

УДК 633.854.78: 551.583(292.485)(1-15)

ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ ЗА КОЛИВАННЯ КЛІМАТУ ТА ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Д. Баранський, здобувач третього РВО «Доктор філософії»

ORCID ID: 0000-0003-0868-6716

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/agronomy2024.28.057>

Баранський Д. Вирощування соняшнику за коливання клімату та вологозабезпеченості в умовах Лісостепу Західного

Основним вирішальним чинником урожайності олійних культур та соняшнику є кількість атмосферних опадів, особливо в період формування кошика та цвітіння. Вода становить 75–90 % рослинного організму. Усі життєві процеси, як-от набухання насіння, проростання, ріст, доступність поживних речовин, фотосинтез, кореневе живлення, утворення органічних сполук, формування врожаю, пов'язані з вологозабезпеченістю культури. Зазначено, що вирощування соняшнику останніми роками є одним із високорентабельних виробництв у агросекторі. Насіння соняшнику має постійний попит у різні періоди року, що свідчить про його високу ліквідність та експортну привабливість. Крім того, для забезпечення зростання виробництва соняшникового насіння велике значення має концентрація посівів у регіонах із найсприятливішими умовами.

Зауважено, що водні ресурси стають дедалі обмеженішими в посушливих і напівпосушливих регіонах України, а традиційні для цих зон вирощування культури, зокрема соняшник, мігрують у північні регіони. Агровиробникам потрібні науково обґрунтовані практики та оцінка вологозабезпечення соняшнику в зонах достатнього та надмірного зволоження.

Польовий експеримент проводили протягом 2022–2023 років на заході України, щоб встановити вплив вирощування соняшнику на зміни запасів вологи в ґрунті та порівняти його з пшеницею озимою в умовах достатнього зволоження зони Лісостепу Західного. Проаналізовано теоретичні засади ефективного вирощування соняшнику в Україні, висвітлено сучасні тенденції посіву цієї культури, вплив кліматичних факторів середовища на перспективи збільшення площ, зайнятих соняшником у сівозмінах, зокрема у зоні достатнього зволоження (зона Західного Лісостепу).

Високий урожай соняшнику можливий лише на ділянках, де в осінньо-зимовий період є достатні запаси вологи в кореновому шарі (0–200 см). За браку води в цей період різко знижується врожайність культур та показник олійності насіння за рахунок збільшення невиповненого насіння, маса тисячі насінин та зменшується кількість насінин у кошику. Це явище притаманне за вирощування соняшнику в регіонах із недостатнім вологозабезпеченням. Зазначено, що врожайність соняшнику піддається коливанням через різні чинники, такі як порушення агротехніки вирощування, підвищення посушливості клімату та стресові фактори.

Ключові слова: соняшник, водоспоживання, клімат, ґрунт, волога.

Baranskiy D. Managing sunflower growth in the changing climate and fluctuating moisture levels of the Western Forest-Steppe

The main decisive factor in the yield of oilseeds and sunflower is the amount of precipitation, especially during the period of basket formation and flowering. Water makes up 75–90% of the plant body. All life processes, such as seed swelling, germination, growth, nutrient availability, photosynthesis, root nutrition, formation of organic compounds, and crop formation, are related to the moisture availability of the crop. It is noted that sunflower cultivation in recent years has been one of the most profitable industries in the agricultural sector. Sunflower seeds are in constant demand at different times of the year, which indicates their high liquidity and export attractiveness. In addition, concentration of crops in the regions with the most favorable conditions is essential to ensure growth in sunflower seed production.

As water resources become increasingly limited in arid and semi-arid regions of Ukraine, and traditional crop cultivation zones, including sunflowers, migrate to northern regions, agricultural producers require scientifically grounded practices and assessment of sunflower moisture provision in areas of sufficient and excessive humidity.

A field experiment was conducted in 2022–2023 in western Ukraine to determine the impact of sunflower cultivation on changes in soil moisture reserves and compare it with winter wheat under conditions of sufficient moisture in the Western Forest-Steppe zone. The theoretical foundations of effective sunflower cultivation in Ukraine were analyzed, highlighting current trends in the planting of this crop, the influence of environmental climatic factors on the prospects of increasing sunflower-occupied areas in crop rotations, especially in the zone of sufficient moisture (Western Forest-Steppe zone).

High yields of sunflower are possible only in areas with sufficient moisture reserves in the root layer (0-200 cm) in the fall and winter. In the absence of water during this period, crop yields and seed oil content are sharply reduced due to an increase in unfilled seeds, a decrease in the weight of a thousand seeds and a decrease in the number of seeds per basket. This phenomenon is typical for sunflower cultivation in regions with insufficient moisture supply. It is noted that sunflower yield is subject to fluctuations due to various factors, such as violation of agricultural practices, increased aridity of the climate and stress factors.

Keywords: sunflower, water consumption, climate, soil, moisture.

Постановка проблеми. Соняшник звичайний (*Helianthus annuus* L.) – титульна олійна культура в Україні та світі. Відповідно до прогнозу Міністерства агрокультури США на маркетинговий 2023–2024 рік, Україна залишиться на другому місці серед країн-виробників зерна соняшнику, займаючи частку в розмірі 26,3 % від загального світового обсягу виробництва. Прогнозується, що виробництво соняшникової олії в Україні становитиме 6,02 млн т [12]. У середньому врожайність останніми роками коливалася в межах 2,1–2,9 т/га. Використання потенціалу виробництва соняшнику в Україні становить лише 55–70 %, що й спонукає виробників збільшувати площі під цією культурою.

Соняшник – вибаглива до ґрунтово-кліматичних умов культура, особливо чутлива до температурних режимів і вологості, що спричинює концентрацію основних площ посіву в зоні Степу. У цій зоні вирощування, на думку деяких науковців і виробників [2; 6–9; 11], соняшник, маючи потужну кореневу систему, «висушує ґрунт та виснажує запаси вологи». У зв'язку із зміною кліматичних умов, вирощування соняшнику просувається географічно у північно-західні регіони України, де кількість опадів на 150–200 мм більша, ніж у зоні Степу. Тому постає об'єктивне питання, як «поводитиметься» соняшник у Західному Лісостепу за достатньої чи надлишкової кількості опадів?

