

ВПЛИВ ФАКТОРІВ ВИРОЩУВАННЯ НА ВОДОСПОЖИВАННЯ СОРТІВ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

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. Льон олійний (*Linum usitatissimum* L.) – одна з найважливіших олійних культур, яка вирізняється високим вмістом цінних жирних кислот та білка. Вирощування льону у сівоzmінах сприяє підвищенню ефективності використання сільськогосподарських земель, покращує структуру ґрунту, сприяє накопиченню органічної речовини та зменшує загрозу розвитку бур'янів і хвороб. Одним із провідних факторів, що визначає рівень урожайності льону олійного в умовах Південного Степу України, є достатнє забезпечення рослин вологою у критичні періоди вегетації. Особливу роль відіграє режим зволоження під час проростання, інтенсивного росту стебла, бутонізації та формування насіння. Дефіцит води у ці періоди призводить до порушення фізіологічних процесів, накопичення меншої кількості біомаси та недобору врожаю, навіть у посухостійких культурах, до яких відносять і льон олійний.

Проблема нестачі доступної води в ґрунті є надзвичайно актуальною для Південного Степу, особливо з огляду на кліматичні зміни, які проявляються у зменшенні кількості опадів і підвищенні температур. Основним джерелом води для рослин у цій зоні є, переважно, атмосферні опади, але їх обсяг та розподіл упродовж вегетації зазвичай недостатній та нерівномірний. Тому одним із головних завдань технології вирощування льону олійного постає забезпечення оптимального водного режиму ґрунту, максимальне збереження і раціональне використання води рослинами шляхом добору адаптованих сортів, оптимізації елементів живлення та застосування сучасних інших елементів технології. За умов водного дефіциту необхідно враховувати як біологічні особливості культури, так і агротехнічні заходи, що сприяють підвищенню її стійкості до абіотичних стресів та забезпечують отримання сталої продуктивності у посушливих регіонах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вологозабезпечення – один із найважливіших факторів, який обмежує продуктивність льону олійного (*Linum usitatissimum* L.), особливо в умовах Південного Степу України, де проявляються незначна кількість опадів, високі температури і надмірне випаровування. Продуктивність цієї культури значною мірою визначається кількістю ґрунтової води, яка забезпечує сприятливі умови для проростання насіння, формування кореневої системи, оптимальні транспіраційні процеси,

терморегуляцію та ефективне засвоєння поживних речовин рослинами [1-3].

Забезпечення льону олійного вологою залежить не лише від кількості опадів під час вегетації, а й від ефективності їх поглинання, утримання ґрунтом та раціонального використання рослинами.

Оптимізація фону живлення не лише посилює ростові процеси, збільшує водоспоживання посівів та забезпечує прирости врожаю, а й сприяє більш ефективному використанню води рослинами на формування його одиниці [4, 5].

Внесення мінеральних добрив, зокрема азотних, фосфорних і калійних, сприяє активізації ростових процесів, розвитку кореневої системи та покращенню фотосинтетичної діяльності посівів льону олійного. За даними Ф. Ф. Адаменя і Л. Е. Арсланової [6], оптимальне живлення мінеральними добривами забезпечує не лише приріст урожайності, а й більш повне використання ґрунтової води впродовж вегетації. Іншими дослідниками також встановлено [7], що застосування різних форм азотних добрив позитивно впливає на водний режим, підвищуючи коефіцієнт водоспоживання льону, особливо в критичні фази розвитку культури.

Як зазначає І. О. Біднина [8], на темно-каштанових ґрунтах Півдня України оптимальні дози мінеральних добрив підвищують ефективність поглинання і засвоєння води рослинами льону, зменшуючи її втрати шляхом випаровування та стікання. Це підтверджують також дослідження Р. А. Вожегової та колег [9], які зазначають, що в умовах дефіциту опадів застосування НРК-добрив сприяє більш економічному й раціональному використанню наявної води, що позитивно впливає на формування врожаю насіння.

Дослідники також повідомляють про необхідність збалансованого внесення мінеральних добрив. Порушення співвідношення між елементами живлення може призводити до зниження водоутримуючої здатності рослин і нераціонального використання водних ресурсів [10, 11]. Їх дослідженнями встановлено, що найбільш ефективною є комплексна система удобрення, яка сприяє оптимізації водного режиму посівів льону олійного.

