

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО: УКРАЇНА В КОНТЕКСТІ СВІТОВИХ ЗМІН

ЗЕЛІНСЬКИЙ Ю.А. – в.о. директора

orcid.org/0009-0004-1033-7878

Державна установа «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук»

Постановка проблеми. В умовах глобальних кліматичних змін, поглиблення дефіциту природних ресурсів та зростаючої потреби в екологічно чистій рослинній сировині перед аграрною наукою та виробництвом постає завдання переорієнтації галузі на вирощування культур, здатні забезпечувати стабільні рівні врожайності за обмеженої кількості вологи та зростання ризиків абіотичних стресів. Однією з таких перспективних культур може стати льон олійний (*Linum usitatissimum* L.), який має широкий спектр застосування – від технічної та харчової до фармацевтичної галузі.

Основними перевагами культури є висока біологічна цінність насіння, потреба високоякісної олії на зовнішніх ринках, придатність до вирощування в зонах ризикованого землеробства. Площі посівів льону в Україні в нинішній період є нестабільними, а рівні врожайності істотно коливаються за роками. У той же час у низці країн світу, зокрема в Канаді, США, Індії та Казахстані, спостерігається зростання виробничого потенціалу цієї культури, що супроводжується активним впровадженням сучасних агротехнологій та адаптованих сортів. В Україні ж ефективність вирощування льону стримується низкою чинників: нестабільністю кліматичних умов, недостатньою технологічною модернізацією та наявністю високоякісного насіння для сівби, мінерального живлення та біопрепаратів. Відсутність комплексного аналізу динаміки врожайності, глобальних і регіональних підходів, а також елементів агротехнології зумовлює необхідність наукового дослідження, спрямованого на виявлення чинників, що визначають ефективність вирощування льону олійного як в Україні, так і у світі.

Таким чином, вивчення сучасного стану, тенденцій і перспектив вирощування льону олійного, зокрема з урахуванням змін кліматичних умов, структур посівних площ, продуктивності, а також впливу елементів технології на формування урожайності є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За глобальних змін клімату, які проявляються у підвищенні середньорічної температури, зниженні кількості атмосферних опадів, зростанні частоти прояву абіотичних стресових ситуацій (особливо посух, коливань температурного режиму, ранніх весняних заморозків), постає надзвичайно актуальне завдання – впровадження до сівозмін адаптованих культур, які здатні забезпечувати стабільні рівні врожайів за ресурсного обмеження, у тому числі вологи впродовж вегетації.

За останні десятиліття у Південному Степу України визначено чіткі кліматичні зміни, що безпосередньо

впливають на ефективність ведення сільського господарства. За 2000–2024 роки визначено стабільну тенденцію підвищення температури повітря та зменшення кількості атмосферних опадів [1].

Ефективність вирощування традиційних культур, які потребують зволоження, істотно знижується. За таких умов набуває актуальності впровадження у виробництво адаптованих посухостійких культур, які здатні формувати продуктивність за умов обмеженого вологозабезпечення [2].

Однією з таких культур є льон олійний (*Linum usitatissimum* L.) – рослина помірного клімату, яка водночас проявляє високу екологічну пластичність і ефективне використання наявної кількості вологи в ґрунті. Згідно з дослідженнями українських і зарубіжних вчених, льон має відносно низький транспіраційний коефіцієнт, його можна успішно вирощувати в умовах нестійкого зволоження. За обмеженого вологозабезпечення ця культура здатна формувати стабільні рівні врожайів [3-7].

Льон олійний є універсальною і високоцінною технічною культурою, що має багатofункціональне використання, важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки, розвитку біоекономіки та аграрного сектора в умовах змін клімату. Окрім невибагливості до умов вирощування, наявності високої пластичності льон вирізняється коротким вегетаційним періодом, що дозволяє ефективно впроваджувати її в сівозміни навіть за посушливих умов Степу [8-10].

В останні роки зацікавленість до вирощування льону олійного зростає, що пов'язано з його високою цінністю. Насіння культури містить 38-45% жиру, який вирізняється унікальним хімічним складом, зокрема високим вмістом поліненасичених жирних кислот, насамперед α -ліноленової (омега-3), яка є надзвичайно важливою для здоров'я людини, але не синтезується в її організмі [11-13]. Завдяки цьому лляна олія цінується як функціональний харчовий продукт і застосовується в дієтичному та лікувально-профілактичному харчуванні, фармацевтиці, косметології, а також у лакофарбовій і полімерній промисловості [14, 15]. Продукти переробки льону (макуха, шрот, лляне борошно) широко використовують як високобілковий компонент у раціонах тварин і птахів, а соломку льону – як сировину для виробництва технічного волокна, теплоізоляційних матеріалів та паперу [16, 17].

Льон є перспективною культурою для органічного землеробства та біоенергетики. Незначна потреба в добривах, можливість застосування біологічних засобів захисту рослин і сприятливий попередник для інших

культур вирізняють льон, як важливу культуру в ланці у біологізованих сівозмін [18- 21]. Здатність льону до ефективного засвоєння вологи з нижніх шарів ґрунту та його стійкість до ряду хвороб і шкідників дозволяє активно вирощувати його в умовах кліматичних змін, зокрема в зонах ризикованого землеробства Південного Степу України [22].

Проте поки що льон олійний поступається іншим поширеним олійним культурам за площами вирощування. Його частка в структурі посівів залишається порівняно незначною, що зумовлено передусім нижчими рівнями врожайності насіння, недостатньо відпрацьованими елементами технології та обмеженою кількістю адаптованих сортів. У ряді країн, в тому числі й Україні, льон олійний займає нішеву позицію на ринку, однак в останні роки проявляється чітка тенденція до напрощування збільшення площ.

