

УДК 633.854.54; 676.034.24

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.14>

## ОСОБЛИВОСТІ ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПОСІВІВ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

Кучер І.П. – аспірант кафедри рослинництва, селекції та насінництва,  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

У статті представлено результати досліджень фотосинтетичної діяльності посівів різних сортів льону олійного залежно від впливу норми висіву насіння та сортових особливостей за вирощування в умовах Західного Лісостепу. Також наведено показники урожайності насіння під впливом досліджуваних чинників у розрізі років.

Результати лабораторних досліджень показали, що площа асиміляційної поверхні льону олійного залежала від досліджуваних факторів та коливалась в межах 25,2–31,8 тис м<sup>2</sup>/га. Оптимальними показниками площі листкового апарату льону олійного досліджуваних сортів: Водограй, Живинка та Світлозір характеризувались варіанти із нормою висіву насіння 4 млн сx н / га. В середньому за три роки найвищий показник відмічено у сорту Водограй за норми висіву насіння 4 млн сx н / га, який становив 29,8 тис м<sup>2</sup>/га.

Дослідженнями встановлено, що в середньому за роки досліджень сумарний фотосинтетичний потенціал агроценозів досліджуваних сортів льону олійного знаходився в межах 446,3–506,4 тис м<sup>2</sup> × дн / га. Оптимальний показник був у сорту Водограй за сівби нормою висіву 4 млн сx н / га. Розрахунки показали, що коефіцієнт використання фотосинтетично-активної радіації у сортів льону знаходився в межах 1,71–1,94 %. Крайною нормою для всіх сортів була 4 млн сx н / га, різниця за цим показником порівняно з нормою 5 млн сx н / га становила 0,05–0,1 %.

В результаті виконаних обліків, спостережень та аналізів, встановлено, що досліджувані сорти реагували на норми висіву насіння та погодні умови року, які спричинили деяку строкатість як показників фотосинтетичного потенціалу агроценозів льону олійного, так і урожайності насіння. Норма висіву насіння 4 млн шт / га за різних погодних умов була крайною за показником урожайності насіння для сорту Водограй, а для сорту Світлозір – норма висіву 5 млн шт / га. Сорт Живинка за дощових умов потребує меншої норми висіву, а за рівномірного розподілу опадів і теплового режиму – навпаки більшої. В середньому за роки досліджень оптимальною урожайністю насіння характеризувався сорт Світлозір за норми висіву 5 млн сx н / га та сорт Водограй за норми 4 млн сx н / га, показники урожайності становили відповідно 2,24 та 2,15 т / га.

**Ключові слова:** льон олійний, норма висіву насіння, сорт, площа листків, фотосинтетичний потенціал, коефіцієнт використання фотосинтетично-активної радіації, урожайність насіння.

### **Kucher I.P. Features of the photosynthetic activity of oily flax crops depending on the variety and seed sowing rate in the Western Forest-Steppe**

The article presents the results of research on the photosynthetic activity of crops of different varieties of oilseed flax, depending on the influence of the seed sowing rate and varietal characteristics when grown in the conditions of the Western Forest-Steppe. The indicators of seed yield under the influence of the studied factors in the context of years are also given.

The results of laboratory studies showed that the area of the assimilation surface of flaxseed oil depended on the studied factors and ranged from 25.2 to 31.8 thousand m<sup>2</sup>/ha. The optimal indicators of the area of the leaf apparatus of flaxseed oil of the researched varieties: Vodohray, Zhyvynka and Svitlozir were characterized by options with a seed sowing rate of 4 million n/ha. On average for three years, the highest indicator was noted in the Vodohray variety at a seeding rate of 4 million n/ha, which amounted to 29.8 thousand m<sup>2</sup>/ha.

Studies have established that, on average, over the years of research, the total photosynthetic potential of the agroecosystems of the investigated varieties of flaxseed oil was in the range of 446.3–506.4 thousand m<sup>2</sup> × day / ha. The optimal indicator was in the Vodohray variety for sowing with a seeding rate of 4 million n / ha. Calculations showed that the coefficient of use of photosynthetically active radiation in flax varieties was in the range of 1.71–1.94%. The best

norm for all varieties was 4 million n/ha, the difference according to this indicator compared to the norm of 5 million n/ha was 0.05–0.1%.