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Рослини соняшнику розвивають потужну кореневу систему, яка проростає на глибину 150–300 см, що дає змогу їм використовувати вологу глибоких шарів, недоступну для багатьох інших культур. Соняшник порівняно посухостійкий, але поглинає з ґрунту велику кількість води. На створення 1 ц зерна він витрачає 140–180 т води, а сумарно – від 3000 до 6000 т/га. На період від сходів до утворення кошика припадає 20–30 %, від утворення кошика до цвітіння – 40–50 %, від цвітіння до дозрівання – 30–40 %. Від сходів до утворення кошика соняшник споживає вологу переважно з опадів та з горизонту 0–60 см. Після утворення ко-

шика, навіть у вологі роки, водоспоживання відбувається здебільшого за рахунок ґрунтових запасів (нижче за 40–60 см) [4].

У роки з недостатніми опадами соняшник ефективно використовує запаси вологи в ґрунті. Це пояснюють низьким опором внутрішнього потоку води у великих судинах стебла під час її транспортування через рослину, а також ефективним випаровуванням води асиміляційним апаратом. Спосіб використання вологи з різних шарів ґрунту значною мірою залежить від її запасів, кількості опадів та суми ефективних температур у вегетаційний період культури. Соняшник використовує близько 30–40 % вологи з ґрунтових запасів та 60–70 % з атмосферних опадів упродовж вегетаційного періоду. За відсутності дощів у сухі періоди культура активно використовує водний ресурс із глибоких шарів ґрунту і може задовольняти свої потреби із запасів вологи з шару 40–200 см на рівні 50–60 % [2].

Умови оптимального зволоження за фазами вегетації істотно позначаються на темпах розвитку рослин соняшнику. Першочергове значення мають запаси вологи, які нагромаджуються до закладки суцвіть. До фази «поява кошиків» соняшник витрачає близько 25 % вологи, чверть того, що споживає за вегетацію. При квітуванні рослини соняшнику надто чутливі до браку вологи та високої температури повітря. За браку ґрунтової вологи формуються кошики меншого діаметра, затримується утворення нових квіток та стрімко зменшується кількість добре виповнених, повноцінних сім'янок. Основним наслідком посухи є збільшення пустозерності кошика, що знижує врожай. За достатніх запасів вологи в ґрунті, особливо у глибоких шарах під час наливу, формується зерно з більшою абсолютною вагою й високою натурою [10].

Соняшник загалом поглинає з ґрунту велику кількість води. Транспіраційний коефіцієнт – 450–570. На створення 1 ц насіння він витрачає 140–180 т води, а сумарно від 3000 до 6000 т/га на період від сходів до утворення кошику припадає 20–30 %; від утворення кошика до цвітіння – 40–50 %; від цвітіння до дозрівання – 30–40 %. Завдяки сильно розвиненій кореневій системі й високій всмоктувальній силі кореня він використовує

вологу з глибини до 3 м, до того ж може цілковито висушувати півтораметровий шар ґрунту [6].

В умовах бездощів'я соняшник проявляє унікальну фізіологічну адаптивність – здатність зменшувати транспіраційний коефіцієнт. За вологості ґрунту приблизно 70 % польової вологоємності він може становити 620–640 л/кг сухої маси, а за вологості ґрунту, близької до точки в'янення, – 440 л/кг. Необхідний рівень вологості в метровому шарі ґрунту становить 60–70 % найменшої вологоємності, що передбачає наявність 160–180 мм вологи. Запаси продуктивної вологи для соняшнику мають становити не менше за 100 мм. В умовах бездощів'я соняшник ефективно використовує воду з нижніх горизонтів (до 200 см) й може забезпечити свої потреби у волозі на рівні 45–60 %. Водоспоживання соняшнику залежить не тільки від наявності вологи у ґрунті: на нього впливає весь комплекс погодних умов та кліматичних коливань.

Постановка завдання. Наше завдання – встановити вплив вирощування соняшнику на зміни запасів вологи в ґрунті та порівняти його із запасами під пшеницею озимою в умовах достатнього зволоження зони Лісостепу Західного.

Виклад основного матеріалу. В умовах ННЦ ЛНУП упродовж 2022–2023 року проводили польові досліді для порівняння водоспоживання соняшником та пшеницею озимою. Площа облікової ділянки – 50 м². Розміщення ділянок рандомізоване, повторення триразове. Ґрунтова відміна дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений середньосуглинковий. Ґрунт характерний такими агрохімічними показниками: вміст гумусу – 2,3 %, низьке забезпечення легкогідролізним азотом (за Корнфілдом) – 115 мг/кг, середнє забезпечення рухомим фосфором – 90 мг/кг, та обмінним калієм – 100 мг/кг ґрунту (за Чириковим), рН_{KCl} ґрунтового розчину 5,9.

Технологія вирощування соняшнику та озимої пшениці в досліді – загальноприйнята для ґрунтово-кліматичної зони Лісостепу Західного. Густина стояння соняшнику – 60 тис. рослин/га. Закладали та проводили досліді відповідно до загальноприйнятих методик, прийнятих у рільництві [3].

Упродовж вегетації соняшнику визначали польову вологість ґрунту з горизонтів 0–100 см (через кожні 10 см до глибини 40 см та через кожні 20 см від 40 до 100 см) гравіметричним методом (ДСТУ ISO 11465-2001) [11]. Зразки ґрунту відбирали агрохімічним буром (Ізмайльського). Вологозабезпеченість культури визначали у прив'язці до

фаз вегетації соняшнику: ВВСН 03; ВВСН 16; ВВСН 53; ВВСН 63; ВВСН 75; ВВСН 99.