Мета. Метою дослідження є аналіз сучасних тенденцій вирощування льону олійного в Україні та провідних країнах світу, зокрема динаміки посівних площ, урожайності та валового збору культури впродовж 2000–2023 рр., та виявлення чинників, які впливають на ефективність його виробництва. Значну увагу приділено аналізу можливостям адаптації технологій вирощування льону до змін клімату.

Результати досліджень. Упродовж останніх двох десятиліть світове виробництво льону олійного засвідчило стабільну тенденцію до зростання, що пояснюється як попитом на лляну олію, так і розвитком органічного землеробства. Аналіз даних FAOSTAT (2024) свідчить про значні коливання у динаміці посівних площ льону олійного у світі за період з 2000 по 2023 рік. У зазначений період площі під культурою зросли з 2,58 млн га у 2000 р. до максимального показника 4,53 млн га у 2022 р., після чого у 2023 р. знову зменшення до 3,09 млн га (рис. 1). Така динаміка зумовлена як економічними чинниками, так і кліматичними умовами, змінами ринкового попиту та розвитком переробної інфраструктури в окремих країнах.

Найпомітнішим зростання площ посівів льону було в Європі, яка вирізняється серед інших регіонів активною динамікою (табл. 1). Починаючи з 2010 року, площі під льоном у європейських країнах стрімко зросли з 450,3 тис. га (2010) до 2172,4 тис. га у 2022 році.

Одну з найбільш динамічних тенденцій зростання має Казахстан: площі зросли від 1,4 тис. га у 2000 році до понад 1345 тис. га у 2022 році. Таке зростання зумовлене як наявністю сприятливих кліматичних умов у північних регіонах країни, так і зовнішнім попитом на лляне насіння, зокрема країн Європи.

Канада, яка традиційно є одним із провідних світових виробників льону олійного, має значні коливання за площами – від 590,9 тис. га у 2000 р. до 311,9 тис. га у 2022 р., що свідчить про обсяги зменшення інтенсивності вирощування культури, ймовірно, через конкуренцію з іншими олійними рослинами.

Стабільно високі площі під льоном (у межах 300–600 тис. га), з характерною тенденцією до зменшення в середині 2010-х років і зростання після 2020 р. зберігає Індія. Льон в Індії залишається важливою сировиною для внутрішніх потреб та фармацевтичної промисловості.

Китай, хоча й входить до групи провідних виробників, зменшив площі під льоном з понад 497 тис. га у 2000 р. до близько 200 тис. га у 2023 р.

Україна впродовж аналізованого періоду має нерівномірну динаміку посівів. Від 20 тис. га у 2000 р. площі зростали до 66,7 тис. га у 2015 р., з подальшим зниженням та новим збільшенням у 2022–2023 рр., коли було засіяно 32,3 тис. га та 47,5 тис. га відповідно. Такі коливання пов'язані як із кліматичними змінами, так і з нестабільністю ринку льону в Україні. Водночас, посіви культури зберігають тенденцію до зростання.

У США площі під льоном зменшилися з 209 тис. га у 2000 році до лише 64,75 тис. га у 2023 році, що пов'язано з його конкурентоспроможністю порівняно з іншими олійними.

Для Аргентини також характерна нестабільна динаміка посівних площ: від найбільшого значення

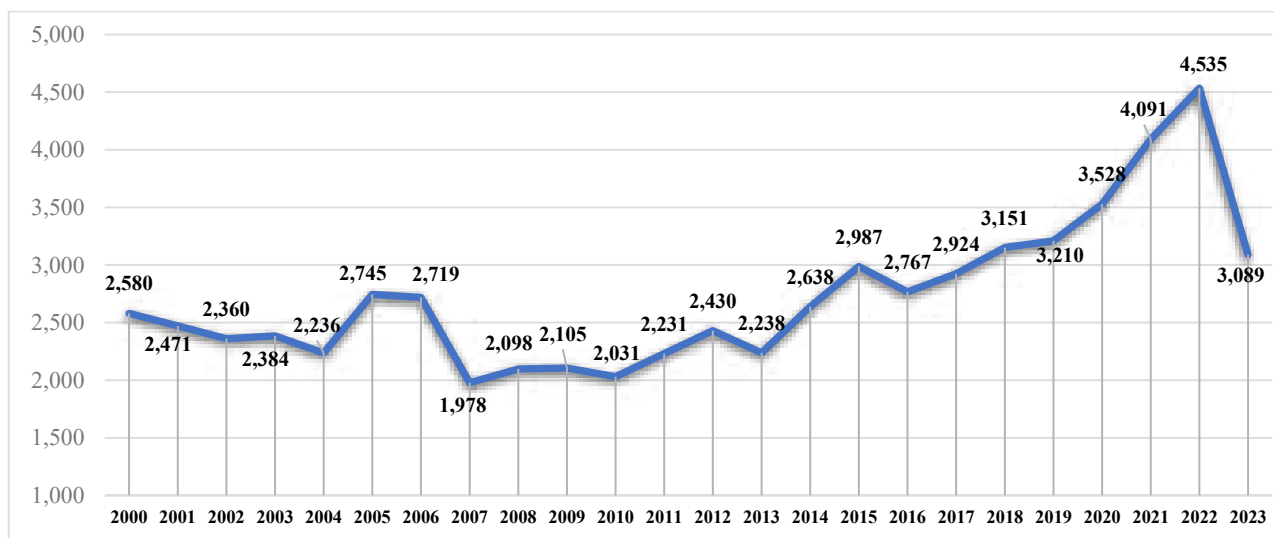


Рис. 1. Динаміка посівних площ льону олійного у світі, млн га

Таблиця 1

Динаміка площ посівів відведених під льон олійний в Україні, Європі та країнах світу, тис га