Позакореневі підживлення препаратів на основі мікроелементів (бор, цинк, марганець), регуляторів росту, біологічних стимуляторів активізують

фізіолого-біохімічні процеси в рослині, посилюють розвиток кореневої системи, що, в свою чергу, забезпечує кращий доступ до ґрунтової вологи. Т. А. Сябрук та ін. [12] провівши дослідження, зазначають, що внесення біопрепаратів підвищує фотосинтетичну активність, прискорює формування листкового апарату, а це сприяє більш раціональному використанню рослинами вологи з орного шару ґрунту.

Застосування позакореневих підживлень у критичні фази росту льону (бутонізація, налив насіння) покращує водний баланс у тканинах, що особливо важливо в умовах високих температур та зниженого атмосферного зволоження [10].

Визначення потреби льону олійного у волозі та встановлення найбільш чутливих до нестачі води періодів вегетації дозволяє сільгоспвиробникам створювати максимально сприятливі умови для росту і розвитку цієї культури. Рівень водоспоживання посівів значною мірою впливає на формування врожаю, а тому дослідження впливу різних агротехнічних заходів – зокрема передпосівної обробки насіння біопрепаратами та оптимізації живлення з орієнтацією на ресурсозбереження – має важливе практичне значення.

Мета. Метою досліджень передбачали визначити вплив передпосівної обробки насіння та ресурсоощадного живлення, а саме внесення комплексного мінерального добрива і проведення позакореневих підживлень препаратами на загальне водоспоживання та витрати вологи, необхідні для формування одиниці врожаю сортів льону олійного Водограй, Добродар та Запорізький богатир за вирощування їх на чорноземі південному в посушливих умовах зони Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили на дослідному полі ДУ “Миколаївської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКОСГ НААН” за загальноприйнятими методиками [13-15].

Сорти льону олійного Водограй, Добродар та Запорізький богатир висівали після пшениці озимої. Ґрунтова відміна – чорнозем південний з вмістом гумусу в орному шарі ґрунту 3,2-3,3%, середньою забезпеченістю рухомими формами азоту, фосфору і калію. Агротехніка вирощування льону олійного у дослідках була загальноприйнятною для зони Півдня України, окрім факторів, взятих на вивчення.

Льон олійний висівали у третій декаді березня – першій декаді квітня, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягала 6–8 °С. Сівбу проводили нормою 5,5–7,0 млн схожих насінин на гектар, з глибиною загортання насіння 2–3 см. Перед сівбою насіння льону

олійного обробляли біологічним препаратом Азотофіт у нормі 1,0 л/т для покращення азотного живлення та стимуляції росту, а також протруювали фунгіцидом Максим XL 035 FS у нормі 1,0 л/т з метою захисту від комплексу насінневої та ґрунтової інфекцій. У фазу 4-6 листків (ялинки) проводили позакореневе підживлення посіву рослин згідно схеми досліду Органік баланс 1,0 л/га. На початку бутонізації проводили позакореневе підживлення також Органік балансом 1,0 л/га сумісно з борвмісним препаратом Боропті у нормі 150 г/га. У фазу початку наливу насіння в період активного транспорту асимілянтів у генеративні органи проводили позакореневе підживлення Азотофітом 0,5 л/га.

Схема досліду включала 3 фактори: *Фактор А* – сорти льону олійного (Водограй, Добродар та Запорізький богатир). *Фактор В* – Обробка насіння перед сівбою (1. Обробка водою; 2. Обробка препаратом Азотофіт 1,0 л/т). *Фактор С* – Фон живлення (1. Контроль; 2. $N_{15}P_{15}K_{15}$; 3. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс 1,0 л/га (фаза 4-6 листків); 4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс 1,0 л/га + Боропті 150 г/га (початок бутонізації); 5. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Азотофіт 0,5 л/га (початок наливу насіння); 6. Без добрив + Органік баланс 1,0 л/га (фаза 4-6 листків) + Органік баланс 1,0 л/га + Боропті 150 г/га (початок бутонізації) + Азотофіт 0,5 л/га (початок наливу насіння); 7. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс 1,0 л/га (фаза 4-6 листків) + Органік баланс 1,0 л/га + Боропті 150 г/га (початок бутонізації) + Азотофіт 0,5 л/га (початок наливу насіння). Вологість у шарі ґрунту 0–100 см визначали до сівби та після збирання врожаю термостатно-ваговим методом. Для розрахунку сумарного водоспоживання використовували метод водного балансу. Коефіцієнт водоспоживання розраховували за відношенням показника сумарного водоспоживання до рівня врожайності насіння. Статистичну обробку експериментальних даних виконували із застосуванням програмного пакету Microsoft Office Excel та програмно-інформаційного комплексу Agrostat. Значення коефіцієнту кореляції аналізували за шкалою Чеддока [16]. Спостереження за станом рослин, відбір зразків та облік урожаю у досліді з льоном олійним проводили згідно зональних методичних рекомендацій та ДСТУ.