Кількість опадів за вегетаційний період встановлена за даними метеопоста (за 5 км від місця досліджень), з урахуванням коефіцієнта засвоєння опадів – він дорівнював 0,7 одиниці. Сума опадів упродовж III декади квітня – II декади вересня у 2022 р. становила 351,5 мм, а у 2023 р. – 375,8 мм, за середньої норми в межах 270–300 мм. За 2022 року випало 584 мм, що на 76 мм менше за середньобагаторічний показник, а 2023 рік випало 820 мм опадів, що на 160 мм більше за середньобагаторічний показник (660 мм). У травні 2022 року випало найменше опадів (20,6 мм), що у 4,5 раза менше від норми. Найбільше опадів випало в липні (87,6 мм) та упродовж I-II декади вересня (96,4 мм), що у 1,2 та 1,6 раза більше за середньобагаторічний показник відповідно. У травні 2023 року випало найменше опадів (23,6 мм), що у 3,9 раза менше за середньобагаторічну норму. За підвищеної температури повітря встановилася нетривала весняна посуха. Найбільше опадів випало в червні (106,8 мм) та липні (120,0 мм), що у 1,4 та 1,6 раза більше за середньобагаторічний показник відповідно.

Середньорічна температура повітря 2022 року становила 9,05° С, що було в межах норми, а 2023 року – 10,0° С, що на 0,9° С вище за середньобагаторічну (9,1° С). Її абсолютний максимум 2022 року – 32,9° С у III декаді червня та липня, 2023 року – 32,9° С, зафіксований у III декаді серпня, мінімум 2022 року – -10,4° С у II декаді грудня, 2023 року – у I декаді лютого (-13,8° С). Вегетаційний період 2023 року характерний сумою активних температур (вище за +10° С) 2819° С, а 2022 року – 2911° С. Середня температура періоду вегетації соняшнику (III декада квітня – II декада вересня) 2022 року – 18,2° С, 2023 року становила 18,0° С.

Середньомісячна відносна вологість повітря упродовж 2022–2023 року становила 83 %. Цей показник був динамічним і коливався від 43 до 93 %, але основні критичні періоди для розвитку соняшнику проходили у сприятливих умовах. Гідротермічний коефіцієнт зони проведення дослідів у середньому становить 1,3–1,4 [5]. За даними наших спостережень, у період вегетації соняшнику ГТК дорівнював 1,79 (надлишкове зволоження [5]), що свідчить про достатнє для культури зволоження. Незважаючи на певні коливання погоди, зазначений період загалом був сприятливим для соняшнику та інших олійних культур.

Статистичну обробку даних виконали з використанням MS Excel і Statistica [1].

Польова вологість ґрунту – це кількість води у ґрунті на певній глибині в момент вимірювання, виражена у відсотках від повної водної ємності ґрунту. Це важливий показник для оцінки доступності води для рослин (рис. 1, табл. 1).

Польова вологість ґрунту може змінюватися залежно від таких чинників як опади, випаровування, тип ґрунту та водний режим рослин. Вона також позначається на рівні водопроникності ґрунту, його структурі та інших фізичних і хімічних властивостях, які можуть впливати на розвиток кореневої системи рослин та їхню здатність до поглинання води.

Польову вологість (W , %) обраховували за формулою:

$$W_{\text{п}} = \frac{B_1 - B_2}{B_2 - B} \times 100\%,$$

де B – маса пустого бюксу, г;

B_1 – маса бюксу з ґрунтом до сушіння, г;

B_2 – маса бюксу із сухим ґрунтом, г.

Дані польової вологості на рис. 1 і 2, а також табл. 1, які обраховували протягом вегетації, показують, що соняшник здебільшого переважає озиму пшеницю за показниками польової вологості.