As a result of the performed records, observations and analyses, it was established that the researched varieties responded to the norms of seed sowing and weather conditions of the year, which caused some variation in both the indicators of the photosynthetic potential agrocenoses of flaxseed oil and the yield of seeds. The seeding rate of 4 million pcs/ha under different weather conditions was better in terms of seed yield for the Vodohray variety, and for the Svitlozir variety, the seeding rate was 5 million pcs/ha. The Zhyvynka variety requires a lower seeding rate under rainy conditions, and on the contrary, a higher seeding rate under an even distribution of precipitation and thermal conditions. On average, over the years of research, the optimal seed yield was characterized by the Svitlozir variety at the sowing rate of 5 million n/ha and the Vodohray variety at the norm of 4 million n/ha, yield indicators were 2.24 and 2.15 t/ha, respectively.

**Key words:** flaxseed oil, the seeding rate, variety, leaf area, photosynthetic potential, coefficient of use of photosynthetically active radiation, seed yield.

**Постановка проблеми.** Важливою статтею зовнішньої торгівлі для нашої країни на світовому та внутрішньому ринках є постійний попит на олійні культури. Тому для забезпечення продовольчої безпеки України потрібно не лише збільшувати врожайність культур, а й розширювати їх видовий склад, наприклад, за рахунок льону олійного, гірчиці, рицини, насіння гарбуза та ін. Це дозволить створювати та впроваджувати науково обґрунтовані збалансовані сівозміни, що є важливим для сучасного інтенсивного рослинництва. Новою тенденцією є позитивна динаміка виробництва у світі льону олійного, так і в Україні (2021–2023 рр.) повертається позитивна динаміка збільшення посівних площ після шаленого спаду з 2017 по 2020 роки викликаного нестабільністю валового виробництва [7, 12, 14].

У ринкових умовах вирощування олійних культур, як для невеликих фермерських та більших господарств – економічно вигідна справа. Льон олійний як економічно-прибуткова культура сьогодні є альтернативою для інших олійних культур, насамперед, для соняшнику, площі під яким в окремих господарствах виходять за межі оптимального науково-обґрунтованого співвідношення культур у сівозмінах [11, 15].

Клімат у зоні Лісостепу західного змінюється у сторону як зменшення самої кількості опадів так і нерівномірності їх випадання. В свою чергу збільшення середньомісячних показників температури в Україні, дискусійним стає питання норми висіву (тобто вибір густоти посіву), а також підбір та впровадження у виробництво нових сучасних сортів льону олійного [17].

Важливою умовою формування високих урожаїв посівами льону олійного є збільшення продуктивності їх фотосинтезу, тобто кількості синтезованої органічної речовини на одиницю площі листової поверхні за добу. Основним завданням у досягненні цієї мети є формування посівів з найбільш розвиненим листовим апаратом, який тривалий час знаходиться у активному стані на протязі вегетаційного періоду [2, 4, 6]. Добре розвинений фотосинтетичний апарат, оптимальний за об'ємом і динамікою функціонування, є одним із чинників одержання високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур [1]. Одержання високого урожаю насіння та відповідно олії льону забезпечується наявністю високопродуктивних сортів та високоякісного насінневого матеріалу у поєднанні із інтенсивною технологією вирощування, що дає змогу реалізувати потенційні можливості перших двох складових.

Отже, вивчення фотосинтетичної продуктивності нових сортів льону олійного із різними агротехнологічними прийомами у ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу Західного є досить актуальним питанням сьогодення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Згідно багатьох експериментальних досліджень формування сухої речовини сільськогосподарських культур, у тому числі, й льону, залежить від впливу багатьох природних та агротехнічних чинників [8].

Питаннями фотосинтетичного потенціалу та залежності площі листового апарату та урожайності на різних культурах займалися ряд учених: Калус Ю.А., Соболева І.А., Макрушин М.М., Лебедев С.И., Сакало Н.Д., Лаханов А.П., Коломейченко В.В., Наумова Г.Е., Кравченко В.Н., Кахнович та інші [1–3, 9, 10].

Оптимізувати площу асиміляційного апарату можна деякими елементами технології вирощування, особливо нормою висіву та рівнем мінерального живлення. Більшість дослідників вказують, що найбільша листовка поверхня у льону олійного формується у фазі цвітіння.

**Постановка завдання.** Метою наших досліджень було встановити особливості та закономірності фотосинтетичної діяльності й формування продуктивності посівів льону олійного залежно від сорту та норми висіву в умовах Західного Лісостепу.