Результати досліджень. За результатами проведених досліджень встановлено, що сумарне водоспоживання льону олійного суттєво змінювалось залежно від погодних умов року вирощування (табл. 1). Максимальним сумарне водоспоживання визначено у 2023 році – 3414 м³/га, що обумовлювалось сприятливим вологозабезпеченням та достатньою кількістю опадів упродовж вегетаційного періоду – 2574 м³/га, або

Таблиця 1

Сумарне водоспоживання та його баланс за вирощування льону олійного

Рік вирощування	Сумарне водоспоживання, м³/га	Частка у балансі, м³/га	
		опадів	ґрунтової вологи
2022	1614	862	752
2023	3414	2574	840
2024	1320	503	817
2022–2024 рр.	2116	1313	803

75,4% балансу водоспоживання (рис. 1). Мінімальним сумарним водоспоживанням було у посушливому 2024 році – лише 1320 м³/га, з яких на опади припадало 503 м³/га (38,1 % балансу), а решту забезпечували запаси ґрунтової вологи (817 м³/га, або 61,9 %).

У 2022 році сумарне водоспоживання склало 1614 м³/га, з яких на опади припадало 862 м³/га (53,4%), а на використання ґрунтової вологи – 752 м³/га (46,6%). У середньому за три роки вирощування (2022–2024 рр.) на формування врожаю льону олійного витрачалося

2116 м³/га води, з яких 62,1% забезпечували опади, а 37,9% – ґрунтова волога.

Нами визначено пряму та тісну кореляційну залежність між сумарним водоспоживанням та рівнями врожайності насіння, сформованого досліджуваними сортами льону олійного (рис. 2). Коефіцієнт кореляції становив 0,9949–0,9997, що характеризує дуже сильний зв'язок.

Аналіз отриманих даних свідчить, що для всіх сортів мінімальні значення коефіцієнта водоспоживання

