

ФУРСА ОЛЕГ

Херсонський національний технічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-7448-3872>e-mail: [war\\_fighter@ukr.net](mailto:war_fighter@ukr.net)

АРХИП АНАСТАСІЯ

Херсонський національний технічний університет

<https://orcid.org/0009-0002-8552-4286>e-mail: [anastasya010595@gmail.com](mailto:anastasya010595@gmail.com)

ЄВТУШЕНКО ВАЛЕНТИНА

Херсонський національний технічний університет

<https://orcid.org/0000-0002-8720-5804>e-mail: [evtushenko.valentya@kntu.net.ua](mailto:evtushenko.valentya@kntu.net.ua)

## ПРИДАТНІСТЬ СОЛОМИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НА ВОЛОКНО

Льон олійний відноситься до малочисельних технічних культур, з яких можна отримувати одночасно два види продукції – насіння та волокно. Промислова переробка соломи, спрямована на отримання волокна може вирішити питання, пов'язані із забезпеченням підприємств вітчизняною натуральною сировиною. Широкий спектр використання волокон із стебел льону олійного сприяв проведенню ряду досліджень з переробки стебел льону олійного. Проте, солома льону олійного має деякі недоліки, що обмежує її використання та розвиток нових технологій первинної переробки льоноволокна. Встановлено фактори, які впливають на придатність лляної соломи для переробки – це сміття, бур'яни, висота рослини, вміст волокна, довжина та орієнтація соломи, вартість транспортування.

Доведено, що потрібно обирати сорти льону олійного із високим вмістом волокна та зосередити увагу на сортах із високими стеблами та під час скошування використовувати методи, які дозволять збільшити висоту лляної соломи з метою уникнення втрати врожаю технічної частини стебла; збільшувати норми висіву для збільшення врожайності волокна; контролювати щільність посівів та висоту рослини для управління співвідношенням насіння та соломи у відповідності із виробничими завданнями; перевіряти посіви на засміченість та наявність бур'янів. Доцільним є використання пристроїв для швидкого отримання даних щодо вмісту волокна з метою визначення придатності соломи до переробки, тому перспективним є проведення подальших досліджень у цьому напрямку.

Ключові слова: льон олійний, солома, волокно, придатність, переробка.

FURSA OLEH, ARKHYP ANASTASIYA, YEVTUSHENKO VALENTYNA  
Kherson National Technical University

## SUITABILITY OF OILY FLAX STRAW FOR FIBER PROCESSING

Flax belongs to the few industrial crops, from which two types of products can be obtained simultaneously - seeds and fiber. Industrial processing of straw aimed at obtaining fiber can solve issues related to providing enterprises with domestic natural raw materials. The wide range of use of fibers from linseed stalks has contributed to a number of studies on the processing of linseed stalks. However, linseed oil straw has some disadvantages that limit its use and the development of new technologies for the primary processing of flax fiber. In order to obtain more profit from flax straw, producers need to know the quality of the straw, so the factors that affect its suitability for processing and processing methods that will increase the value for processors and producers need to be researched. The factors that affect the suitability of flax straw for processing are established: trash, weeds, plant height, fiber content, straw length and orientation, and transportation cost.

It has been proven that it is necessary to choose varieties of linseed with a high fiber content and to focus on varieties with high stems and during mowing to use methods that will increase the height of flax straw in order to avoid the loss of the technical part of the stem; increase sowing rates to increase fiber yield; control the density of crops and the height of the plant to manage the ratio of seeds and straw in accordance with production tasks; check crops for clogging and the presence of weeds. It is advisable to use devices to quickly obtain data on the fiber content in order to determine the suitability of straw for processing, so it is promising to conduct further research in this direction.

Key words: linseed oil, straw, fiber, suitability, processing.

### Постановка проблеми

Останнім часом увага багатьох дослідників направлена на розробку технологій первинної переробки льону олійного з метою отримання волокна та можливих галузей його використання. Отримане таким чином волокно є супутнім продуктом, оскільки льон олійний вирощується задля насіння, а отже є недорогим, щорічно відновлювальним джерелом сировини. Незважаючи на велику кількість проведених досліджень виробництво лляного волокна залишається незначним. Для його використання у промисловості необхідно враховувати придатність соломи до переробки, постійність постачання та характеристик волокна. При цьому необхідними є зусилля, які направлені на селекцію, управління посівами та контроль якості. Тому актуальними є дослідження, спрямовані на виявлення факторів, які впливають на придатність соломи льону олійного для переробки на волокно.