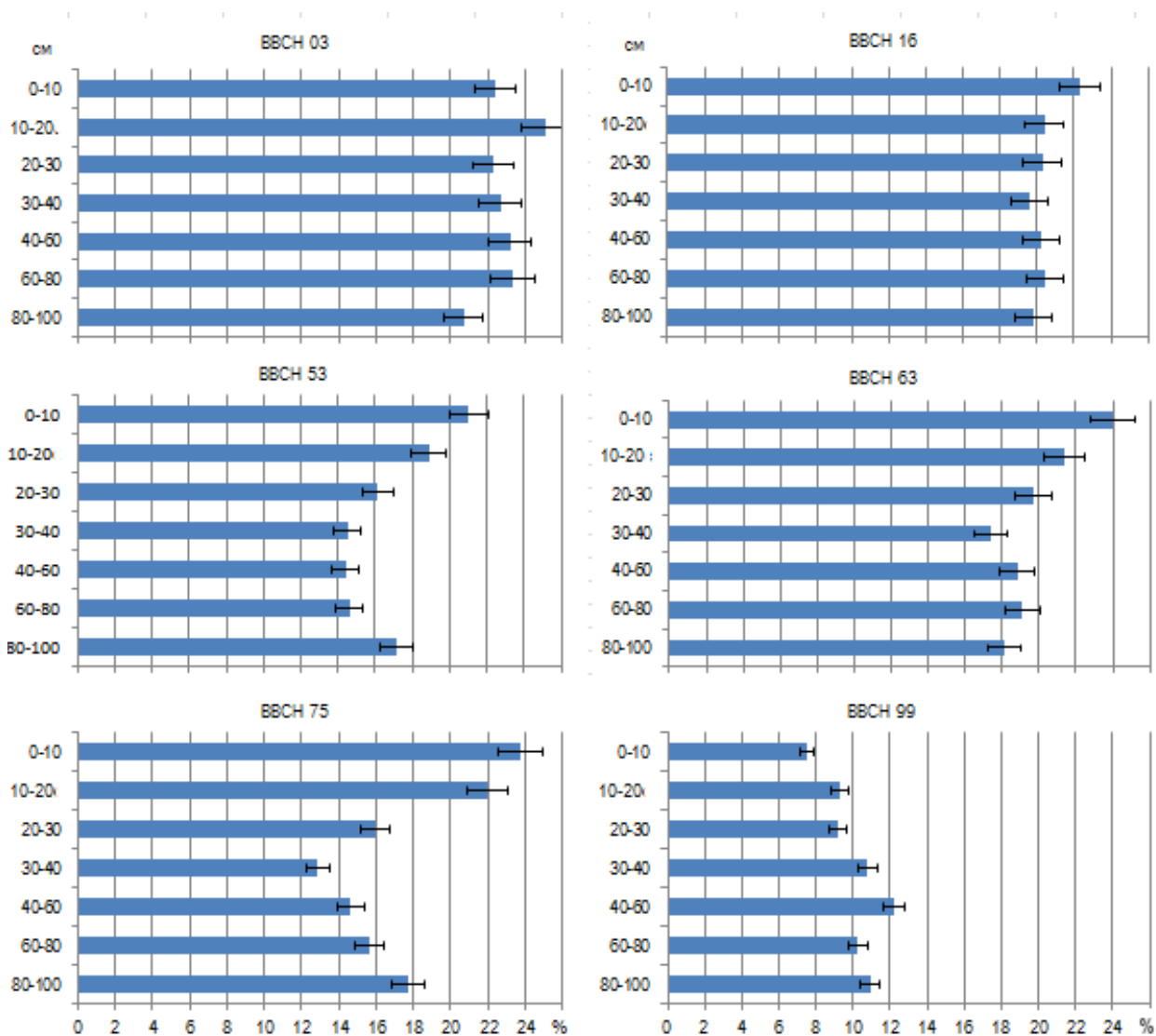


Рис. 1. Польова вологість ґрунту (%) упродовж вегетації соняшнику (середнє за 2022–2023 рр.) (НІР₀₅ за $p \leq 0,05$)

Отже на час сівби соняшнику в орному 0–20 см шарі польова вологість становила 23,75 % (на 3,17 % більше, ніж під хлібостоєм озимої пшениці). Період, коли соняшник перебував у фазі

BBCH 16 вологість ґрунту, у 20-ти-сантиметровому шарі під соняшником переважає вологість під пшеницею озимою лише на 0,32 %, проте у метровому шарі ґрунту перевага соняшнику становить

3,74 %. Наступний відбір проб ґрунту (соняшник у фазі ВВСН 53) показує перевагу кількості вологи під пшеницею озимую у 20 см і 100 см шарі на

1,31 % та 2,32 % відповідно. На кінець липня соняшник перебуває у фазі ВВСН 63, а озима пшениця вже зібрана й на полі залишена стерня та пожнивні рештки.

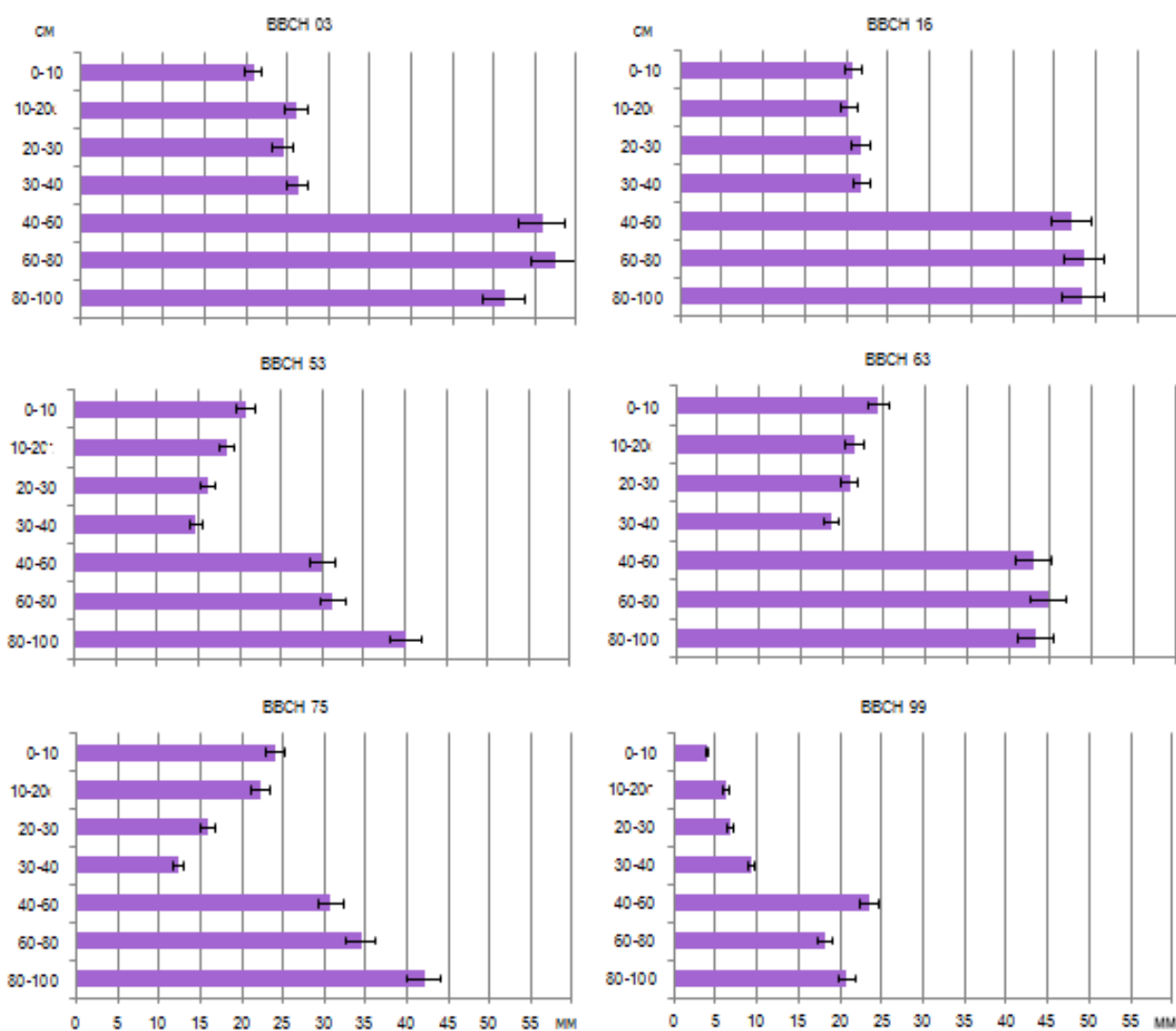


Рис. 2. Продуктивна волога ґрунту (мм) упродовж вегетації соняшнику (середнє за 2022–2023 рр.) (НІР₀₅ за $p \leq 0,05$)

У шарі 20 см перевага в соняшнику становить лише 0,16 %, а у метровому шарі вологість ґрунту більша під пшеницею озимую на 1,28 %. На календарі I декада серпня, соняшник у фазі ВВСН 75, на полі озимої пшениці, після жнив залишена стерня та пожнивні рештки, але це все одно не рятує ґрунт від втрати вологості. Так, польова вологість під соняшником більша і у 20 см, і у 100 см шарі, на 2,45 % та 1,27 % відповідно. На кінець II декади вересня соняшник обмолочено, на полі після збирання озимої пшениці досі залиша-

ються стерня та пожнивні рештки, польова вологість під ними у шарі 20 см лише на 0,16 % переважає соняшник, а вологість у метровому шарі на 0,51 % більша на ділянці, де вегетував соняшник.