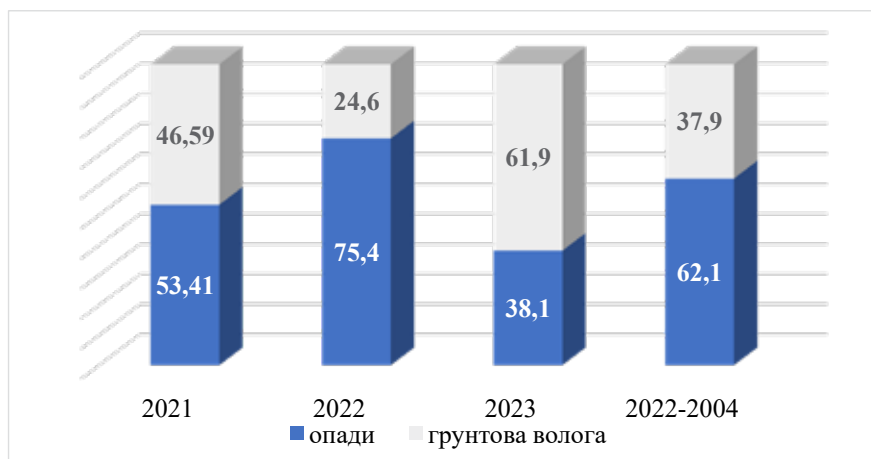


Рис. 1. Складові елементи балансу водоспоживання, %

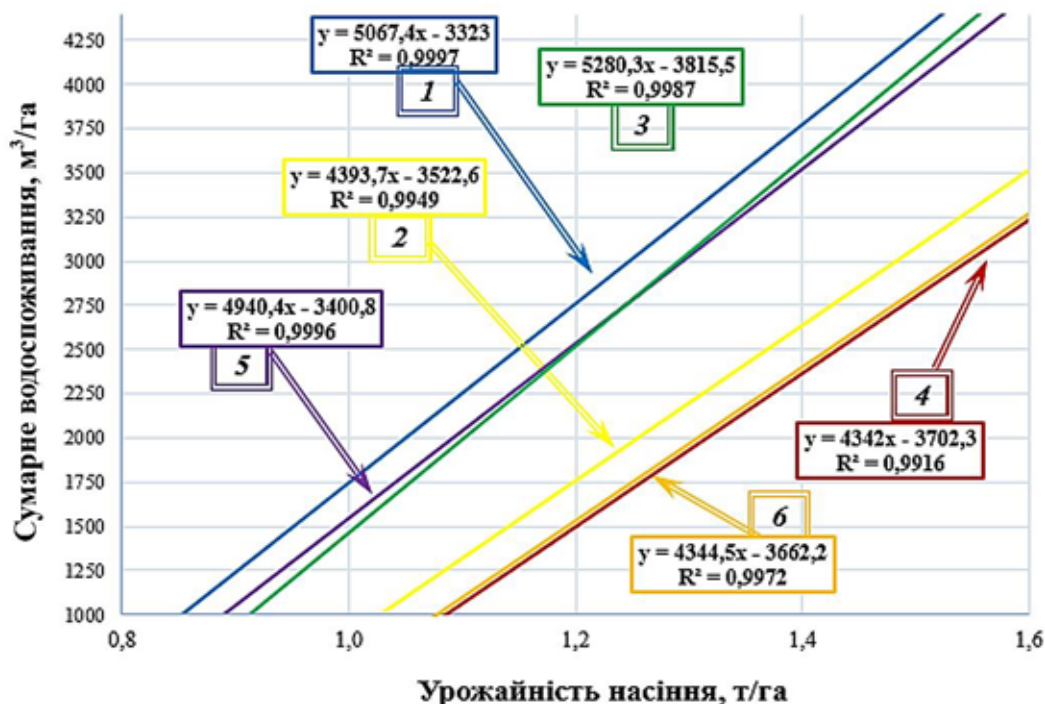


Рис. 2. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю насіння та сумарним водоспоживанням льону олійного (середнє за 2022–2024 рр.)

1. Сорт Водограй, обробка насіння водою; 2. Сорт Водограй, обробка насіння Азотофітом; 3. Сорт Добродар, обробка насіння водою; 4. Сорт Добродар, обробка насіння Азотофітом; 5. Сорт Запорізький богатир, обробка насіння водою; 6. Сорт Запорізький богатир, обробка насіння Азотофітом

незалежно від року вирощування визначено у варіантах із застосуванням комплексного мінерального живлення, проведення позакоренових підживлень препаратами (Органік баланс, Бороплюс, Азотофіт) та за передпосівної обробки насіння Азотофітом (табл. 2). Передпосівна обробка насіння біопрепаратом Азотофіт додатково підвищує ефективність водоспоживання, забезпечуючи більш раціональне використання як атмосферних опадів, так і запасів ґрунтової вологи.

Так, найменшим коефіцієнт водоспоживання визначено у 2024 році для всіх сортів льону олійного. У сорту Добродар у варіанті внесення комплексного добрива $N_{15}P_{15}K_{15}$, передпосівної обробки насіння біопрепаратом Азотофіт та проведення позакоренового підживлення Органік балансом у фазу 4-6 листків та Органік баланс + Боропті на початку бутонізації + Азотофіт на початку наливу насіння коефіцієнт водоспоживання склав 904,1 м³/т, у сорту Запорізький богатир – 923,1, а Водограй – 963,5 м³/т, що в 1,4 рази менше порівняно з контролем. Це засвідчує важливе значення оптимізації

живлення рослин у ефективному та ощадливому використанні води на формування одиниці врожаю за одночасного зменшення непродуктивних її втрат на випаровування.

Внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ та проведення позакоренового підживлення Органік балансом сумісно з Боропті на початку бутонізації також забезпечує суттєве зниження коефіцієнта водоспоживання в усі роки досліджень. Показники цього варіанту значно нижчі від контролю, що також свідчить про більш сприятливе та ощадливе використання води. Так, у 2024 році коефіцієнт водоспоживання склав у сорту Водограй 1015,4 м³/т за обробки насіння Азотофітом, сорту Добродар – 970,6, а Запорізький богатир – 977,8, що в 1,2 рази менше, ніж у контролі.

