

## ВПЛИВ ЗАХОДІВ ПЕРЕДЗБИРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ НА ВТРАТУ ВОЛОГИ ПОСІВАМИ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

**О. Л. Рудік**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

**Р. А. Вожегова**, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент

НААН

Інститут зрошуваного землеробства НААН

*Встановлено, що десикація або скошування льону олійного у валки, незалежно від умов дозрівання, прискорює втрати вологи. Це зменшує умовні втрати насіння та соломи й позитивно впливає на засміченість та фізико-механічні показники соломи для технологічного використання. Найбільш швидко втрату вологи, 4,9 – 5,52 % за добу протягом перших чотирьох днів після обробки, забезпечує десикація препаратами Баста 2 л/га та Реглон Супер 3 л/га.*

**Ключові слова:** льон олійний, технологія збирання, десикація, насіння, солома, втрата вологи.

**Постановка проблеми.** Льон культурний – цінна високоприбуткова технічна культура, що приваблює науковців своїми унікальними властивостями та широкими перспективами використання [1]. Традиційно продукти з насіння льону використовують у медицині, дієтичному харчуванні, косметології, хімічній промисловості, годівлі тварин [2, 3].

Глобальна світова екологічна проблема вирубки лісів, деревину яких у значних обсягах використовують для виробництва целюлози, спонукала науковців до пошуку інших джерел, якими, на їх думку, можуть бути льон, коноплі, кенаф та інші однорічні рослини, у тому числі побічна продукція при їх вирощуванні. Зважаючи на значні площі вирощування льону олійного в окремих країнах та те, що в даний час соломі льону олійного здебільшого не використовують, оскільки вона лише створює проблеми при обробітку ґрунту, такий підхід є раціональним з екологічної та економічної точок зору [4, 5, с.2].

Целюлоза льону має дуже високу якість, її можна використовувати при виготовленні цигаркового паперу, гігієнічних виробів, грошових банкнот. Вихід її з біомаси льону дуже високий та перевищує вихід з деревини. Відомо, що вміст  $\alpha$ -целюлози у волокнах льону може досягати 90%, тоді як у твердих та м'яких породах деревини складає 50-54% [6 с.69].

Останніми роками значно зріс інтерес до культури з погляду використання волокон при виготовленні армованих матеріалів [7,8].

Важливо, що для їх виробництва придатні також і волокна льону олійного [9,10]. Таке виробництво забезпечує окрім технологічних також і економічні переваги, оскільки полімерні вироби з натуральних волокон легше розкладаються природним шляхом та є значно легшими і більш екологічно безпечними [11,12].

**Аналіз актуальних досліджень.** Протягом останніх десяти років льон олійний набув поширення у Степовій зоні України. Розповсюдженню культури сприяв високий попит світового ринку на насіння, типовість та простота технології його вирощування [13]. Низька врожайність, яка у середньому по Україні не перевищує 1,2 т/га, на нашу думку, зумовлена порушенням технології вирощування та ігноруванням біологічних потреб і особливостей культури. Також, на жаль, у нашій державі знаходиться застосування виключно насіння льону олійного, а потенціал його целюлозовмісної маси не використовується, при цьому попит промисловості на таку сировину задовольняється експортом. У переліку визначальних елементів технології його вирощування та заходів, що забезпечують його більш широке впровадження, важливе місце займає збирання. Особливо актуальною є ця проблема у технології глибокої переробки культури та використанні соломи як технологічної сировини легкої та хімічної промисловості.

Однією з головних проблем при збиранні льону є неоднчасне фізіологічне та технологічне дозрівання рослин, а також можливість, за наявності продуктивної вологи, повторного відновлення вегетації. За

оптимальної для обмолоту вороху вологості 16-18 % у стебел вона може перевищувати 60 %. При повній стиглості коробочок вологість стебел перебуває на рівні 37-40%. Тому до скошування у валки приступають при дозріванні 75 % коробочок, за таких умов вологість насіння складає 20-25 %, коробочок – 40-45 %, а стебел – понад 60 % [14, с.36,13, с.22].