У перший період росту й розвитку рослин вирішальне значення мають запаси продуктивної вологи в орному 0–20 см шарі ґрунту [13]. У наступні фази розвитку рослини використовують вологу вже з глибших горизонтів. Запаси продуктивної вологи у ґрунті можна оцінювати за даними, наведеними на рис. 2 й у табл. 1.

Продуктивну вологість ($W_{пр}$, мм) обраховували за формулою:

$$W_{пр} = 0,1 \times p \times h \times (W - k),$$

де 0,1 – коефіцієнт для переведення запасів вологи у мм; p – об'ємна маса ґрунту, г/см³; h – розрахунковий шар ґрунту, см; W – польова вологість, %; k – вологість стійкого в'янення, %.

Показники продуктивної вологості тісно корелюють із даними польової вологості, тому доцільно детальніше розглянути три періоди.

На період сівби сояшнику вміст продуктивної вологи, яка важлива для проростання насіння, у шарі 20 см була більшою на 7,72 мм, ніж під хлібостоем озимої пшениці. Сояшник перебуває у фазі ВВСН 63 та потребує великої кількості вологи для проходження «критичної» фази цвітіння. Згідно з даними табл. 1, у шарі 20 см міститься на

0,4 мм більше вологи, ніж під поживними рештками озимої пшениці, проте вміст продуктивної вологи у метровому шарі активно використовується рослиною і на 21,66 мм менший, ніж на площах, де вегетувала пшениця озима. Здавалось би, на кінець II декади вересня, коли зібрано врожай сояшнику, ми мали отримати дані, які б показали рівень продуктивної вологи, близький до нуля. Проте, згідно з нашими обрахунками, продуктивна волога на ділянках, зайнятих сояшником, становила в середньому 89,07 мм, що на 7,48 мм переважає ділянки, на яких вирощували пшеницю озиму.

Загальні запаси вологи в метровому шарі ґрунту – важливий показник для забезпечення водного режиму рослин, які впливають на їхній розвиток, урожайність та стійкість до стресових умов.

Таблиця 1

Вологозабезпеченість польових культур упродовж вегетаційного періоду сояшнику ($W_{п.}$ – польова вологість; $W_{пр.}$ – продуктивна вологість) (середнє за 2022–2023 рр.)

Відбір проб	9.05.2023		21.06.2023		14.07.2023		29.07.2023		10.08.2023		29.09.2023	
	$W_{п.}$, %	$W_{пр.}$, мм	$W_{п.}$, %	$W_{пр.}$, мм	$W_{п.}$, %	$W_{пр.}$, мм	$W_{п.}$, %	$W_{пр.}$, мм	$W_{п.}$, %	$W_{пр.}$, мм	$W_{п.}$, %	$W_{пр.}$, мм
Сояшник												
0-20	23,75	47,04	21,35	41,05	19,96	39,07	22,68	45,81	22,87	46,29	8,38	10,39
0-100	22,83	262,34	20,43	228,67	16,67	171,16	19,79	216,43	17,53	181,70	10,02	89,07
Пшениця озима												
0-10	20,60	18,87	22,22	20,72	22,51	22,52	23,36	23,57	20,60	20,17	8,34	5,09
10-20	20,56	20,45	19,84	19,56	20,04	19,80	21,67	21,84	20,24	20,06	8,74	5,67
20-30	22,43	24,61	14,16	13,45	19,22	20,27	20,47	21,96	15,31	14,99	8,29	5,52
30-40	22,20	25,57	12,45	11,72	19,38	21,55	20,30	22,86	13,31	12,94	9,36	7,33
40-60	26,10	64,39	14,66	30,74	17,52	39,16	20,88	49,03	14,83	31,25	10,31	17,95
60-80	24,15	59,84	16,50	36,90	16,90	38,11	20,65	49,35	14,39	30,57	10,80	19,81
80-100	23,98	61,32	16,95	39,52	17,37	40,83	20,16	49,47	15,15	33,93	10,72	20,22
0-20	20,58	39,32	21,03	40,28	21,27	42,32	22,52	45,41	20,42	40,23	8,54	10,76
0-100	22,86	275,05	16,68	172,61	18,99	202,25	21,07	238,09	16,26	163,92	9,51	81,59
Різниця (сояшник – пшениця озима)												
0-10	-1,81	-2,07	-0,08	-0,09	1,47	1,81	-0,62	-0,76	-3,11	-3,83	0,82	1,01
10-20	-4,52	-5,65	-0,56	-0,68	1,16	1,45	0,29	0,36	-1,79	-2,23	-0,51	-0,63
20-30	0,10	0,14	-6,12	-8,26	3,08	4,16	0,81	1,10	-0,66	-0,89	-0,92	-1,24
30-40	-0,51	-0,71	-7,14	-10,13	4,87	6,91	2,89	4,10	0,42	0,60	-1,42	-2,02
40-60	2,89	8,50	-5,53	-16,27	3,13	9,21	2,04	5,98	0,19	0,55	-1,91	-5,60
60-80	0,82	2,44	-3,91	-11,73	2,29	6,87	1,53	4,60	-1,28	-3,83	0,54	1,61
80-100	3,25	10,06	-2,87	-8,90	0,22	0,70	2,02	6,27	-2,63	-8,14	-0,19	-0,59
0-20	-3,17	-7,72	-0,32	-0,77	1,31	3,25	-0,16	-0,40	-2,45	-6,06	0,16	0,37
0-100	0,03	12,71	-3,74	-56,06	2,32	31,09	1,28	21,66	-1,27	-17,78	-0,51	-7,48

Загальні запаси вологи в метровому шарі ґрунту ($W_{\text{заг.}}$, мм) обраховували як суму показників його в окремих шарах за формулою:

$$W_{\text{заг.}} = \frac{W_1 \times d_1 \times h_1}{10} + \frac{W_2 \times d_2 \times h_2}{10} + \dots + \frac{W_n \times d_n \times h_n}{10},$$

де W – вологість, % до абсолютно сухого ґрунту; d – об'ємна маса ґрунту, г/см³; h – шар ґрунту, см; 10 – перевідний коефіцієнт запасів вологи, виражених у т/га або м³/га, в міліметри.