### Аналіз останніх джерел

Льон олійний відноситься до малочисельних технічних культур, з яких можна отримувати одночасно два види продукції – насіння та волокно, вміст якого у стеблах рослини становить близько 20%. Наукові дослідження, проведені в ході польових випробувань в Німеччині та Швейцарії, показали, що з одного гектара крім врожаю насіння можна зібрати в середньому 5 т соломи [1, 2]. Дослідження у природних умовах континентального клімату Канади також показали потенційну врожайність лляної соломи до 5 т/га [3]. В

Україні при врожайності 15–20 ц/га насіння на полі у валках залишається до 40 ц/га стеблової волокнистої маси [4].

До недавнього часу стебла цієї рослини в основному використовуються як паливо та добрива для ґрунту через незначну довжину стебел, менше 0,35 м [5]. Дослідженням напрямків використання соломи льону олійного в останні десятиліття займалися різні науковці. Так, індійські дослідники [6] запропонували методи утилізації стеблової біомаси, а саме: екстрагування волокон з подальшим виробництвом одинарної або потрійної пряжі, виробництво деревної маси гарної якості із подальшим виробництвом паперу різної якості. Українські вчені [7–9] у своїх працях обґрунтовують доцільність використання волокон льону олійного для виробництва нетканих матеріалів. Спектр застосування нетканих матеріалів дуже широкий: від меблів до геотекстилю та хемотекстилю [10].

Широкий спектр використання волокон із стебел льону олійного сприяв проведенню ряду досліджень, які спрямовані на технології переробки стебел льону олійного. Українські вчені І. Дударев та В. Сай [11] запропонували спосіб заготівлі насіння льону ресурсозберігаючим способом, що дозволяє зберегти стебла без пошкоджень. Показано, що запропонована технологія дозволяє одержувати волокна, придатні для виробництва нетканих матеріалів, технічного текстилю та паперу. Вченими [12] запропоновано ряд технологій переробки льону олійного з метою отримання з нього волокон, які свідчать про його придатність для виготовлення текстильних виробів.

Сучасна технологія вирощування льону олійного на насіння та неорієнтоване волокно, яка включає ефективні засоби захисту та технологічні прийоми, здатна забезпечити одержання біологічного потенціалу сортів за врожайністю та якістю лляної продукції. Враховуючи той факт, що льон олійний вирощується для отримання насіння та його солома є побічним продуктом, для отримання трести та виділення із неї волокна потрібні незначні вкладення. Тому, організація промислової переробки соломи та виробництво продукції на основі порівняно дешевої, щорічно відновлювальної вітчизняної лляної сировини може вирішити питання, пов'язані із забезпеченням підприємств натуральною сировиною.

#### **Формулювання цілей**

Метою роботи є проведення досліджень, які спрямовані на визначення факторів, які впливають на придатність соломи льону олійного для подальшої її переробки з метою отримання волокна.

#### **Виклад основного матеріалу**

Останні десятиліття спостерігається зниження популярності використання лляного волокна. Причиною цього є погана еластичність, трудомістка обробка соломи та чутливість урожаю до різних біотичних та абіотичних факторів. В даний час, завдяки попиту на натуральні волокна, з'явилися перспективні застосування лляного волокна: в текстильній промисловості, біокомпозитах, біоремедіації, біопаливі та медицині. Тому перед виробниками стоїть завдання подолати перешкоди, які стали причиною зменшення уваги до цієї сировини.

Солома льону олійного має деякі недоліки, що обмежує її використання та розвиток нових технологій первинної переробки льоноволокна. Для того, щоб отримати більше прибутку від соломи льону виробники повинні знати якість соломи, тому потребують дослідження фактори, які впливають на її придатність для переробки та методи обробки, які підвищують цінність для переробників та виробників.

Є кілька факторів, які впливають на придатність лляної соломи для переробки – це сміття, бур'яни, висота рослини, вміст волокна, довжина та орієнтація соломи, вартість транспортування.

Наявність сміття обумовлена тим, що поля із посівами льону часто знаходяться біля автомагістралей або поблизу населених пунктів, тому пластик, метал, папір потрапляють на поля та змішуються із соломою. Це змушує виробників докладати зусиль для звільнення поля від сміття.

Солому льону олійного важко звільнити від стебел та насіння бур'янів, тому переробники не будуть використовувати таку солому для переробки з метою отримання волокна. Отже, виробники повинні здійснювати контроль за наявністю бур'янів на полях.

Висота льону олійного коливається від 50 до 70 см та вище, що є досить низьким показником, тому кількість соломи, яку можна врятувати після скошування є незначною. В свою чергу це означає, що витрати на організацію закупівлі, пресування та транспортування соломи є відносно дорогими. Тому під час використання соломи льону олійного для переробки на волокно виробникам потрібно зосередити увагу на сортах із високими стеблами та під скошування використовувати методи, які дозволять збільшити висоту лляної соломи.