Загалом, отримані нами результати досліджень свідчать про суттєве зниження коефіцієнта водоспоживання льону олійного за впровадження комплексної ресурсощадної системи живлення з використанням сучасних препаратів для передпосівної обробки насіння та

Таблиця 2

Коефіцієнт водоспоживання посівів льону олійного залежно від досліджуваних факторів за роками вирощування, м³/т

Варіант живлення (фактор С)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)					
	Обробка водою			Обробка Азотофітом		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Сорт Водограй (фактор А)						
1.Контроль	2273,2	3161,1	1970,1	1921,4	2547,8	1609,8
2. $N_{15}P_{15}K_{15}$	1855,2	2688,2	1590,4	1551,9	2231,4	1320,0
3. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс	1735,5	2586,4	1450,5	1441,1	2160,8	1211,0
4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Боропті	1454,1	2322,4	1222,2	1241,5	1928,8	1015,4
5. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Азотофіт	1551,9	2456,1	1306,9	1291,2	2044,3	1082,0
6.Без добрив + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1754,3	2731,2	1590,4	1480,7	2260,9	1306,9
7. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1367,8	2246,1	1157,9	1144,7	2020,1	963,5
Сорт Добродар (фактор А)						
1.Контроль	2152,0	3048,2	1808,2	1834,1	2473,9	1534,9
2. $N_{15}P_{15}K_{15}$	1754,3	2586,4	1517,2	1480,7	2160,8	1257,1
3. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс	1646,9	2510,3	1375,0	1391,4	2094,5	1157,9
4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Боропті	1379,5	2276,0	1168,1	1195,6	1855,4	970,6
5. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Азотофіт	1480,7	2387,4	1233,6	1232,1	1984,9	1031,3
6.Без добрив + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1630,3	2646,5	1483,1	1403,5	2188,5	1222,2
7. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1301,6	2174,5	1109,2	1098,0	1950,9	904,1
Сорт Запорізький богатир (фактор А)						
1.Контроль	2181,1	2994,7	1885,7	1813,5	2438,6	1552,9
2. $N_{15}P_{15}K_{15}$	1754,3	2586,4	1534,9	1467,3	2174,5	1281,6
3. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс	1663,9	2473,9	1389,5	1391,4	2081,7	1147,8
4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Боропті	1403,5	2260,9	1168,1	1186,8	1875,8	977,8
5. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Азотофіт	1467,3	2387,4	1257,1	1241,5	1996,5	1039,4
6.Без добрив + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1646,9	2626,2	1517,2	1391,4	2202,6	1233,6
7. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1312,2	2188,5	1118,6	1105,5	1962,1	923,1

підживлень. Це підтверджує високу ефективність біологізованих і ресурсозберігаючих технологій у підвищенні ефективного використання води рослинами льону олійного та адаптації культури до посушливих умов. Також зазначене пересвідчує у тому, що льон є посухостійкою культурою, яка здатна за належної технології вирощування формувати стапу продуктивність навіть за обмеженої кількості води.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що сумарне водоспоживання льону олійного істотно змінюється залежно від погодних умов року вирощування. Найбільшим воно визначено у 2023 році – 3414 м³/га завдяки сприятливому режиму зволоження і підвищеній кількості опадів. Натомість у найбільш посушливому 2024 році цей показник був мінімальним – лише 1320 м³/га, з яких основна частка забезпечувалася за рахунок запасів ґрунтової води. Найнижчі значення коефіцієнта водоспоживання визначено у варіантах із застосуванням комплексного мінерального живлення, сучасних препаратів для позакоренових підживлень, особливо за передпосівної обробки насіння Азотофітом. За таких умов ефективність використання води підвищується, а її витрати на формування одиниці врожаю знижуються у 1,2–1,4 рази порівняно з контролем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рудік О. Л. Вплив вологозабезпечення на процеси росту та розвитку сортів льону в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 98. С. 113–121.
2. Ефективність використання води рослинами льону олійного залежно від водозабезпеченості / Ушкаренко В. О., Лазер П. Н., Минкін М. В., Минкіна А. О. *Таврійський науковий вісник*. 2005. № 41. С. 3–8.
3. Оккерт А. В., Поляков О. І., Нікітенко О. В. Водоспоживання льону олійного залежно від системи догляду за посівами за різних норм висіву. *Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення: матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН Валентина Сергійовича Цикова (Дніпро, 12–13 жовтня 2023 р.)*. ДУ Інститут зернових культур. 2023. С. 151–153.
4. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату / Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Коваленко О. А., Пилипенко Т. В. *Наукові горизонти*. 2020. № 02(87). С. 89–101. doi: 10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101
5. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В. Шляхи підвищення стійкості та адаптації землеробської галузі у повоєнний період. Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри: міжнародний форум, (м. Миколаїв, 01–02 червня 2023 р.). Миколаїв: МНАУ, 2023. С. 31–34.
6. Адаменко Ф. Ф., Арсланова Л. Е. Вплив системи удобрення на якісні показники насіння льону олійного. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодощовівництво*. 2013. № 9. С. 3–6.