Цей показник важливий з огляду на:

- *Забезпечення водно-повітряного режиму.* Вологи в ґрунті необхідна для забезпечення правильного водно-повітряного режиму, який впливає на здоров'я кореневої системи рослин. Оптимальні запаси вологи дають змогу рослинам отримувати достатню кількість вологи для забезпечення проходження оптимальних фізіологічних процесів, а також покращують аерацію ґрунту.

- *Розвиток кореневої системи.* Достатні запаси вологи сприяють здоровому розвитку кореневої системи рослин, що у свою чергу забезпечує їхню стійкість до стресових умов, таких як посуха або періоди недостатнього зволоження.

- *Врожайність.* Вологи в ґрунті – ключовий чинник для формування високих урожаїв. Недостатні або надмірні запаси вологи можуть негативно позначатися на розвитку рослин і знижувати їхню врожайність.

- *Стійкість до стресу.* Достатні запаси вологи в ґрунті допомагають рослинам витримувати стресові умови, такі як засуха або низька вологість ґрунту. Це робить рослини стійкішими до коливань погодних умов і допомагає зберегти врожайність.

Отже, загальні запаси вологи в метровому шарі ґрунту відіграють важливу роль у забезпеченні здоров'я та врожайності рослин, а також у збереженні стабільності сільськогосподарських угідь.

Запас продуктивної вологи в ґрунті – це кількість води, яка доступна рослинам для їхнього забезпечення водою в період вегетації. Цей показник вимірюється у міліметрах (мм) або водно-міліметрах (мм/м), що відображає товщину води, яка доступна для кореневої системи рослин на певній глибині ґрунту. Запас продуктивної вологи – це кількість вологи понад вологості стійкого в'янення рослин, що використовують культури для нарощування зеленої маси і формування врожаю.

Запас продуктивної вологи в ґрунті ($W_{\text{зпрод.}}$, мм) обраховували за формулою:

$$W_{\text{зпрод.}} = \sum \frac{(W - W_{\text{нед}})d \times h}{10},$$

де W – вологість, % до абсолютно сухого ґрунту; $W_{\text{нед}}$ – недоступна волога, або вологість стійкого в'янення рослин, %; d – об'ємна маса ґрунту, г/см³; h – шар ґрунту, см; 10 – перевідний коефіцієнт запасів вологи, виражених у т/га або м³/га, в міліметри.

Запас продуктивної вологи визначається типом ґрунту, його структурою, а також погодними умовами, які впливають на опади та випаровування. Цей показник важливий для планування сівозмін та визначення врожайності культур, оскільки визначає доступність води для рослин у вегетаційний період.

Загальні запаси вологи в метровому шарі на початку вегетації соняшнику становили 322 мм, тоді як запаси продуктивної вологи – 262 мм, що відносить їх у площину класифікації як дуже добрі (за Л. Ф. Вадюніною, З. А. Корчагіною).

Загальні запаси вологи в метровому шарі на період збирання врожаю соняшнику становили 149 мм, а запаси продуктивної вологи – 89 мм, що характеризує їх як низькі (за Л. Ф. Вадюніною, З. А. Корчагіною).

На час сівби соняшнику можемо охарактеризувати тип клімату ґрунту орного шару (0–20 см) як вологий, а метровий шар – як надлишково вологий (за А. М. Шульгіним). На період збирання врожаю соняшнику клімат ґрунту на ділянках, зайнятих як соняшником, так і пшеницею озимою, перебуває в градації недостатньо вологого (за А. М. Шульгіним).

Розраховавши зазначені показники та користуючись табл. 2 й рис. 3–4, можемо ще охарактеризувати їхні середні значення за вегетацію.

Середнє значення польової вологості протягом вегетації соняшнику у шарі 20 см становило 19,87 %, у метровому шарі – 17,88 %, що більше на 1,64 % та 1,42 % відповідно від середніх значень за аналогічний період вегетації озимої пшениці (рис. 3). Ресурс продуктивної вологи у середньому за вегетацію зберігався вищим на 3,59 мм в орному (рис. 4) та на 20,1 мм в метровому (табл. 2) шарі ґрунту під соняшником, ніж під пшеницею озимою.

Сумарне водоспоживання соняшнику – це об'єм води, який рослини соняшнику споживають протягом усього вегетаційного періоду, враховуючи як воду, що випаровується з поверхні листя, так і вологу, яка випаровується з ґрунту (евапотранспірація). Цей показник важливий для розуміння водного режиму соняшнику та ефективного управління водними ресурсами під час вирощування цієї культури.

**Вологість ґрунту під посівами соняшнику та озимої пшениці за вегетацією
(середнє за 2022–2023 рр.)**

Шар ґрунту, см	Вологість ґрунту					
	Wп, %	Wпр, мм	Wп, %	Wпр, мм	Wп, %	Wпр, мм
	Соняшник		Пшениця озима		Різниця (соняшник – пшениця озима)	
0–10	19,06	18,28	18,70	17,84	-0,36	-0,44
10–20	17,89	17,11	17,67	16,84	-0,21	-0,26
20–30	15,24	14,91	15,82	15,69	0,58	0,78
30–40	13,90	13,77	15,59	16,17	1,69	2,40
40–60	15,02	31,82	15,88	34,35	0,86	2,53
60–80	14,92	32,15	15,69	34,46	0,77	2,31
80–100	15,99	36,56	15,85	36,11	-0,14	-0,44
0–20	19,83	38,27	18,19	34,68	-1,64	-3,59
0–100	17,88	191,56	16,46	171,46	-1,42	-20,10