Досягнення мети дозволяє запропонувати агротехнічні заходи щодо впровадження їх в технологію вирощування для ефективнішого використання економічного потенціалу виробництва льону олійного з урахуванням зональних закономірностей для культури.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Останні досягнення в аграрній науці стосовно живлення рослин свідчать про те, що у корені і у листку зосереджені дві синтезуючі лабораторії, які становлять основу рослини і забезпечують роботу один одного.

Швидкість наростання листової поверхні, продуктивність фотосинтезу – це основні складові, що визначають швидкість накопичення органічної маси і рівень показників структури врожаю. Процес поглинання та фіксування сонячної енергії залежить від оптичних властивостей листового апарату, його структури, накопичення та вмісту в листках хлорофілу. Кількість хлорофілу є одним із ключових факторів біологічної продуктивності організму рослини, що безпосередньо впливає на асимілюючу здатність фотосинтетичного апарату [1, 9].

Науково доведено, що більше 90 % сухої речовини врожаю сільськогосподарських рослин утворюється завдяки фотосинтезу, який проходить у зелених частинах рослин, але переважно саме у листках під впливом засвоєної сонячної енергії вуглекислого газу та води. Особливістю фотосинтезу є те, що асимілюючи  $\text{CO}_2$  зелені рослини виділяють в атмосферу  $\text{O}_2$ , тобто походження кисню є біогенне. Основним шляхом підвищення продуктивності фотосинтезу є збільшення площі листків. Встановлено, що підживлення рослин відповідними елементами живлення, а саме азот, фосфор, магній, залізо збільшує розміри листової поверхні, а також покращує фізіологічні особливості фотосинтетичного апарату – здатність поглинати і засвоювати енергію сонячних променів [3, 16].

Розміри формованої асиміляційної поверхні для переважної кількості сільськогосподарських культур варіює у досить широкому діапазоні. Це залежить від тривалості вегетації рослини, її генотипу, від фітоценотичних взаємовідносин, а також екологічних та гідротермічних умов, в яких росте рослина [3, 5].

У наших дослідженнях результати показують, що максимальні параметри листового апарату льону олійного в середньому за роки досліджень були на варіантах із меншою нормою висіву, тобто 4 млн с/г га, що зумовлюється дещо більшою віддаллю між рослинами, що давало можливість для формування більшої поверхні листових пластинок.

Так за висіву насіння льону олійного сорту Водограй із нормою 4 млн сx н / га площа листків в середньому становила 29,8 тис м<sup>2</sup> / га, а за норми висіву насіння 5 млн/га – 28,2 тис м<sup>2</sup> / га (табл. 1).

Таблиця 1

**Площа листкового апарату сортів льону олійного в період ВВСН 61-65  
(початок-середина цвітіння) залежно від норми висіву, тис м<sup>2</sup> / га  
(2020–2022 рр.)**

Сорт (А)	Норма висіву насіння, м <sup>2</sup> сx н / га (В)	Рік			Середнє за 2020–2022 рр.
		2020	2021	2022	
Водограй	4	27,7	31,8	29,9	29,8
	5	26,5	30,1	27,9	28,2
Живинка	4	25,9	29,6	26,2	27,2
	5	25,2	28,9	25,4	26,5
Світлозір	4	26,6	28,2	25,6	26,8
	5	25,9	27,4	24,7	26
V, %					5,0

При визначенні показника площі листкового апарату у сорту Живинка даний показник в середньому за 3 роки досліджень із нормою висіву 4 млн сx н / га склав 27,2, а за норми висіву насіння 5 млн сx н / га – 26,5 тис м<sup>2</sup> / га. Аналізуючи показник площі листового апарату у сорту Світлозір, також відмічається що більша площа масиву формувалась при меншій нормі висіву (4 млн сx н / га) – 26,5 тис м<sup>2</sup> / га, тоді як при більшій нормі сівби (5 млн сx / га) він вже складав 26 тис м<sup>2</sup> / га.

Як видно із отриманих значень, дані щодо площі поверхні листків, відрізняються як по сортах, так і в розрізі густоти висіву.

Також відмічається по всіх трьох сортах, що у 2021 році, який характеризувався у літній період випаданням великої кількості опадів, за рахунок достатнього зволоження рослини формували найбільшу площу листкових пластинок у порівнянні до двох інших років досліджень. Так, у 2021 році найбільшу площу листків сформував сорт Водограй – 31,8 тис м<sup>2</sup> / га.