Рік	Аргентина	Європа	Індія	Казахстан	Канада	Китай	США	Україна
2000	67,88	461,70	593,10	1,40	590,90	497,87	209,22	20,00
2001	28,14	351,53	579,90	1,03	661,70	402,20	233,91	23,00
2002	19,54	258,42	535,80	0,64	633,40	453,00	284,50	24,73
2003	13,80	279,83	450,10	0,92	728,40	449,00	237,96	27,59
2004	28,80	271,94	476,50	1,00	518,00	500,00	206,80	14,00
2005	37,18	295,59	448,70	1,10	732,60	490,00	386,48	25,00
2006	46,69	331,49	436,80	5,10	785,20	485,00	310,40	51,40
2007	28,40	240,70	426,00	4,50	524,00	339,90	141,24	24,10
2008	9,45	277,90	468,00	12,80	625,20	337,80	137,59	19,10
2009	17,37	320,21	407,90	58,40	623,30	336,93	127,07	46,80
2010	25,60	450,26	342,00	225,20	349,20	324,40	169,16	56,30
2011	16,63	680,96	359,00	309,67	291,40	322,10	70,01	58,70
2012	14,60	724,95	323,00	369,63	358,20	317,86	135,98	52,90
2013	17,90	583,30	296,00	384,34	411,90	312,89	69,61	41,98
2014	14,70	564,20	293,07	556,15	628,90	310,00	122,22	37,60
2015	17,00	803,14	285,00	622,55	626,90	292,31	184,54	66,70
2016	13,00	901,06	298,00	633,62	341,50	287,59	148,12	68,70
2017	12,40	745,86	325,22	858,66	418,90	284,00	110,08	47,50
2018	14,25	857,08	326,18	1076,89	341,80	279,00	80,13	31,80
2019	9,05	908,65	172,71	1245,04	339,30	260,00	114,93	16,90
2020	14,25	1090,73	179,90	1342,52	371,30	250,00	119,79	14,00
2021	11,06	1641,95	174,87	1366,07	392,30	260,00	113,31	27,60
2022	16,29	2172,38	196,90	1345,16	311,90	225,00	97,93	32,30
2023	22,46	1427,68	238,73	726,10	238,50	200,00	64,75	47,50

Джерело: FAOSTAT, 2024



Рис. 2. Частка Європейського виробництва льону в світі та частка України у загальних площах посівів льону олійного в Європі, % : FAOSTAT, 2024

Таблиця 2

Валові збори льону олійного, тис т

Рік	Аргентина	Європа	Індія	Казахстан	Канада	Китай	США	Україна
2000	46,92	278,55	240,80	0,59	693,40	343,75	272,55	5,00
2001	22,30	204,16	203,50	0,8	715,00	252,65	290,97	6,40
2002	15,50	141,12	209,10	0,63	679,4	409	301,33	7,02
2003	11,25	200,60	176,70	0,79	754,40	450	267,12	8,13
2004	29,28	217,20	196,50	0,78	516,90	460	263,36	16,20
2005	36,1	283,51	169,70	1,08	990,60	47,5	500,28	28,20
2006	53,78	319,36	172,50	5,39	988,80	480	279,9	61,50
2007	34,07	201,51	167,90	5,22	633,50	268,30	149,77	11,40
2008	9,56	210,99	163,00	10,30	861,10	349,66	145,19	20,80
2009	19,51	273,99	169,20	47,65	930,10	318,14	188,55	37,30
2010	32,17	399,58	153,70	94,61	418,50	352,81	230,03	46,80
2011	21,39	656,20	147,00	273,08	398,90	358,64	141,78	51,10
2012	17,07	498,72	152,00	157,88	491,50	390,51	147,28	41,40
2013	20,43	455,88	147,00	295,02	730,70	398,81	85,25	31,92
2014	17,26	515,76	141,73	419,96	883,30	387,00	161,75	46,63
2015	20,09	728,52	155,00	491,39	943,10	399,62	256,42	76,38
2016	16,61	918,79	125,00	561,77	541,40	368,54	235,58	92,16
2017	13,58	816,64	184,25	683,34	555,10	363,00	97,59	46,14
2018	19,52	707,87	173,76	933,53	492,40	366,00	113,44	23,99
2019	9,95	785,06	99,07	1007,24	486,10	340,00	142,88	15,39
2020	19,52	954,74	12,07	1058,25	578,10	330,00	144,94	15,73
2021	12,36	1528,01	111,36	775,57	336,64	340,00	70,31	42,23
2022	29,23	1933,32	126,42	845,64	473,18	290,00	108,77	27,48
2023	25,00	1280,44	166,75	361,70	272,74	260,00	75,21	53,91

у 67,9 тис. га у 2000 р. до мінімального рівня – 9 тис. га у 2008 р., після чого є прояви поступового відновлення площ під льоном.

Аналіз валових зборів льону олійного в провідних країнах світу за даними FAOSTAT (2024) (табл. 2) свідчить про значні коливання показників виробництва цієї культури впродовж 2000-2023 рр. Ця мінливість зумовлюється як коливаннями погодних умов, так і економічними чинниками, доступністю збуту, розвитком переробної галузі та рівнем технологічного забезпечення виробництва.

Світові валові збори насіння льону олійного зросли з 1986,9 тис. т у 2000 р. до максимального показника 3978,0 тис. т у 2022 році, після чого в 2023 році відбулося значне його зменшення – до 2604,1 тис. т, що, ймовірно, пов'язане з посиленням посушливості в окремих країнах, зменшенням площ посівів та впливом попиту ринку.