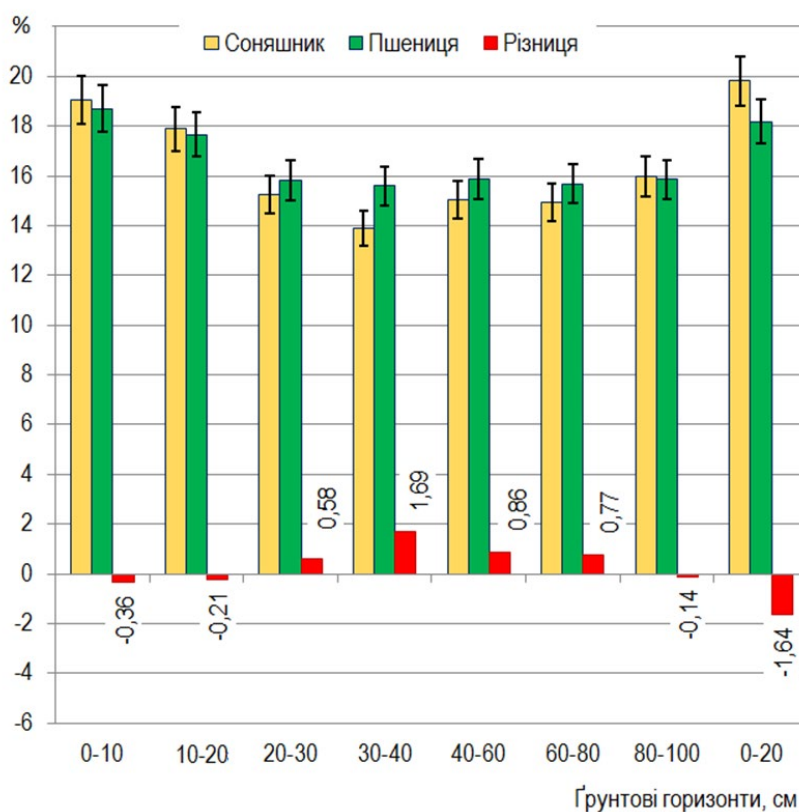


Рис. 3. Польова вологість (%) ґрунту під посівами соняшнику та озимої пшениці за вегетацією (середнє за 2022–2023 рр.)

Сумарне водоспоживання (S , мм) обраховували за формулою:

$$S = W_{\text{п}} - W_{\text{к}} + O,$$

де $W_{\text{п}}$ – запаси вологи в метровому шарі ґрунту на початку вегетації, мм; $W_{\text{к}}$ – запаси вологи в метровому шарі ґрунту в кінці вегетації, мм; O – кількість опадів за період вегетації культури, мм.

За результатами наших досліджень та розрахунків, сумарне водоспоживання соняшнику 2022 року становило $S = 514$ мм, а 2023 року – $S = 549$ мм.

На сумарне водоспоживання соняшнику можуть впливати різні фактори, такі як погодні умови, тип ґрунту, стан рослин та їхній фізіологічний стан. Наприклад, у періоди спеки та суховію

соняшник може споживати більше води, щоб компенсувати втрати через евапотранспірацію. Також важливо враховувати вологість ґрунту та доступність води для рослин у різний час вегетаційного періоду.

Розуміння сумарного водоспоживання соняшнику допоможе агровиробникам ефективно планувати та керувати системами зрошення й ірригації, що дає змогу забезпечити оптимальні умови

для росту та розвитку рослин, зберігання вологи в ґрунті та забезпечення стабільної врожайності соняшнику.

Коефіцієнт водоспоживання соняшнику – важливий показник, оскільки він визначає кількість води, яку соняшник споживає під час свого вегетаційного періоду для формування одиниці врожаю.

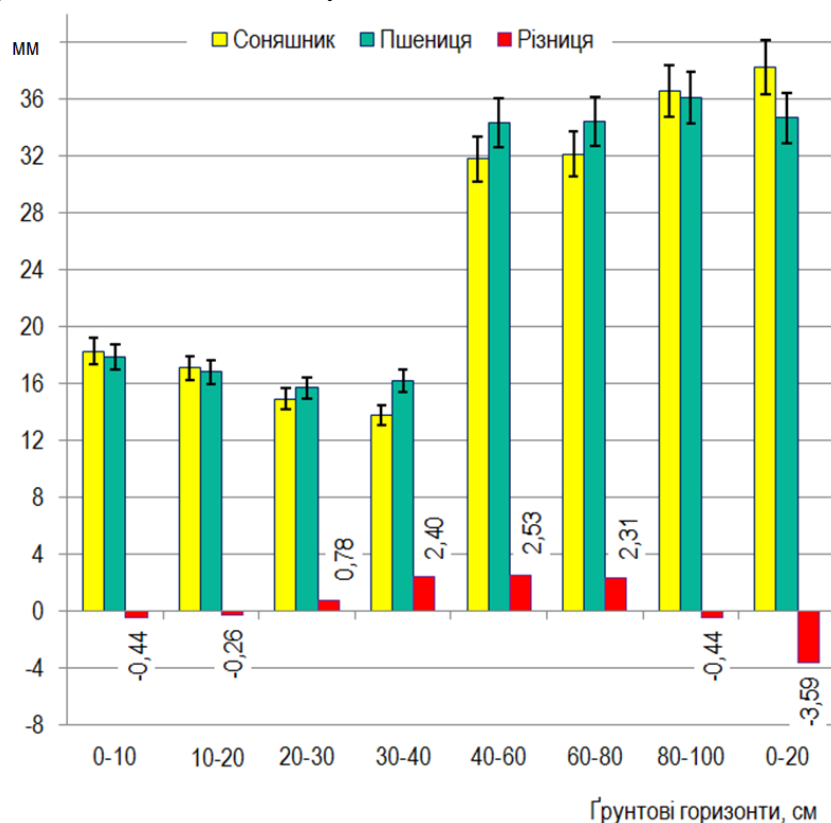


Рис. 4. Середня за вегетацію продуктивна волога (мм) ґрунту під посівами соняшнику та озимої пшениці (за 2022–2023 рр.)

Коефіцієнт водоспоживання (K , мм/ц) обраховували за формулою:

$$K = \frac{S}{Y}$$

де S – сумарне водоспоживання, мм; Y – урожайність культури, ц/га;

Коефіцієнт водоспоживання соняшнику за результатами обчислень 2022 р. становив: $K = 16,5$ мм/ц, а 2023 р. – $K = 17,2$ мм/ц.