7. Поляков О. І., Нікітенко О. В., Махно О. О. Вплив агроприйомів вирощування на водоспоживання льону олійного сорту водограй. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. № 27. С. 117–124.
8. Біднина І. О. Ефективність застосування мінеральних добрив на темно-каштановому ґрунті при вирощуванні льону олійного. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 81. С. 28–32.
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/agrovisnyk202003-12>
10. 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>.
11. Шувар А. М. Вплив форм азотних добрив на продуктивність льону олійного в умовах Лісостепу Західного. *Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур НААН*. 2018. № 26. С. 108–114. DOI: 10.36710/ioc-2018-26-12
12. Вплив біологічних препаратів на продуктивність льону олійного в умовах Південного Степу України / Сябрук Т. А., Коновалова В. М., Левенець Т. П., Рудік О. Л. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2021. Вип. 34. С. 61–68.
13. Дідора В. Г., Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
14. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 316 с.
15. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 342 с.
16. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник / Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

REFERENCES

1. Rudik, O.L. (2017). Vplyv volohozabezpechennia na protsesy rostu ta rozvytku sortiv lnu v umovakh pivdnia Ukrainy [Effect of moisture supply on growth and development processes of flax varieties in the south of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 98, 113–121 [in Ukrainian].
2. Ushkarenko, V.O., Lazer, P.N., Mynkin, M.V., & Mynkina, A.O. (2005). Efektyvnist vykorystannia vody roslynamy lnu oliinoho zalezno vid vodozabezpechennosti [Efficiency of water use by oil flax plants depending on water supply]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 41, 3–8 [in Ukrainian].
3. Okkert, A.V., Poliakov, O.I., & Nikitenko, O.V. (2023). Vodospozhyvannia lnu oliinoho zalezno vid systemy dohliadu za posivamy za riznykh norm vysivu [Water consumption of oil flax depending on the crop care system at different seeding rates]. *Zernova haluz – problemy ta perspektyvy tekhnolohichnoho zabezpechennia* [Grain industry – problems and prospects of technological