Теорія та практика впровадження у виробництво передових технологій обробки лляної сировини показують, що на сучасному етапі розвитку економіки України успішна переробка стебел льону олійного можлива при застосуванні інноваційних технологій переробки з урахуванням анатомічних і фізико-механічних властивостей стебел льону, а також нових технічних рішень як процесу вирощування, так і первинної переробки.

Для запобігання втратам урожаю та забезпечення високої якості продукції рекомендують роздільний спосіб збирання льону олійного з висушуванням всієї біомаси до обмолочування у валках, або обробляючи посіви десикантами, з проведенням цих операцій у фазу завершення наливу насіння [16 с.11].

В інтенсивному аграрному виробництві накопичено значний досвід та широко застосовується проведення передзбиральної десикації культур, яка на 6–10 діб прискорює досягання рослинної маси, забезпечує рівномірність її фізико-механічних властивостей, різко збільшує продуктивність механізованого збирання та зменшує втрати. За належного проведення десикація практично не позначається на продуктивності та біохімічному складі продукції.

У наш час для десикації випробувані і рекомендовані ефективні, технологічні препарати з невеликою дозою внесення ізопропіламіну та калієвої солі гліфосату, диквату, глюфосинату амонію. Їх діюча речовина швидко руйнується в органічних об'єктах та довкіллі, має низьку токсичність для теплокровних організмів. Вони мають дещо різний механізм дії та досліджувалися з позиції підсушування насіння. Оскільки існує перспектива використовувати не тільки насіння льону олійного, але і його солому для отримання лубу, це є підставою для перегляду процесів втрати вологи упродовж періоду досягання культури. Отже, оцінка прийомів оптимізації проведення збиральних робіт для льону олійного подвійного призначення є актуальним науковим завданням.

**Мета досліджень.** Дозрівання льону та втрата вологи окремими частинами рослини відбувається неодноразово і сильно залежить від зовнішніх умов, що зумовлює ряд науково-виробничих проблем. Метою роботи було теоретичне обґрунтування та практичне визначення оптимального способу передзбирального висушування посівів льону олійного для подвійного використання його продукції в умовах Південного Степу України.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі задачі:

– оцінити інтенсивність процесу зменшення вологості рослин льону олійного за умов поновлення та повного припинення вегетації посівами культури;

– встановити вплив заходів передзбирального комплексу на втрати вологи окремими частинами рослин;

– визначити вплив передзбиральних заходів на врожайність та якість соломи льону олійного як сировини для технічного використання.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили на базі Асканійської ДСДС НААН упродовж 2009-2013 років. Ґрунти господарства темно-каштанові важкосуглинкові, містять гумусу у середньому 2,15 %. У роботі застосовували зональну агротехніку вирощування льону та типову методику. У дослідженнях було використано сорт льону олійного Південна ніч селекції Інституту олійних культур НААН. Десикацію посівів проводили у фазу пізньої жовтої стиглості. Скошування у валки розпочинали при дозріванні 60-75 % коробочок. Висота зрізу при двофазному збиранні складала 10-12 см. Збирання прямим комбайнуванням та обмолот валків виконували при вологості насіння 12 % за мінімальної висоти зрізу. Десикацію виконували наземними засобами.

Площа облікової ділянки складала 50 м<sup>2</sup>, повторність у досліді чотириразова. Зразки рослинної маси відбирали у 10 точках по довжині валка у різних місцях. Вологість насіння льону визначали за міждержавним стандартом ДСТУ 4811:2007 «Насіння олійних культур. Методи визначення вологості», а соломи – термостатно-ваговим методом з використанням ВСЛК-1 згідно з ГОСТ 28285-89 «Солома льяная. Требования при заготовках».

Погодні умови у роки досліджень характеризувалися істотним перевищенням температурного режиму та значними коливаннями надходження опадів відносно середніх багаторічних значень. Протягом вегетації

культури гідротермічний коефіцієнт 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 формування врожаю культури були умови 2011 року, а найменш сприятливими – 2012 року.