Найбільшим збір насіння був у Європі, де у 2022 р. отримано 1933,3 тис. т льону олійного, що стало абсолютним рекордом за весь аналізований період. Для порівняння, у 2000 р. європейські країни зібрали лише 278,6 тис. т. Таке зростання можна пояснити збільшенням площ посівів та підвищенням урожайності насіння завдяки удосконаленню елементів технології, зокрема в країнах Центральної та Східної Європи.

Китай протягом аналізованого періоду зберігає високі і відносно сталі обсяги збору – на рівні 340–460 тис. т, із помітним зменшенням у 2022–2023 рр.

до 290 та 260 тис. т відповідно. Це, очевидно, є наслідком зменшення площ посівів і конкуренції з більш прибутковими культурами.

В Україні, незважаючи на порівняно невеликі посівні площі, прослідковується зростання валових зборів з 5,0 тис. т у 2000 р. до 53,9 тис. т у 2023 р. Максимального значення досягнуто у 2016 р. – 92,2 тис. т, що пов'язано зі збільшенням площ вирощування у центральних та північних регіонах, а також зростанням попиту на органічне насіння. Проте у подальші роки відбулися істотні коливання, зумовлені як кліматичними чинниками, так і економічною нестабільністю.

Тенденція до зменшення валових зборів із 272,6 тис. т у 2000 р. до 75,2 тис. т у 2023 р. Є характерною для США, що є відображенням зменшення площ вирощування та переорієнтації фермерів на інші культури з вищою рентабельністю.

Показники середньої урожайності насіння льону олійного в різних країнах засвідчують значну варіативність, що зумовлено як агрокліматичними умовами, так і рівнем технологічного забезпечення та сортовою політикою. За даними FAOSTAT, середня врожайність льону в світі коливалася у межах 0,74–1,05 т/га, а у 2023 р. – 0,84 т/га (табл. 3). Найвищі середні значення врожайності насіння впродовж аналізованого періоду досягли в США, де вона в окремі роки перевищувала 2 т/га (зокрема, 2011 р. – 2,03 т/га). Це характеризується впровадженням інтенсивних технологій вирощування, використанням високопродуктивних сортів і зрошенням.

Як традиційний лідер з виробництва льяного насіння, стабільно високими рівені урожайності зформуються в Канаді – 1,2–1,6 т/га, з максимальними рівнями у 2013 та 2016 роках (1,77 і 1,59 т/га відповідно). Це є наслідком впровадження точного землеробства, селекції та добору сортів, адаптованих до умов короткого вегетаційного періоду.

У країнах Європи рівні врожайності мають позитивну динаміку – від 0,55–0,6 т/га на початку 2000-х до 1,02–1,09 т/га у 2016–2017 роках. У 2023 році вона залишалася на рівні 0,90 т/га, що є досить високим показником для умов континентального клімату. Сприятливі умови Північної та Центральної Європи, а також зростання попиту на льон органічний.

У Казахстані, попри стрімке зростання площ вирощування, формувались відносно нижчі рівні урожайності – 0,42–1,16 т/га, з поступовим зниженням до 0,50 т/га у 2023 р. Це свідчить про потребу в адаптації сортів до посушливості клімату та підходів до елементів технології.

Водночас для України спостерігаємо стійку тенденцію до підвищення врожайності льону олійного (рис. 3). Це зумовлено удосконаленням елементів технології, впровадженням більш продуктивних сортів та підвищенням попиту на насіння цієї культури. Разом з тим значні коливання в рівнях урожайності потребує подальшого удосконалення технологій вирощування, адаптації до кліматичних змін та розробки раціонального застосування добрив та біопрепаратів.

Урожайність льону олійного в Україні упродовж останніх двох десятиліть зазнавала істотних коливань, що свідчить про високу чутливість цієї культури до агрокліматичних умов, рівня технологічного забезпечення та добору сортів. За офіційними даними FAOSTAT, у 2000–2003 роках урожайність залишалася вкрай низькою – 0,25–0,29 т/га, що характеризує переважно екстенсивний характер вирощування на фоні недостатнього застосування добрив і наявності адаптованих сортів.

Значне зростання рівнів урожайності відбулося у 2004–2006 роках, коли вони перевищили 1,1 т/га, досягнувши 1,20 т/га у 2006 р. Водночас у 2007 році урожайність знову знизилася до 0,47 т/га, що, ймовірно, було наслідком значної посушливості та недотримання елементів технології вирощування.

Наступне десятиліття (2008–2018) характеризувалось коливаннями врожайності в межах 0,75–1,24 т/га, з максимумом у 2014 р. (1,24 т/га). В окремі роки (2008, 2010, 2015, 2016) отримували врожайність понад 1 т/га, що свідчить про прояв потенціалу культури в умовах достатнього вологозабезпечення та за умови застосування сучасних елементів технології. Проте нестабільність урожайності у цей період (наприклад, 2017 – 0,97 т/га, 2018 – 0,75 т/га) вказує на вплив несприятливих погодних факторів і можливі порушення в технологічному процесі. Найвищою врожайність за весь період аналізу сформована у 2021 році – 1,53 т/га,

Таблиця 3

Порівняльна оцінка врожайності насіння льону в Україні, Європі та країнах світу (за даними FAOSTAT, 2024), т/га