- support]. Materialy Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii z nahody 100- richchia vid dnia narodzhennia doktora silskohospodarskykh nauk, profesora, akademika NAAN Valentyna Serhiiovycha Tsykova (pp. 151–153.). Dnipro: DU Instytut zernovykh kultur [in Ukrainian].
4. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Baklanova, T.V., Kovalenko, O.A., & Pylypenko, T.V. (2020). Suchasni pidkhody do zastosuvannya mineralnykh dobryv za zberezhennia hruntovoi rodiuchosti v umovakh zminy klimatu [Modern approaches to the use of mineral fertilizers while preserving soil fertility under climate change]. *Naukovi horyzonty*, (02)87, 89–101. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101> [in Ukrainian].
 5. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., & Baklanova, T.V. (2023). Shliakhy pidvyshchennia stiikosti ta adaptatsii zemlerobskoi haluzi u povoyennyi period [Ways to increase stability and adaptation of agriculture in the postwar period]. *Food Security of Ukraine under War and Postwar Recovery: Global and National Dimensions: International Forum*, pp. 31–34. Mykolaiv: MNAU [in Ukrainian].
 6. Adamen, F.F., & Arslanova, L.E. (2013). Vplyv systemy udobrennia na yakisni pokaznyky nasinnia lnu oliinoho [Effect of fertilization system on quality indicators of oil flax seeds]. *Visnyk KhNAU. Seriya: Roslynnnytstvo, selektsiia i nasinnnytstvo, plodovochivnytstvo*, 9, 3–6 [in Ukrainian].
 7. Polyakov, O.I., Nikitenko, O.V., & Makhno, O.O. (2019). Vplyv ahropyriomiv vyroshchuvannya na vodospogyvannya lnu oliinoho sortu Vodohrai [Effect of cultivation techniques on water consumption of oil flax cultivar Vodohrai]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*, 27, 117–124 [in Ukrainian].
 8. Bidnina, I.O. (2012). Efektyvnist zastosuvannya mineralnykh dobryv na temno-kashtanovomu hrunti pry vyroshchuvanni lnu oliinoho [Effectiveness of mineral fertilizers on dark chestnut soil under oil flax cultivation]. *Tavriiskyi naukovy visnyk*, (81), 28–32 [in Ukrainian].
 9. Vozhegova, R., Borovyk, V., & Konovalova, V. (2020). Urozhainist i yakist nasinnia sortiv lnu oliinoho v Pivdennomu Stepu Ukrainy zalezno vid ryznykh umov vyroshchuvannya [Yield and seed quality of oil flax varieties in the Southern Steppe of Ukraine depending on growing conditions]. *Visnyk aharnoï nauky*, 98(3), 82–87. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-12> [in Ukrainian].
 10. Hamaiunova, V.V., & Zadyrko, R.V. (2023). Vplyv obrobky nasinnia ta resursooshchadnoho zhivlennia na vodospogyvannya lnu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Effect of seed treatment and resource-saving nutrition on water consumption of oil flax in the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*, 22, 186–192. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.29> [in Ukrainian].
 11. Shuvar, A.M. (2018). Vplyv form azotnykh dobryv na produktyvnist lnu oliinoho v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Effect of nitrogen fertilizer forms on productivity of oil flax in the Western Forest-Steppe]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*, 26, 108–114. <https://doi.org/10.36710/ioc-2018-26-12> [in Ukrainian].
 12. Siabruk, T.A., Konovalova, V.M., Levenets, T.P., & Rudik, O.L. (2021). Vplyv biolohichnykh preparativ na produktyvnist lnu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Effect of biological preparations on oil flax productivity in the Southern Steppe of Ukraine]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*, 34, 61–68 [in Ukrainian].
 13. Didora, V.H., Smahlii, O.F., & Ermantraut, E.R. (2013). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii [Methods of scientific research in agronomy]*. K.: Tsentr uchbovoyi literatury, 264 [in Ukrainian].
 14. Rozhkov, A.O. (Ed.). (2016). *Doslidna sprava v ahronomii. Teoretychni aspekty doslidnoyi spravy [Research case in agronomy. Theoretical aspects of the research case]*. Kharkiv, 316 [in Ukrainian].
 15. Rozhkov, A.O. (Ed.). (2016). *Doslidna sprava v ahronomii. Statystychna obrobka rezul'tativ ahronomichnykh doslidzhen [Research case in agronomy. Statistical processing of agronomic research results]*. Kharkiv, 342 [in Ukrainian].
 16. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2008). *Dyspersiinyi i koreliatsiinyi analiz u zemlerobstvi ta roslynnnytstvi [Dispersion and correlation analysis in agriculture and crop production]*. Kherson: Ailant, 272 [in Ukrainian].
- Зелінський Ю.А. Вплив факторів вирощування на водоспоживання сортів льону олійного в умовах Південного Степу України**
- Метою** досліджень передбачали визначити вплив передпосівної обробки насіння та ресурсощадного живлення, а саме внесення комплексного мінерального добрива та проведення позакоренових підживлень препаратами на сумарне водоспоживання та коефіцієнт водоспоживання сортів льону олійного Водограй, Добродар та Запорізький богатир за вирощування на чорноземі південному в умовах зони Степу України.
- Методи.** Експериментальні дослідження проводили на дослідному полі ДУ “Миколаївської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКОСГ НААН”. Вологість у шарі ґрунту 0–100 см визначали до сівби та після збирання врожаю термостатно-ваговим методом. Для розрахунку сумарного водоспоживання використовували метод водного балансу. Коефіцієнт водоспоживання розраховували за відношенням загального сумарного водоспоживання до рівня врожайності насіння. Статистичну обробку експериментальних даних виконували із застосуванням програмного пакету Microsoft Office Excel та програмно-інформаційного комплексу Agrostat. Значення коефіцієнту кореляції аналізували за шкалою Чеддока. Спостереження за станом рослин, відбір зразків та облік урожаю у досліді з льоном олійним проводили згідно зональних методичних рекомендацій та ДСТУ. За **результатами досліджень** визначено, що сумарне водоспоживання льону олійного значно залежить від погодних умов року вирощування. У сприятливому за вологозабезпеченням 2023 р. цей показник був максимальним, а в найбільш посушливому 2024 р. – найнижчим. Основним джерелом вологи для культури є атмосферні опади, проте у роки з їх дефіцитом важливу роль відіграють і запаси ґрунтової вологи. Встановлено пряму кореляційну залежність між сумарним водоспоживанням та рівнем урожайності насіння досліджуваних сортів льону олійного. Найнижчими значення коефіцієнта водоспоживання визначено у варіантах із застосуванням комплексного мінерального живлення, сучасних препаратів для позакоренових підживлень, особливо