Протягом міжфазного періоду зелена-повна стиглість рослин ГТК змінювався в межах від 2,17 у 2010 році та 1,52 у 2013 році до 0,41 у 2012 році, що не впливало на величину врожаю, проте визначало умови збирання.

**Результати досліджень.** У фазу пізньої жовтої стиглості, на період проведення робіт зі збирання культури, вологість окремих органів рослин визначалася повнотою дозрівання. У роки, коли спостерігалася поновлення вегетації, що було спричинено наявністю продуктивної вологи у ґрунті, вологість стебел, коробочок, насіння та рослини у цілому була вищою, порівняно з роками, у які відбувалося повне припинення вегетації природним шляхом. Окремі рослини продовжували формувати бутони та квітнути, а їх стебла залишалися зеленими. Незалежно від стану посівів, вищою була вологість стебел, у середньому по досліді – 60,0 та 51,4 % відповідно за умови поновлення та повного

припинення вегетації, а також коробочок – 38,6 та 32,7%. Вологість насіння при цьому становила відповідно 30,4 та 28,0%.

Унаслідок штучного висушування надземної маси рослин хімічним способом чи скошуванням у валки спостерігали прискорення втрат вологи, порівнюючи з висиханням посіву на корені. Так, вологість коробочок на 12 добу спостереження при проведенні десикації Реглоном Супер (3 л/га) складала 10,3%, Раундапом (3 л/га) 13,5% Баста (2 л/га) 10,5%, тоді як за скошування маси у валок вологість коробочок знизилася до 14,3 проти 19,6% у контролі без десикації посіву. Подібну тенденцію спостерігали у роки повного дозрівання льону олійного. Вологість коробочок завдяки проведенню десикації була нижчою на 1,8–4,2 відсоткові пункти, а при скошуванні у валки на 0,9 пункти порівняно з контролем.

Незалежно від умов року та технології збирання, у часі спостерігали сповільнення процесу зневоднення рослин. Десикація та скошування посівів у валки, якщо відбувалося поновлення вегетації культури, значно прискорюють втрату вологи рослинами, порівняно з роками звичайного їх визрівання (див. рис.).

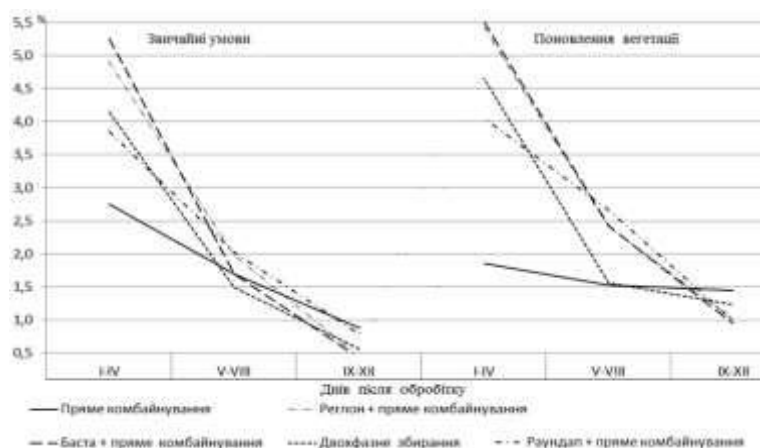


Рис. Вплив технології збирання на добові втрати вологи рослинами льону олійного за різних умов завершення вегетації, %/добу

Цим зумовлена висока потреба у проведенні десикації у роки, коли погодні умови провокують дозріваючі рослини до нової хвилі формування репродуктивних органів. Подовження вегетації рослинами льону олійного не сприяє підвищенню врожайності культури, проте зумовлює значне зростання витрат на збирання та збільшення втрат насіння під час обмолоту.