Вміст волокна у соломі льону олійного коливається від 2 до 30% в залежності від сорту рослини, погоди, агротехнічних прийомів. Для первинної переробки потрібно мати вміст волокна 10-15%, тому доцільним є використання пристроїв для швидкого отримання даних щодо вмісту волокна з метою визначення придатності соломи до переробки. Також можна використовувати різні агротехнічні прийоми, зокрема, обирати сорти, які мають високий вміст волокна, збільшувати норми висіву для збільшення врожайності, внесення деяких видів добрив також впливає на вміст волокна (високий рівень азоту зменшує відсоток волокна у стеблах).

Щільність висівання рослини також має істотний вплив на вихід волокна, оскільки при щільності нижче 500 рослин на 1 м<sup>2</sup> збільшується розгалуження рослини, що впливає на видалення волокна. Щільність та висоту рослини можна використовувати для управління співвідношенням насіння та соломи у відповідності із виробничими завданнями.

Під час комбайнового збирання льону олійного соломка подрібнюється по різному, тому має різну форму та довжину, сплюснені або товсті нижні стебла. Через це під час первинної переробки механічним способом важко отримати волокно належної якості. Для того, щоб зберегти цілою соломку висота зрізу стебла повинна бути мінімальною з метою уникнення втрати врожаю технічної частини стебла. Досягти цього можна скошуванням роторною косаркою, а обмолочувати комбайном з одно барабанним молотильним апаратом, оскільки він менше пошкоджує соломку, ніж двобарабанний.

Зазвичай, соломка льону, яка виходить із комбайна зорієнтована в різних напрямках. Цей факт впливає на її обробку, оскільки вирівняну соломку легше обробляти та отримати з неї орієнтоване волокно.

Вартість збору соломки льону олійного підвищується через велику відстань полів одне від одного, тому переробні підприємства доцільно розміщувати неподалік полів, на яких вирощують льон олійний.

Всі ці фактори варто враховувати під час визначення придатності соломки льону олійного до переробки на волокно.

### Висновки

Для первинної переробки соломки льону олійного на волокно необхідно, щоб вона була чистою, достатньої висоти, мала високий вміст волокна. З цією метою потрібно обирати сорти льону олійного із високим вмістом волокна та високими стеблами; збільшувати норми висіву для збільшення врожайності волокна; контролювати щільність посівів; зрізати соломку якомога нижче з метою уникнення втрати врожаю технічної частини стебла; контролювати посіви на засміченість та наявність бур'янів. Доцільним є використання пристроїв для швидкого отримання даних щодо вмісту волокна з метою визначення придатності соломки до переробки, тому перспективним є проведення подальших досліджень у цьому напрямку.

### Література

1. Rennebaum H., Grimm E., Warnstorff K., Diepenbrock W. Fibre quality of linseed (*Linum usitatissimum* L.) and the assessment of genotypes for use of fibres as a by-product. *Industrial crops and products*. 2002. Vol. 16, No. 3. P. 201–215. [https://doi.org/10.1016/s0926-6690\(02\)00048-1](https://doi.org/10.1016/s0926-6690(02)00048-1)
2. Mediavilla V., Bassetti P., Leupin M., Mosimann E. Agronomic Characteristics of Some Hemp Genotypes. *Journal of the International Hemp Association*. 1999. Vol. 6, No. 2. P. 48–53.
3. Silska G., Bocianowski J. Characterisation and evaluation of morphological trials, biological features and seed yield of 23 flax accessions (L.) of different geographical origins. *Herba Polonica*. 2018. Vol. 64, No. 4. P. 1–13. <http://dx.doi.org/10.2478/hepo-2018-0019>
4. Альбота Д.С. Обґрунтування параметрів декортикатора валків стеблово-волокнистої маси льону олійного. *Сільськогосподарські машини*. 2019. № 43. С. 3-9. <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.198>
5. Dudarev I. A Review of Fibre Flax Harvesting: Conditions, Technologies, Processes and Machines. *Journal of Natural Fibers*. 2020. Vol. 19, No. 12. P. 4496-4508. <https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1863296>
6. Shaikh A. J., Varadarajan P. V., Sawakhande K. H., Pan N. C., Srinathan B. Utilisation of dual-purpose linseed stalk for extraction of fibre (flax) and paper making. *Bioresource Technology*. 1992. Vol. 40, Is. 2. P. 95-99. [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(92\)90193-2](https://doi.org/10.1016/0960-8524(92)90193-2)
7. Тулученко Н. В. Проблеми використання льону олійного в технічному текстилі. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2015. № 2(53). С. 105-110.
8. Каліньський Є. О. Перспективи використання волокна льону олійного для виробництва нетканних матеріалів. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2020. № 1(72). С. 104-106. <http://dx.doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2020.1.1.11>
9. Ягелюк С.В., Дідух В.Ф. Напрямки використання продукції переробки льону олійного та льону-довгунця. *Товарознавчий вісник Луцького національного технічного університету*. 2020. Т. 1, № 13. С. 295-302. <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2020-13-25>
10. Kozłowski R., Mackiewicz-Talarczyk M., Barriga-Bedoya J. Natural Fibers Production, Processing, and Application: Inventory and Future Prospects. *Contemporary Science of Polymeric Materials*. 2010. Vol. 1061. P. 41-51. <https://doi.org/10.1021/bk-2010-1061.ch003>
11. Dudarev I., Say V. Development of Resource-Saving Technology of Linseed Harvesting. *Journal of Natural Fibers*. 2018. Vol. 17, Is. 9. P.1307–1316. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1558161>
12. Інноваційні технології одержання нетканних та целюлозовмісних матеріалів з льону олійного : монографія ; під ред. Л.А. Чурсіної. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 304 с.

