical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops of NAAS*, *(17)*, 149–153.
4. Yaheliuk, S., Didukh, V., & Kirchuk, R. (2019). Research on oil flax harvesting processes using the stem part of the crop. *Commodity Bulletin, 2*(1), 282–285.
5. Fursa, O., Arkhyp, A., & Yevtushenko, V. (2024). Suitability of oil flax straw for fiber processing. *Bulletin of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 331*(1), 343–346.
6. Klevtsov, K. M., Soboliev, O. A., & Kniaziev, O. V. (2010). Study of the effect of flax straw harvesting methods on fiber yield from oil flax stems. *Light Industry*, *(4)*, 29–31.