Отже, найвищими показниками фотосинтетичної діяльності агроценозів льону олійного у трьох сортах Водограй, Живинка та Світлозір характеризуються варіанти із нормою висіву насіння у 4 млн/га. Аналізуючи сорти між собою в середньому за три роки дослідів найвищий показник у формуванні посівами площі листкової поверхні у фазі початку – середини цвітіння формував сорт Водограй на нормі висіву 4 млн/га та склало – 29,8 тис м<sup>2</sup> / га.

При застосування борних мікродобрив Вітамін Бор та Borogreen L у фазі бутонізації у порівнянні до контрольної ділянки (необробленої) на сорті Світлозір не збільшувало площу листової поверхні рослин льону олійного. Однак, у дощовий 2021 рік на оброблених ділянках борвмісними мікродобривами (Вітамін Бор та Borogreen L) відмічалась більша стійкість до грибкових патогенів, таких як: антракноз, аскохітоз, іржа.

Сумарний фотосинтетичний потенціал агроценозів досліджуваних сортів льону олійного знаходився в межах 446,3–506,4 тис м<sup>2</sup> × дн / га. Оптимальний показник був у сорту Водограй за сівби нормою висіву 4 млн сx н / га (табл. 2).

Таблиця 2  
Сумарний фотосинтетичний потенціал агроценозів льону олійного залежно від сорту та норми висіву насіння, тис м<sup>2</sup> × діб / га (2020–2022 рр.)

Сорт (А)	Норма висіву насіння, млн сx н / га (В)	Рік			Середнє за 2020–2022 рр.
		2020	2021	2022	
Водограй	4	470,3	540,5	508,3	506,4
	5	451,5	511,7	474,3	479,2
Живинка	4	440,5	504,5	446,1	463,7
	5	428,3	492,4	435,4	452,0
Світлозір	4	452,2	499,4	436,0	462,5
	5	440,9	478,3	419,7	446,3
<i>V, %</i>					4,66

Розрахунки показали, що коефіцієнт використання фотосинтетично-активної радіації у сортів льону знаходився в межах 1,71–1,94 %. Кращою нормою для всіх сортів була 4 млн сx н / га, різниця за цим показником порівняно з нормою 5 млн сx н / га становила 0,05–0,1 % (табл. 3).

Таблиця 3  
Коефіцієнт використання фотосинтетично-активної радіації льону олійного залежно від сорту та норми висіву насіння, % (2020–2022 рр.)

Сорт (А)	Норма висіву насіння, млн сx н / га (В)	Рік			Середнє за 2020–2022 рр.
		2020	2021	2022	
Водограй	4	1,80	2,07	1,95	1,94
	5	1,74	1,96	1,82	1,84
Живинка	4	1,69	1,94	1,71	1,78
	5	1,64	1,89	1,67	1,73
Світлозір	4	1,74	1,92	1,68	1,78
	5	1,69	1,84	1,61	1,71
<i>V, %</i>					4,65

Урожайність насіння льону олійного (табл. 4) не має прямої залежності від постійного збільшення площі листового апарату. Це в свою чергу пояснюється надмірно великою площею листків, що призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу та збільшенням площі транспірації (дихання), до надлишкового транспортування та як наслідок – виділення вологи. Що особливо є критичним при недостатній вологозабезпеченості гранту.

**Висновки.** Для одержання високих урожаїв насіння льону олійного у посівах повинна розвиватися збалансована за розмірами площа листків. Якщо вона виявляється нижче або вище оптимальної, то, із різних причин, урожайність і в тому і в іншому випадку бувають зниженими. Крім того, надлишковий розвиток площі листків у посівах може бути негативним фактором, це зумовлюється насамперед погіршенням умов освітлення листків, особливо нижніх ярусів, сильно знижується фотосинтез, починається швидке відмирання нижніх листків, витягування стебла та навіть жирування й вилягання рослин, зниження врожайності та якості.

Таким чином, для того, щоб одержати високі врожаї, необхідно, щоб площа листків якомога довго зберігалася в активному стані на цьому рівні та швидко досягала для кожної культури свою оптимальну кількість тис м<sup>2</sup> / га.