Рік	Аргентина	Європа	Індія	Казахстан	Канада	Китай	Світ	США	Україна
2000	0,69	0,60	0,41	0,42	1,17	0,69	0,77	1,30	0,25
2001	0,79	0,58	0,35	0,78	1,08	0,63	0,74	1,24	0,28
2002	0,79	0,55	0,39	0,98	1,07	0,90	0,79	1,06	0,28
2003	0,82	0,72	0,39	0,86	1,04	1,00	0,84	1,12	0,29
2004	1,02	0,80	0,41	0,78	1,00	0,92	0,83	1,27	1,16
2005	0,97	0,96	0,38	0,98	1,35	0,97	0,98	1,29	1,13
2006	1,15	0,96	0,39	1,06	1,26	0,99	0,92	0,90	1,20
2007	1,20	0,84	0,39	1,16	1,21	0,79	0,84	1,06	0,47
2008	1,01	0,76	0,35	0,80	1,38	1,04	0,95	1,06	1,09
2009	1,12	0,86	0,41	0,82	1,49	0,94	1,03	1,48	0,80
2010	1,26	0,89	0,45	0,42	1,20	1,09	0,89	1,36	0,83
2011	1,29	0,96	0,41	0,88	1,37	1,11	0,97	2,03	0,87
2012	1,17	0,69	0,47	0,43	1,37	1,23	0,83	1,08	0,78
2013	1,14	0,78	0,50	0,77	1,77	1,27	1,02	1,22	0,76
2014	1,17	0,91	0,48	0,76	1,40	1,25	1,01	1,32	1,24
2015	1,18	0,91	0,54	0,79	1,50	1,37	1,05	1,39	1,15
2016	1,28	1,02	0,42	0,89	1,59	1,28	1,05	1,59	1,34
2017	1,09	1,09	0,57	0,80	1,33	1,28	0,98	0,89	0,97
2018	1,37	0,83	0,53	0,87	1,44	1,31	0,95	1,42	0,75
2019	1,10	0,86	0,57	0,81	1,43	1,31	0,96	1,24	0,91
2020	1,37	0,88	0,67	0,79	1,56	1,32	0,96	1,21	1,12
2021	1,12	0,93	0,64	0,57	0,86	1,31	0,81	0,62	1,53
2022	1,80	0,89	0,64	0,63	1,52	1,29	0,88	1,11	0,85
2023	1,11	0,90	0,70	0,50	1,14	1,30	0,84	1,16	1,13

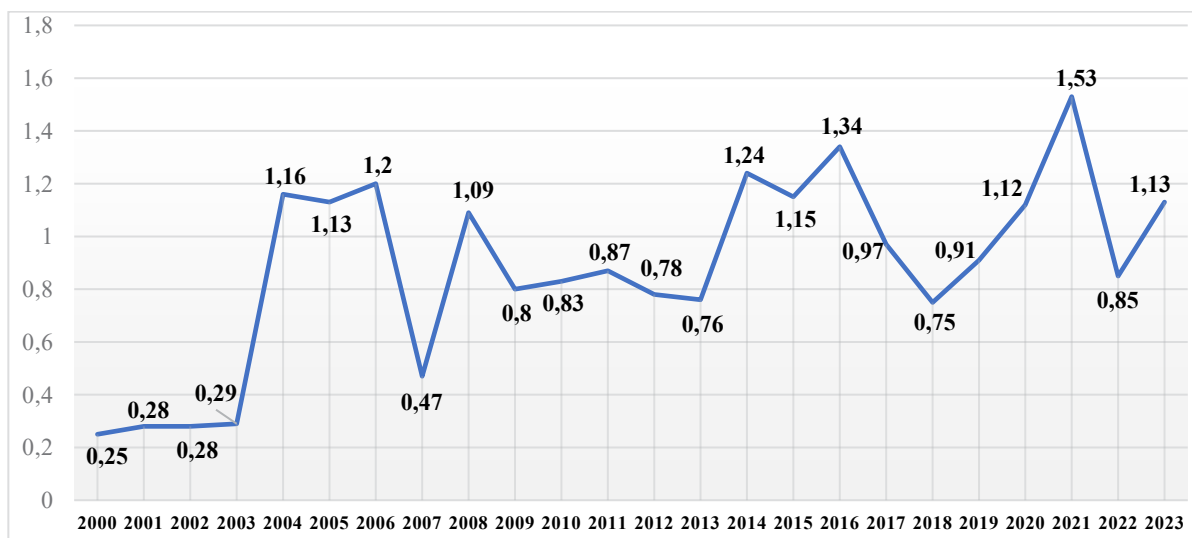


Рис. 3. Врожайність льону олійного в Україні (за даними FAOSTAT, 2024), т/га

що є підтвердженням досягнення сучасними господарствами високого рівня агротехніки та адаптації сортів до регіональних умов. У 2022 році урожайність знизилася до 0,85 т/га, однак у 2023 році знову зросла до 1,13 т/га, що свідчить про збереження позитивного підходу до елементів оптимізації вирощування культури.

Таким чином, сучасні тенденції розвитку виробництва льону олійного у світі засвідчують його зростаюче значення як високорентабельної, екологічно привабливої та стратегічно важливої культури. Для України це створює нові можливості як у напрямі традиційного землеробства, так і в органічному виробництві.

Висновки. Світове виробництво льону олійного характеризує зростання його площ, що зумовлено попитом на омега-3 жирні кислоти та розвитком органічного землеробства. Найактивніше площі під посівами збільшують Європа та Казахстан, тоді як Канада й США зменшують внаслідок конкуренції з іншими культурами. Україна має позитивну тенденцію у збільшенні як площ посівів, так і врожайності насіння льону олійного. Незважаючи на значну варіабельність показників, прослідковується загальний прогрес, зумовлений удосконаленням технологій вирощування, впровадженням нових сортів і зростанням зацікавленості до органічного виробництва.