За сприятливих для завершення вегетації умов протягом перших 4 діб найвищими були втрати вологи посівами при проведенні десикації препаратами Баста 2 л/га та Реглон Супер 3 л/га – відповідно 5,25 та 4,9 % за добу, що у 1,91 та 1,78 рази швидше, ніж при визріванні рослин на корені та у 1,27 і 1,18 рази скоріше, ніж при скошуванні маси у валки. У подальшому темпи втрати вологи сповільнювалися до 1,7 та 1,98 %

за добу, а різниця між окремими варіантами зменшилася.

Особливістю років, з поновленням вегетації льону олійного, було зменшення добових втрат вологи дозріваючими на корені посівами у 1,48 та 1,11 рази відповідно за перші та наступні чотири доби. За швидкістю зневоднення, відразу після обробки, виявляли переваги проведення десикації препаратами Баста 2 л/га та Реглон Супер 3 л/га. Добові втрати вологи склали 5,52 та 5,43 % за добу протягом перших чотирьох діб та відповідно 2,43 та 2,41 % протягом наступного облікового періоду.

За таких умов при десикації посівів Раундапом 3 л/га зневоднення рослин до стану оптимального для збирання, відбувалося швидше на 0,5 % за добу, ніж при скошуванні у валки, хоча за перші чотири доби втрати вологи були більшими саме у скошених у валки рослин.

Біологічною особливістю льону є нерівномірність зневоднення окремих органів рослини, стебло рослини найбільш тривалий час залишається вологим, зумовлюючи проблеми при збиранні. Поновлення вегетації впливає на швидкість природного зневоднення усіх органів рослин (табл. 1).

Незалежно від умов, найбільш рівномірно відбувалася втрата вологи насінням, тоді як зменшення вологи стеблами посівів, що відновлювали вегетацію, відбувалося значно повільніше. Так, якщо в середньому різниця втрат вологи насінням у роки з різними умовами не перевищувала 1,4 %, то стеблами досягала до 36,1%. Така особливість зумовлена фізіологічною природою зневоднення насіння в процесі його дозрівання, тоді як механічна та транспортуюча функції стебла зумовлені життєдіяльністю рослини у цілому.

Таблиця 1

**Швидкість втрати вологи окремими органами рослин льону за різних технологій збирання культури, %/добу**

Днів після обробки	Технологія збирання (А)				
	пряме комбайнування				двофазне збирання
	без обробки	Реглон Супер 3 л/га	Раундап 3 л/га	Баста 2 л/га	
У роки поновлення вегетації культури (2010; 2013)					
Насіння					
4	2,2	3,0	1,9	3,1	2,1
8	1,0	2,0	2,2	2,0	1,7
12	1,3	0,3	0,4	0,2	0,8
Коробочки					
4	2,1	4,1	2,8	4,2	3,4
8	1,7	2,1	2,3	2,2	1,7
12	1,1	0,9	0,9	0,7	1,0
Стебла					
4	1,1	7,1	5,6	7,1	6,5
8	1,3	2,8	3,0	2,7	1,3
12	2,0	1,1	1,1	1,3	1,7
У роки звичайного завершення вегетації (2009; 2011; 2012)					
Насіння					
4	2,9	4,1	3,5	4,2	3,5
8	0,7	0,6	1,0	0,4	1,0
12	0,9	0,0	0,1	0,1	0,3
Коробочки					
4	2,6	4,3	3,0	4,4	3,4
8	1,7	1,4	1,8	1,3	1,4
12	0,6	0,1	0,3	0,1	0,2
Стебла					
4	2,9	5,6	4,8	6,2	5,0
8	1,8	2,5	2,2	2,1	1,7
12	1,2	0,9	1,3	0,8	1,0

Найбільш швидкі темпи втрати вологи масою льону олійного, незалежно від умов дозрівання, забезпечувала десикація посівів у фазу пізньої жовтої стиглості препаратами Баста 2 л/га та Реглон Супер 3 л/га.

Ефективність десикації Раундап 3 л/га та скошування рослин у валки за швидкістю втрат вологи були співставними, однак за роздільного способу збирання існують ризики негативного впливу погодних умов, які зумовлюють технологічну перевагу проведення десикації.