Подамо деякі ключові аспекти важливості розуміння цього коефіцієнта:

- *Управління водними ресурсами:* знання коефіцієнта водоспоживання допомагає агровиробникам ефективно планувати та керувати системами зрошення та ірригації, а також розміщувати посівні площі у відповідних агроґрунтових зонах. Це дав змогу оптимізувати використання водних

ресурсів та забезпечує ефективне зрошення соняшникових полів.

- *Вплив на врожайність:* коефіцієнт водоспоживання безпосередньо впливає на вологий режим рослин соняшнику, що у свою чергу визначає їхню здатність до поглинання поживних речовин, ефективного фотосинтезу та формування врожаю. Високий коефіцієнт водоспоживання може бути важливим для забезпечення достатнього зростання та розвитку рослин, а також для досягнення оптимальної врожайності.

- *Економічні вигоди:* оптимізація водоспоживання може сприяти збільшенню маржинальності вирощування соняшнику.

- *Стійкість до стресу:* правильне управління водоспоживанням допомагає забезпечити стійкість соняшнику до стресових умов, таких як посуха. Зниження коефіцієнта водоспоживання

може допомогти рослинам ефективно використувати доступну воду та забезпечити нормальний розвиток навіть за обмежених водних ресурсів.

Отже, знання коефіцієнта водоспоживання соняшнику та правильне управління ним – важливий показник, для успішного вирощування культури.

Висновки. Середнє значення польової вологості за час вегетації під хлібостом пшениці озимої поступалося соняшнику в орному та метровому горизонті на 3,59 мм та 20,1 мм відповідно. Отже, у зоні Західного Лісостепу, за достатнього чи надмірного зволоження, соняшник так «катастрофічно» не висушує ґрунту, оскільки показники динаміки вологості та продуктивної вологи протягом вегетації 2022–2023 років переважають показники вирощування пшениці озимої.

Перспективи подальших досліджень у вирощуванні соняшнику на заході України охоплюють дослідження різних сортів та гібридів соняшнику для відбору тих, які найкраще пристосовані до місцевих кліматичних умов та ґрунтів. Додатково підлягатимуть глибшому вивченню можливості використання новітніх технологій, таких як агроінформатика, та сучасних методів обробки даних, які можуть сприяти оптимізації вирощування соняшнику, забезпечуючи точніше управління водоспоживанням та іншими аспектами агровиробництва. Також важливо проводити дослідження щодо впливу змін клімату на вирощування соняшнику та розробляти стратегії адаптації до цих змін.

Загалом подальші дослідження варто спрямувати на забезпечення стійкого та ефективного вирощування соняшнику в зоні Західного Лісостепу України, з урахуванням вимог до оптимального використання водних ресурсів та збереження довкілля.

Бібліографічний список

1. Гнатів П. С., Литвин О. Ф., Іванюк В. Я. та ін. Створення й апробація програмного забезпечення статистичного моделювання вірогідності результатів агрономічних експериментів. *Вісник ЛНАУ: агрономія*. 2022. № 26. С. 157–162. Doi.org/10.31734/agronomy2022.26.157.
2. Домарацький Є. О., Добровольський А. В. Особливості водоспоживання соняшника за різних умов мінерального живлення. *Наукові доповіді НУБІП України: Агрономія*. 2017. № 1 (65). <http://doi.org/10.31548/dopovidi2017.01.011>.
3. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогрив П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / за ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ГД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
4. Мельник А. В., Говорун С. О. Водоспоживання та урожайність соняшнику залежно від сортових особливостей та попередників в умовах північно-східного Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. 2014. Вип. 3. С. 173–175. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_agro_2014_3_45 (дата звернення: 25.04.2024).
5. Полупан М. І., Величко В. А., Соловей В. Б. Розвиток українського агрономічного ґрунтознавства: генетичні та виробничі аспекти / за ред. д. с.-г. н. М. І. Полупана. Київ: Аграрна наука, 2015. 400 с.
6. Поляков О. І., Нікітенко О. В., Вахненко С. В., Безсусідній О. В. Вплив агроприйомів вирощування на водоспоживання соняшнику гібриду Каменярь. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2016. № 23. С. 149–154. URL: <http://bulletin.imk.zp.ua/index.php?menu=4&id=270&lang=ua> (дата звернення: 25.04.2024).
7. Сайт Superagronom. Більшість соняшнику в Україні вирощується з порушенням сівозміни. URL: <https://superagronom.com/news/9866-bilshist-sonyashniku-v-ukrayini-viroschuyetsya-z-porushennyam-sivozmini> (дата звернення: 25.04.2024).
8. Сайт Agroportal. Виснаження ґрунту та засмічення падалицею. Які наслідки масової сівби соняшнику. URL: <https://agroportal.ua/agrocheck/special-projects/visnazhennya-gruntu-ta-zasmichennya-padaliceyu-yaki-naslidki-masovoji-sivbi-sonyashniku> (дата звернення: 25.04.2024).
9. Сайт Agrotimes. Як тривале вирощування соняшнику в сівозміні впливає на ґрунт. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/yak-tryvale-vyroshhuvannya-sonyashnyku-v-sivozmini-vplyvaye-na-grunt/> (дата звернення: 25.04.2024).
10. Скидан В., Скидан М. Вплив температур та вологості на розвиток соняшнику. *Агробізнес сьогодні*. 2017. URL: <https://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/8836-vplyv-temperatur-ta-volohosti-na-rozvytok-soniashnyku.html> (дата звернення: 25.04.2024).
11. Ткаліч Ю. І., Ткаліч І. Д., Кохан А. В. Які культури виснажують ґрунт більше? *Пропозиція*. 2014. № 1. С. 64–66.
12. USDA (United States Department of Agriculture). 2023. Production, supply, and distribution (PSD) reports – Oilseeds. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads?tabName=default> (Accessed April 25, 2024).
13. Razanov S., Husak O., Hnativ P. et al. The influence of the gray forest soil moisture level on the accumulation of Pb, Cd, Zn, Cu in spring barley grain. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. No 24 (7). P. 285–292. doi.org/10.12911/22998993/164747.

Стаття надійшла 29.04.2024