Виробничі результати залежать від регіональних умов. Найвищу врожайність насіння отримують в США, Канаді та окремих європейських країнах, де активно впроваджуються сучасні агротехнології. Водночас, у ряді країн з екстенсивним підходом до вирощування, зокрема в Індії, урожайність залишається на низькому рівні. Україна, попри менші обсяги виробництва, має потенціал стати конкурентоспроможним виробником насіння льону олійного, особливо в напрямі нарощування органічної продукції. Для цього необхідно адаптувати вирощування до кліматичних змін, удосконалити агротехнічні заходи, впроваджувати ресурсоощадні технології та розвивати логістику і переробну інфраструктуру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. IPCC. Climate Change 2023: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2023. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (дата звернення: 24.07.2024).
2. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. 2021. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (дата звернення: 24.07.2024).
3. Flax fiber and its composites: An overview of water and moisture absorption impact on their performance / Moudood A., Rahman A., Öchsner A., Islam M., Francucci G. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*. 2019. № 38(7). С. 323-339. <https://doi.org/10.1177/0731684418818893>
4. Heller K., Byczyńska M. The impact of environmental factors and applied agronomy on quantitative and qualitative traits of flax fiber. *Journal of natural fibers*. 2015. № 12(1). С. 26-38. <https://doi.org/10.1080/15440478.2013.879088>
5. Гамаюнова В. В., Задирко Р. В. Вплив обробки насіння та ресурсоощадного живлення на водоспоживання льону олійного в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 186–192. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.29>.
6. Товстановська Т. Г., Полякова І. О. Агробіологічні особливості вирощування льону олійного в Україні. *Агроном*. 2007. № 1(15). С. 156-157
7. Рудік О. Л. Формування урожаю льону олійного залежно від терміну посіву та норми висіву в зоні сухого Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2016. № 95. С. 79-86.
8. Рудік О. Л., Онуфран Л. І. Ресурсоощадні технології вирощування льону олійного в системі адаптації до кліматичних змін зони недостатнього зволоження. Chapter 11. Publishing House "Baltija Publishing", 2021. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-11>
9. Вожегова Р., Боровик В., Коновалова В. Урожайність і якість насіння сортів льону олійного в Південному Степу України залежно від різних умов вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3. Том 98. С. 82–87. <https://doi.org/10.31073/agrovishnyk202003-12>

10. Чехова І. Світові тенденції розвитку ринку олійних культур. *Економічний дискурс*. 2020. Вип. 3. С. 54–62. <https://doi.org/10.36742/2410-0919-2020-3-6>
11. Flaxseed as a source of functional ingredients / Rubilar M., Gutiérrez C., Verdugo M., Shene C., Sineiro J. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2010. 10(3). P. 373–377. DOI:10.4067/S0718-95162010000100010
12. Насіння льону як рецептурний компонент хлібобулочних виробів / Бондаренко Ю. В., Білик О. А., Кочубей-Литвиненко О. В., Андронович Г. М. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2020. №26(4). С. 178-189. DOI:10.24263/2225-2924-2020-26-4-20
13. Онопрієнко О. В., Онопрієнко О. М. Інновації у харчових технологіях. *Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії*: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Черкаси, 3–4 листопада 2022 р.). Черкаси :ЧДТУ, 2022. С. 138–142.
14. Горач О. О. Інноваційні напрями використання насіння льону олійного та екологічна безпека харчової продукції. *Формування нової парадигми розвитку агропромислового сектору в XXI столітті*: колективна монографія. Львів-Торунь: Ліра-Прес, 2021. Ч. 2. С. 593–620.
15. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food / Goyal A., Sharma V., Upadhyay N., Gill S., Sihag M. *Journal of Food Science and Technology*. 2014. 51(9). P. 1633–1653. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>
16. Алієв Е. Б., Алієва О. Ю., Малєгін Р. Д. Техніко-технологічне забезпечення комплексної безвідходної переробки рослинної сировини олійних культур у корми для органічного тваринництва. *Наукові горизонти*. 2020. № 7(92). С. 112–119. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-92-7-112-119>.
17. Дяченко Л. С., Бомко В. С., Сивик Т. Л. Основи технології комбікормового виробництва: навч. посібник. Біла Церква, 2015. 306 с.
18. Шепель А. В., Чернишова Є. О. Льон олійний як попередник круп'яних культур у проміжних посівах в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 80. С. 166-170.
19. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури): монографія / І. А. Шевченко, В. О. Лях, О. І. Поляков, А. І. Сорока, К. В. Ведмедева, В. М. Журавель, Ю. О. Махно, Т. Г. Товстановська, Г. І. Буділка; Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України. Запоріжжя: СТАТУС, 2017. 44 с.
20. Полякова І. О., Товстановська Т. Г. Агробіологічні особливості вирощування льону олійного в Україні. *Агроном*. 2007. № 1. С. 156–157.
21. Прокопенко Е. В., Прокопенко Н. А. Агроєкологічні особливості росту льону олійного. The 12th International scientific and practical conference "Modern research in science and education", (July 25-27, 2024). VoScience Publisher, Chicago, USA, 2024. С. 8-12.
22. Сівозміна як захід ресурсозаощадження та екологічної рівноваги південного регіону України в повоєнний період/Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Пилипенко Т. В. *Climate-smart agriculture: science and practice*: Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2023. С. 361–394.