Судячи з вологості насіння, сприятливі умови для вимолочування починають формуватися у межах від четвертої до восьмої доби від проведення обробки посівів десикантами. У роки, коли подовжується вегетація льону олійного, відбувається зміщення даного терміну на 1-2 доби. Найбільш ранні терміни збирання забезпечує десикація посівів препаратами Баста 2 л/га та Реглон Супер 3 л/га. Обробка посівів Раундап 3 л/га та скошування посівів у валки за прискоренням дозрівання є близькими, проте технологічно ефективнішою є десикація, оскільки зменшує вплив опадів на збирання. Проведення попереднього підсушування посівів льону значно покращує процес обмолоту, зменшує втрати насіння та знижує негативний вплив бур'янистого компоненту.

Щодо використання соломи, кращі умови збирання забезпечувало обмолочування посівів льону олійного після застосування десикації. При цьому відмінності між варіантами використання різних препаратів були в межах похибки досліду. За умови природного дозрівання льону на корені врожайність соломи у

середньому на 9,6% була нижчою, що пов'язано з наявністю у посівах вегетуючих бур'янів та ускладненим процесом зрізування більш вологих стебел.

Технологія двофазного збирання потребує значної висоти зрізу для укладання валка, внаслідок чого зменшення врожайності соломи досягало 23,2%. Даний спосіб збирання є найменш придатним для технології подвійного використання льону олійного.

**Висновки та перспектива подальших досліджень.** Опади, які надходять в період дозрівання льону олійного, провокують поновлення вегетації культури, що негативно впливає на умови його збирання. Проведення десикації посівів у фазу пізньої жовтої стиглості, або скошування у валки, незалежно від погодних умов, прискорює втрати вологи порівняно з висиханням посіву на кореню. Найбільш швидкі втрати вологи рослин льону забезпечує їх обробка препаратами Баста 2 л/га та Реглон Супер 3 л/га. Десикація посівів льону зменшує умовні втрати насіння та соломи при збиранні, зменшує засміченість соломи бур'янами та позитивно впливає на її фізико-механічні показники. В умовах Півдня України передзбиральна десикація посівів льону олійного найбільше відповідає технології переробки та використанню його соломи.

Враховуючи можливість технічного використання соломи, подальші дослідження повинні бути спрямованими на розробку заходів зменшення втрат та покращення її технологічних властивостей.

#### Список використаних джерел:

1. Kulmaa A., Zuka M., Longc S.H., Qiac C.S., Wangc Y.F., Jankauskiened S., Preisnera M., Kostyna K., Szopaa J. Biotechnology of fibrous flax in Europe and China. *Industrial Crops and Products Industrial Crops and Products*. 2015. №68. P. 50–59.
2. Ingram A. J., Parbtani A., Clark W. F., Spanner E., Huff M. W., Philbrick D. J., Holub B. J. Effects of Flaxseed and Flax Oil Diets in a Rat-96 Renal Ablation Model. *American Journal of Kidney Diseases*. 1995. Vol.25. №2 (February). P. 320–329.
3. Lima L.S., Palin M.F., Santos G.T., Benchaar C., Petit H.V. Effects of supplementation of flax meal and flax oil on mammary gene expression and activity of antioxidant enzymes in mammary tissue, plasma and erythrocytes of dairy cows. *Livestock Science*. 2015. №176. P. 196–204.
4. Рудік О. Л. Сировинний потенціал льону олійного та перспективи його використання в медицині. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр.* Херсон, 2016. Вип. 96. С. 104–111.
5. Gonzblez-Garcna S., Hospido A., Feijoo G., Moreira M. T. Life cycle assessment of raw materials for non-wood pulp mills: Hemp and flax. *Resources, Conservation and Recycling*. 2010. URL: [www.elsevier.com/locate/resconrec](http://www.elsevier.com/locate/resconrec)
6. Артёмов А.В. Отраслевая наука льняного комплекса России: проблемы и перспективы. *Российский химический журнал (журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева)*. М. 2003. — Т. XLVII. Вып. 5. С. 68–75.
7. Naaga K., Padovanib J., Fitac S., Trouvé J.-P., Pineau C., Hawkinsf S., Hein De Jongg, Deyholosh M. K., Chabbertb B., Müssig J., Beaugrandb J. Influence of flax fibre variety and year-to-year variability on composite properties. *Industrial Crops and Products Industrial Crops and Products*. 2017. № 98. P. 1–9.
8. Prasada V., Suresh D., Joseph M.A., Sekara K., Mubarak A. Development Of Flax Fibre Reinforced Epoxy Composite With Nano TiO2 Addition Into Matrix To Enhance Mechanical Properties. *Materials Today: Proceedings*. 2018. №5. P. 11569–11575.
9. Lazko J., Dupré B., Dheilly R.M., Quéneudec M. Biocomposites based on flax short fibres and linseed oil. *Industrial Crops and Products Industrial Crops and Products*. 2011. №33. P. 317–324.