### References

1. Rennebaum N., Grimm E., Warnstorff K., Diepenbrock W. Fibre quality of linseed (*Linum usitatissimum* L.) and the assessment of genotypes for use of fibres as a by-product. *Industrial crops and products*. 2002. Vol. 16, No. 3. P. 201–215. [https://doi.org/10.1016/s0926-6690\(02\)00048-1](https://doi.org/10.1016/s0926-6690(02)00048-1)
2. Mediavilla V., Bassetti P., Leupin M., Mosimann E. Agronomic Characteristics of Some Hemp Genotypes. *Journal of the International Hemp Association*. 1999. Vol. 6, No. 2. P. 48–53.
3. Silska G., Bocianowski J. Characterisation and evaluation of morphological trials, biological features and seed yield of 23 flax accessions (L.) of different geographical origins. *Herba Polonica*. 2018. Vol. 64, No. 4. P. 1–13. <http://dx.doi.org/10.2478/hepo-2018-0019>
4. Albota D.S. Obgruntuvannia parametriv dekortykatora valkv steblovo-voлокнистоi masy lonu oliinoho. *Silskohospodarski mashyny*. 2019. № 43. S. 3-9. <https://doi.org/10.36910/agromash.vi43.198>

5. Dudarev I. A Review of Fibre Flax Harvesting: Conditions, Technologies, Processes and Machines. *Journal of Natural Fibers*. 2020. Vol. 19, No. 12. P. 4496-4508. <https://doi.org/10.1080/15440478.2020.1863296>
6. Shaikh A. J., Varadarajan P. V., Sawakhande K. H., Pan N. C., Srinathan B. Utilisation of dual-purpose linseed stalk for extraction of fibre (flax) and paper making. *Bioresource Technology*. 1992. Vol. 40, Is. 2. P. 95-99. [https://doi.org/10.1016/0960-8524\(92\)90193-2](https://doi.org/10.1016/0960-8524(92)90193-2)
7. Tuluchenko N. V. Problemy vykorystannia lonu oliinoho v tekhnichnomu tekstyli. *Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*. 2015. № 2(53). S. 105-110.
8. Kalynskyi Ye. O. Perspektyvy vykorystannia volokna lonu oliinoho dlia vyrobnytstva netkanykh materialiv. *Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*. 2020. № 1(72). S. 104-106. <http://dx.doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2020.1.1.11>
9. Iaheliuk S.V., Didukh V.F. Napriamky vykorystannia produktsii pererobky lonu oliinoho ta lonu-dovhuntsia. *Tovaroznavchyi visnyk Luts'koho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*. 2020. T. 1, № 13. S. 295-302. <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2020-13-25>
10. Kozłowski R., Mackiewicz-Talarczyk M., Barriga-Bedoya J. Natural Fibers Production, Processing, and Application: Inventory and Future Prospects. *Contemporary Science of Polymeric Materials*. 2010. Vol. 1061. P. 41-51. <https://doi.org/10.1021/bk-2010-1061.ch003>
11. Dudarev I., Say V. Development of Resource-Saving Technology of Linseed Harvesting. *Journal of Natural Fibers*. 2018. Vol. 17, Is. 9. P.1307-1316. <https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1558161>
12. Innovatsiini tekhnolohii oderzhannia netkanykh ta tselulozovymisnykh materialiv z lonu oliinoho : monohrafiia ; pid red. L.A. Chursinoi. Kherson : Hrin D.S., 2014. 304 s.