REFERENCES

1. IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
2. IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
3. Moudood, A., Rahman, A., Öchsner, A., Islam, M., & Francucci, G. (2019). Flax fiber and its composites: An overview of water and moisture absorption impact on their performance. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 38(7), 323–339. <https://doi.org/10.1177/0731684418818893>
4. Heller, K., & Byczyńska, M. (2015). The impact of environmental factors and applied agronomy on quantitative and qualitative traits of flax fiber. *Journal of Natural Fibers*, 12(1), 26–38. <https://doi.org/10.1080/15440478.2013.879088>
5. Hamaiunova, V.V., & Zadyrko, R.V. (2023). Vplyv obrobky nasinnia ta resursooshchadnoho zhyvlenia na vodospozhyvannia lonu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Effect of seed treatment and resource-saving fertilization on water consumption of oil flax in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*, 22, 186–192. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.29> [in Ukrainian].
6. Tovstanovska, T.H., & Polyakova, I.O. (2007). Ahrobiolohichni osoblyvosti vyroshchuvannia lonu oliinoho v Ukraini [Agrobiological features of oil flax cultivation in Ukraine]. *Ahronom*, (1), 156–157 [in Ukrainian].
7. Rudyk, O.L. (2016). Formuvannia urozhaiu lonu oliinoho zalezho vid terminu posivu ta normy vysivu v zoni suchoho Stepu Ukrainy [Formation of oil flax yield depending on sowing time and seeding rate in the dry Steppe zone of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, (95), 79–86 [in Ukrainian].
8. Rudyk, O.L., & Onufron, L.I. (2021). Resursooshchadni tekhnolohii vyroshchuvannia lonu oliinoho v systemi adaptatsii do klimatychnykh zmin zony nedostatnoho zvolozhennia [Resource-saving technologies of oil flax cultivation under adaptation to climate change in the insufficient moisture zone]. *Climate-smart agriculture* (Chap. 11). Baltija Publishing. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-11> [in Ukrainian].
9. Vozhehova, R., Borovyk, V., & Konovalova, V. (2020). Urozhainist i iakist nasinnia sortiv lonu oliinoho v Pivdennomu Stepu Ukrainy zalezho vid riznykh umov vyroshchuvannia [Yield and quality of oil flax seeds in the Southern Steppe of Ukraine depending on various growing conditions]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 98(3), 82–87. <https://doi.org/10.31073/agrovvisnyk202003-12> [in Ukrainian].
10. Chekhova, I. (2020). Svitovi tendentsii rozvytku rynku oliinykh kultur [Global trends in the oil crops market]. *Ekonomichnyi dyskurs*, 3, 54–62. <https://doi.org/10.36742/2410-0919-2020-3-6> [in Ukrainian].
11. Rubilar, M., Gutiérrez, C., Verdugo, M., Shene, C., & Sineiro, J. (2010). Flaxseed as a source of functional ingredients. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10(3), 373–377. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162010000100010>
12. Bondarenko, Y.V., Bilyk, O.A., Kochubei-Lytvynenko, O.V., & Andronovych, H.M. (2020). Nasinia l'onu yak retsepturnyi komponent khlibobulochnykh