Таблиця 4

**Урожайність насіння льону олійного залежно від сорту та норми висіву насіння, т / га (2020–2022 рр.)**

Показник	Сорт					
	Водограй		Живинка		Світлозір	
Норма висіву насіння, млн шт / га	4	5	4	5	4	5
Урожайність, т/га 2020 р.	2,16	1,91	2,08	2,36	2,06	2,25
Урожайність, т/га 2021 р.	2,31	1,95	2,15	1,64	2,2	2,41
Урожайність, т/га 2022 р.	1,99	1,96	1,73	2,08	1,77	2,05
Середня урожайність, т/га, за 2020–2022 рр.	2,15	1,94	1,99	2,03	2,02	2,24

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Борисенко В.В. Листкова поверхня та фотосинтетичний потенціал посіву соняшнику залежно від умов вирощування. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2013. Вип. 83. С. 79–84.
2. Вишнівська Ю. С. Вплив системи удобрення на формування продуктивності льону олійного. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 5. С. 77–78.
3. Горєєва, В.М., Фатихов І.Ш., Корепанова Є.В, Корепанова К.В. Продуктивність та фотосинтетична діяльність льону олійного ВНПМК 620 при різних способах посіву та нормах висіву. *Досягнення науки і техніки АПК*. 2016. № 1. Т. 30. С. 40–43.
4. Горєєва, В.М., Корепанова К.В., Сунцов А.В., Кожевнікова Є.В. Структура врожайності льону олійного ВНПМК 620 у СВК ім. Калініна Карловського району. *Агрономічному факультету Полтавської ДСГА – 60 років: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф.: збірник статей / відп. за випуск О.М. Льонточкин*. Полтава, 2014. С. 88–92.
5. Дідух В. Ф., Тараймович І. В., Онюх Ю. М. Дослідження умов вирощування льону олійного. *Сільськогосподарські машини*. 2016. № 34. С. 104–110.
6. Дмитренко Т. Ф. Особливості росту і розвитку олійних та довгунцевого типів льону в ґрунтово – кліматичних умовах Поліської зони. *Збірник наукових праць Інституту луб'яних культур*. 2009. № 5. С. 106–113.
7. Домінська О. Я. Вплив факторів на розвиток льонарства в Україні. *Агросвіт*. 2015. № 7. С. 13–19.
8. Дрозд І. Ф., Лях В. О. Інтервал варіювання ознак продуктивності льону олійного в умовах Львівщини. *Наук.-техн. бюл. Інституту олійних культур НААН*. 2012. Вип. 17. С. 60–65.
9. Єременко О.А. Особливості фотосинтетичної діяльності гібридів соняшнику (*Helianthus Annuus L.*) (F1) залежно від дії регулятора росту рослин в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 98. С. 57–64.
10. А.О. Рожков, С.М. Каленська, Л.М. Пузік, Н.М. Музафаров, В.Я. Бухало. Дослідна справа в агрономії книга друга: Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. Навчальний посібник. Харків, 2016. Книга 2. 298 с.
11. Рудік О. Л. Оцінка інноваційного потенціалу *Linum humile Mill* як джерела волокнистої та целюлознопаперової сировини в Україні. Сучасний стан та

пріоритети розвитку системи обліку, оподаткування й аналізу виробничо-економічної діяльності суб'єктів господарювання агропромислового сектору економіки: колект. моногр. Херсон: Айлант, 2018. С. 356–373.

12. Рудик Р.І., Ковальов В.Б., Приймачук Т.Ю. Перспективи розвитку льонарства на Житомирщині. Житомир. 2015. 25 с.

13. Сай В. А., Дідух В. Ф., Тараймович І. В. Перспективи вирощування льону олійного на Волині. *Легка промисловість*. 2009. № 3. С. 10–11.

14. Столярчук Т. А., Кисильчук А. М. Порівняльна характеристика морфологічних особливостей сортів льону олійного в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 4. С. 136–139.

15. Столярчук Т. А. Польова схожість насіння льону олійного залежно від норми висіву та ширини міжрядь. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 101. С. 106–110.

16. Хасхачих М.В. Вплив густоти стояння рослин та способу сівби на динаміку показників сухої речовини та продуктивність фотосинтезу соняшнику в післяукісних посівах. *Зрошуване землеробство*. 2014. Вип. 56. С. 151–156.

17. Шеремет Ю.В., Дідора В.Г., Шваб С. Б. Сортові особливості технології вирощування льону олійного в умовах Полісся України. *Луб'яні та технічні культури*. 2013. № 3. С. 102–106.