10. Ouagne P., B. Barthod-Malat, Ph. E., Labonne L., Placet V. Fibre Extraction from Oleaginous Flax for Technical Textile Applications: Influence of Pre-processing parameters on Fibre Extraction Yield, Size Distribution and Mechanical Properties. *Science Direct 3rd International Conference on Natural Fibers: Advanced Materials for a Greener World, ICNF 2017, 21-23 June 2017, Braga, Portugal Procedia Engineering*. 2017. №200. P. 213–220.
11. Bayerl T., Geith M., Somashekar A. A., Bhattacharyya D. Influence of fibre architecture on the biodegradability of FLAX/PLA composites. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2014. №96. P. 18–25.
12. Deng Y., Paraskevas D., Tian Y., Van Acker K., Dewulf W., Dufloy J. R. Life cycle assessment of flax-fibre reinforced epoxidized linseed oil composite with a flame retardant for electronic applications. *Journal of Cleaner Production*. 2016. № 133. P. 427–438.
13. Чехова І. В., Чехов С. А., Шкурко М. П. Вітчизняний ринок льону. *Економіка України*. 2017. № 1. С. 52–63.
14. Чехов А. В., Лапа О. М., Міщенко Л. Ю., Полякова І. О. Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування. Київ, 2007. 55 с.
15. Production guidelines for flax (*Linum usitatissimum* L.) / compiled M.J. Jacobsz and W.J.C. van der Merwe. Arc-institute for industrial crops, Department of agriculture, Forestry and Fisheries Directorate: plant production. February 2012.
16. Дударев І. М. Особливості збирання льону олійного. *Сільськогосподарські машини*. 2014. Вип. 28. С. 11–17.

### **А.Л. Рудик, Р. А. Вожегова. Влияние приемов предуборочного комплекса на потерю влаги посевами льна масличного в условиях Юга Украины**

*Установлено, что десикация или скашивание льна масличного в валки, независимо от условий созревания, ускоряют потерю влаги. Это снижает условные потери семян и соломы и положительно влияет на засорённость и физико-механические показатели соломы при технологическом ее использовании. Наиболее быстрое высыхание, 4,9 – 5,52 % в сутки в течение первых четырёх дней после обработки, обеспечивает десикация препаратами Баста 2 л/га и Реглон Супер 3 л/га.*

**Ключевые слова:** лён масличный, технология уборки, десикация, семена, солома, потеря влаги.

### **O. L. Rudik, R. A. Vozhehova. The impact of the measures of a pre-harvest complex on the moisture loss of oil-bearing flax under conditions of the South of Ukraine**

*It was established that desiccation or cutting of oil flax plants and laying them in swaths, in spite of their maturation conditions increases moisture losses. It reduces conventional losses of seeds and straw and has a positive impact on the infestation, physical and mechanical parameters of straw for industrial use. The fastest dehydration, 4.9 – 5.52 % per day throughout the first four days after treatment, is provided by the desiccation with the preparations Basta 2 liters per hectare and Reglon Super 3 liters per hectare.*

**Keywords:** oil-bearing flax, harvesting technology, desiccation, seeds, straw, dehydration.