- vyrobiv [Flaxseed as a formulation component of bakery products]. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii*, 26(4), 178–189. <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2020-26-4-20> [in Ukrainian].
13. Onopriienko, O.V., & Onopriienko, O.M. (2022). Innovatsii u kharchovykh tekhnolohiiakh [Innovations in food technologies]. *Intehratsiini ta innovatsiini napriamy rozvytku kharchovoi industrii*, pp. 138–142. Cherkasy: ChDTU [in Ukrainian].
 14. Horach, O.O. (2021). Innovatsiini napriamy vykorystannia nasinnia l'onu oliinoho ta ekolohichna bezpeka kharchovoi produktsii [Innovative directions of flaxseed use and food safety]. *Formuvannia novoi paradyhmy rozvytku ahropromysloвого sektoru v XXI stolitti*, Part 2, pp. 593–620. Lviv–Torun: Liha-Press [in Ukrainian].
 15. Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., & Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: An ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1633–1653. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>
 16. Aliiev, E.B., Aliieva, O.Yu., & Malehin, R.D. (2020). Tekhniko-tekhnolohichne zabezpechennia kompleksnoi bezvidkhidnoi pererobky roslynnoi syrovyny oliinykh kultur u kormy dlia orhanichnogo tvarynnytstva [Technical and technological support of complex non-waste processing of oilseed raw materials into feed for organic livestock]. *Naukovi horyzonty*, 7(92), 112–119. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-92-7-112-119> [in Ukrainian].
 17. Diachenko, L.S., Bomko, V.S., & Syvyk, T.L. (2015). *Osnovy tekhnolohii kombikormovoho vyrobnytstva [Fundamentals of feed production technology]*. Bila Tserkva, 306 [in Ukrainian].
 18. Shepel, A.V., & Chernyshova, Ye.O. (2012). Lon oliinyi yak poperednyk krup'ianykh kultur u promizhnykh posivakh v umovakh pivdnia Ukrainy [Oil flax as a predecessor of groat crops in intermediate sowings in southern Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 80, 166–170 [in Ukrainian].
 19. Shevchenko, I.A., Liakh, V.O., Poliakov, O.I., Soroka, A.I., Vedmedieva, K.V., Zhuravel, V.M., Makhno, Yu.O., Tovstanovska, T.H., & Budilka, H.I. (2017). *Lon oliinyi, hirchytzia. Stratehiia vyrobnytstva oliinoi syrovyny v Ukraini (maloposhyreni kultury)* [Oil flax, mustard. Strategy for production of oil raw materials in Ukraine (minor crops)]. Zaporizhzhia: STATUS, 44 [in Ukrainian].
 20. Polyakova, I.O., & Tovstanovska, T.H. (2007). Ahrobiolohichni osoblyvosti vyroshchuvannia l'onu oliinoho v Ukraini [Agrobiological features of oil flax cultivation in Ukraine]. *Ahronom*, 1, 156–157 [in Ukrainian].
 21. Prokopenko, E.V., & Prokopenko, N.A. (2024). Ahroekolohichni osoblyvosti rostu l'onu oliinoho [Agroecological features of oil flax growth]. *Modern research in science and education: Proceedings of the 12th International scientific and practical conference*, pp. 8–12. BoScience Publisher, Chicago, USA [in Ukrainian].
 22. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Baklanova, T.V., & Pylypenko, T.V. (2023). Sivozmyna yak zakhid resursozashchadzhenia ta ekolohichnoi rinvovahy pivdennoho rehionu Ukrainy v povoiennyi period [Crop rotation as a measure of resource saving and environmental balance in the post-war period of southern Ukraine]. *Climate-smart agriculture: science and practice*, pp. 361–394. Riga, Latvia: Baltija Publishing [in Ukrainian].
- Зелінський Ю.А. Аналіз сучасного стану та перспектив вирощування льону олійного: Україна в контексті світових змін**
- Метою дослідження** є узагальнення змін у структурі виробництва льону олійного у провідних країнах світу, виявлення регіональних особливостей динаміки площ та врожайності, а також аналіз факторів, що визначають ці процеси, з урахуванням кліматичних, економічних та технологічних умов. Особливу увагу приділено ситуації в Україні, яка, попри нестабільну динаміку, демонструє зростання виробничого потенціалу цієї культури. **Методика.** У статті здійснено комплексний аналіз сучасних тенденцій виробництва льону олійного у глобальному та національному вимірах у період з 2000 по 2023 рік. **Результати.** У статті наведено дані FAOSTAT, що ілюструють коливання світових площ під льоном – від 2,58 млн га у 2000 р. до 4,53 млн га у 2022 р., із подальшим зменшенням у 2023 р. Аналіз посівів за регіонами показує, що найбільше зростання фіксується в Європі, де за останнє десятиліття площі зросли більш ніж у п'ять разів. Значне нарощування також спостерігається у Казахстані, тоді як Канада, Китай і США демонструють зниження або коливання посівних площ. Україна вирізняється нестабільною динамікою, однак із позитивною тенденцією до збільшення посівів і валових зборів у 2022–2023 роках. Щодо показників урожайності, у статті підкреслюється, що вони варіюють від 0,35–0,70 т/га (Індія) до понад 2 т/га (США). Середня світова урожайність у 2023 році становила 0,84 т/га. Найвищі врожаї спостерігаються в країнах з розвинутою агротехнологічною базою – США, Канада, європейські держави. В Україні за останні 20 років урожайність істотно зросла – від 0,25 т/га на початку 2000-х до 1,13 т/га у 2023 р., із піком у 2021 році (1,53 т/га). Це пов'язано з впровадженням нових сортів, покращенням агротехніки та підвищенням інтересом до органічного виробництва. **Висновки.** зазначено, що льон олійний має значний аграрний та економічний потенціал і посідає важливе місце в системах сталого землеробства. Його виробництво вимагає адаптації до кліматичних змін, застосування точного землеробства, покращення сортової політики та розвитку переробної інфраструктури. Для України ця культура є перспективною як у традиційних, так і в органічних технологіях, що відкриває нові можливості для розширення експорту та задоволення внутрішнього попиту.
- Ключові слова:** льон олійний, площі посіву, урожайність, валові збори, агрокліматичні умови, органічне землеробство, світові тенденції, FAOSTAT.
- Zelinskiy Yu.A. Analysis of the Current State and Prospects for Oil Flax Cultivation: Ukraine in the Context of Global Changes**
- The purpose** of the study is to summarize the changes in the structure of oil flax production in leading countries worldwide, to identify regional characteristics of the dynamics of cultivated areas and yields, and to analyze the factors that determine these processes, considering climatic, economic, and technological conditions. Particular attention is paid to the situation in Ukraine, which, despite unstable dynamics, demonstrates growing production potential for this crop. **Methodology.** The article presents a comprehensive analysis of current trends in oil flax production at both global and national levels during the period from 2000 to 2023. **Results.** The article presents FAOSTAT data illustrating the fluctuations in global oil flax cultivation areas,

from 2.58 million hectares in 2000 to 4.53 million hectares in 2022, followed by a decrease in 2023. A regional breakdown shows that the most significant growth occurred in Europe, where the sown area increased more than five-fold over the past decade. Kazakhstan also showed considerable expansion, while Canada, China, and the United States displayed declines or fluctuations in cultivation areas. Ukraine is characterized by unstable dynamics but with a positive trend toward increased sowing and gross harvests in 2022–2023. Regarding yield indicators, the article emphasizes the variation from 0.35–0.70 t/ha (India) to over 2 t/ha (USA). The global average yield in 2023 was 0.84 t/ha. The highest yields were observed in countries with advanced agro-technological infrastructure, such as the USA, Canada, and European nations. In Ukraine, yields have significantly improved over the past 20 years, from

0.25 t/ha in the early 2000s to 1.13 t/ha in 2023, with a peak of 1.53 t/ha in 2021. This growth is attributed to the introduction of new varieties, improved agricultural practices, and growing interest in organic production. **Conclusions.** The article concludes that oil flax has considerable agronomic and economic potential and plays a significant role in sustainable farming systems. Its production requires adaptation to climate change, implementation of precision agriculture, improvement of varietal policies, and development of processing infrastructure. For Ukraine, oil flax is a promising crop for both conventional and organic production systems, opening new opportunities for export expansion and meeting domestic demand.

Key words: oil flax, cultivated area, yield, gross harvest, agro-climatic conditions, organic farming, global trends, FAOSTAT.