за передпосівної обробки насіння Азотофітом. За таких умов ефективність використання води підвищується, а витрати її на формування одиниці врожаю знижуються у 1,2–1,4 рази порівняно з контролем. **Висновки.** Дослідженнями з трьома сортами льону олійного в умовах Південного Степу України визначено, що передпосівна обробка насіння біопрепаратом Азотофіт (1,0 л/т) у поєднанні з застосуванням комплексного мінерального добрива $N_{15}P_{15}K_{15}$ і проведенням позакореневих підживлень сучасними препаратами (Органік баланс, Боропті, Азотофіт) суттєво знижує коефіцієнт водоспоживання посівами льону олійного, що свідчить про можливість отримання сталої продуктивності культури навіть за несприятливих посушливих умов.

Ключові слова: льон олійний, сумарне водоспоживання, коефіцієнт водоспоживання, передпосівна обробка насіння, біопрепарати, позакореневе підживлення, ресурсощадні елементи технології.

Zelinskyi Yu.A. Influence of Cultivation Factors on Water Consumption of Oil Flax Varieties under Conditions of the Southern Steppe of Ukraine

Purpose. The research aimed to determine the effect of pre-sowing seed treatment and resource-saving nutrition, namely the application of complex mineral fertilizers and foliar feeding with preparations, on the total water consumption and water consumption coefficient of the oil flax varieties Vodohrai, Dobrodar, and Zaporizkyi Bohatyr when grown on southern chernozem in the Steppe zone of Ukraine. **Methods.** Experimental studies were conducted at the experimental field of the Mykolaiv State Agricultural Research Station of the Institute of Agriculture of the Steppe NAAS. The thermostat-weight method determined soil moisture in the 0–100 cm layer before sowing and after harvest. The calculation of total water consumption was performed using the water balance method. The water consumption coefficient was calculated as the ratio

of total water consumption to seed yield. Statistical analysis of experimental data was carried out using Microsoft Office Excel and the Agrostat software package. The correlation coefficient values were analyzed according to the Chaddock scale. Observations of plant condition, sample collection, and yield accounting in the oil flax experiment were carried out by regional methodological recommendations and standards (DSTU). The study **results** showed that the total water consumption of oil flax is highly dependent on the weather conditions of the growing year. This indicator was at its maximum in the favorable and well-watered year of 2023, while it was the lowest in the driest year of 2024. The primary source of water for the crop is atmospheric precipitation; however, in years with a moisture deficit, soil water reserves also play a significant role. A direct correlation was established between the total water consumption and the yield level of the studied oil flax varieties. The lowest water consumption coefficients were observed in variants with complex mineral nutrition and modern foliar preparations, especially with pre-sowing seed treatment using Azotofit. Under such conditions, water use efficiency increases, and the water cost for producing one unit of yield decreases by 1.2–1.4 times compared to the control. **Conclusions.** Studies conducted with three oil flax varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine revealed that pre-sowing seed treatment with the biological preparation Azotofit (1.0 l/t), in combination with the application of the complex mineral fertilizer $N_{15}P_{15}K_{15}$ and foliar feeding with modern preparations (Orhanik Balans, Boropty, Azotofit), significantly reduces the water consumption coefficient of oil flax crops. This indicates the possibility of obtaining stable crop productivity even under adverse drought conditions.

Key words: oil flax, total water consumption, water consumption coefficient, pre-sowing seed treatment, bio-preparations, foliar feeding, resource-saving technological elements.