

Оригінальна наукова стаття

УДК 635.1/.8:631.95:631.559

**ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕЛЕНИХ ОВОЧІВ
ЗА ВИКОРИСТАННЯ АБСОРБЕНТІВ У ЛАНЦІ СІВОЗМІНИ****В. В. Яценко**

Уманський національний
університет
вул. Інститутська, 1, м. Умань,
Уманський р-н, Черкаська обл.,
20301

Про автора:

Вячеслав ЯЦЕНКО,
доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-2989-0564

Для листування:

Вячеслав ЯЦЕНКО
e-mail: slaviksklavin16@gmail.com

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки України

Отримано:
18 червня 2025 р.
Погоджено до друку:
16 липня 2025 р.
Опубліковано:
30 вересня 2025 р.

У 2022–2024 рр. на дослідному полі кафедри овочівництва Уманського національного університету проведено дослідження з вивчення впливу абсорбентів на продуктивність зелених овочевих культур – салату головчастого, салату листового та шпинату. В досліді використовували сорти Дублянський і Akane (салат листовий), Годар і Fairly (салат головчастий), гібриди шпинату Gnu F₁ і Spiros F₁. Польові дослідження закладали у чотириразовій повторності за методом двофакторного досліду з рендомізованим розміщенням варіантів. Виявлено, що застосування абсорбентів, особливо у формі порошку, сприяло достовірному зростанню біометричних показників і врожайності всіх досліджуваних культур. Найбільший приріст маси листків та головок (від 5,2 до 6,8 %) і врожайності (до 8,2 %) спостерігали саме за використання порошкоподібної форми абсорбенту. Застосування абсорбенту значно підвищувало запаси продуктивної вологи в прикореневому шарі, особливо у фазі активної вегетації (травень), що позитивно впливало на ріст та розвиток рослин. Доведено ефективність салатних культур як індикаторів короткотермінових агротехнологічних змін. Встановлено, що порошкоподібні абсорбенти поліпшують вологозабезпечення, знижують стрес рослин за нестабільного зволоження. Отримані результати свідчать про доцільність їх використання в адаптивних технологіях вирощування овочевих культур в умовах змін клімату.

Ключові слова: абсорбент, салат листовий, салат головчастий, шпинат городній, урожайність, запаси продуктивної вологи.

Productivity formation of green vegetables using absorbents with in crop rotation systems

Uman National University
Instytutska street, 1, Uman,
Uman district, Cherkasy region,
20301

About author:

Viacheslav YATSENKO
ORCID: 0000-0003-2989-0564

For corresponding:

Viacheslav YATSENKO
e-mail: slaviksklavin16@gmail.com

Funding information:

Ministry of Education and Science
of Ukraine

Received:

June 18, 2025

Accepted:

July 16, 2025

Published:

September 30, 2025

During 2022–2024 a study was conducted at the experimental field of the Department of Vegetable Growing of Uman National University to investigate the effect of absorbents on the productivity of leafy vegetables – head lettuce, leaf lettuce, and spinach. The experiment involved the use of the varieties Dublianskyi and Akane (leaf lettuce), Goddar and Fairly (head lettuce), and spinach hybrids Gnu F1 and Spiros F1. Field trials were laid out in four replications using a two-factor randomized block design. It was found that the application of absorbents, especially in powder form, significantly increased biometric parameters and yields of all studied crops. The greatest increase in leaf and head mass (from 5.2 to 6.8 %) and yield (up to 8.2 %) was observed with powdered absorbents. The use of absorbents significantly increased the reserves of productive soil moisture in the root zone, particularly during the active vegetation phase (May), which positively influenced plant growth and development. The study confirmed the efficiency of lettuce crops as indicators of short-term agro-technological changes. It was established that powdered absorbents improve soil moisture conditions and reduce plant stress under unstable water supply. The results confirm the feasibility of using absorbents in adaptive vegetable growing technologies under climate change conditions.

Keywords: absorbent, leaf lettuce, head lettuce, spinach, yield, productive soil moisture reserves.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. На сучасному етапі розвитку сільськогосподарської науки особливу увагу привертає вивчення ефективності використання абсорбентів у контексті зростаючого дефіциту водних ресурсів, зниження родючості ґрунтів та потреби підвищення адаптивності овочевих культур до абіотичних чинників. У численних дослідженнях встановлено, що застосування абсорбентів може забезпечити суттєве підвищення продуктивності, оптимізувати водоспоживання та поліпшити фізико-хімічні характеристики ґрунтового середовища. Нижче подано детальний аналіз ключових джерел, що репрезентують результати метааналітичних, лабораторно-польових і прикладних досліджень з цієї проблематики.

У дослідженні Zheng та співавт. [9], яке охопило 1504 парних спостереження, сформованих на основі 310 публікацій,

проведено масштабну метааналітичну оцінку впливу абсорбентів на врожайність сільськогосподарських культур, водопродуктивність та ґрунтові характеристики. Встановлено, що середній приріст урожайності за умов внесення абсорбентів становив 12,8 %, а водопродуктивність зростала на 17,2 %. Найбільш виражений ефект було зафіксовано для коренеплідів та овочевих культур, що свідчить про високий потенціал згаданої технології саме у сфері овочівництва [3]. Згідно з отриманими даними, внесення абсорбентів на незрошуваних ділянках забезпечувало суттєво вищий приріст урожайності (+18,3 %) порівняно із зрошуваними (+14,8 %) [9].

Механізми впливу обумовлені поліпшенням агрегатної структури ґрунту, зростанням його пористості, водоутримувальної здатності та загального

вмісту органічної речовини (SOM), а також підвищенням доступності основних елементів живлення (N, P, K). Показано, що ефективність абсорбентів корелює із початковими властивостями ґрунту – зокрема, вищі значення рН та щільності пов'язано зі зростанням результативності дії. Таким чином, отримані результати є вагомим науковим аргументом на користь широкого впровадження абсорбентів у технології вирощування зеленних овочів в умовах водного стресу [4, 7, 17].

У дослідженні Jahan & Nassiri [12] здійснено регіональну оцінку впливу абсорбентів на продуктивність сільськогосподарських культур в умовах Ірану. За середньої норми внесення 100 кг/га було зафіксовано зростання врожайності зернових на 13,2 %, бобових – на 27,5 %, а лікарських рослин – на 11,2 % [10]. Попри підвищення біомаси та вмісту поживних речовин у ґрунті, суттєвих змін індексу врожайності зафіксовано не було.

У роботі Sarmah & Karak [21] розроблено біоразкладний гідрогель на основі модифікованого крохмалю з водоутримувальною здатністю понад 700 г/г. Внесення препарату в ґрунт у концентрації 0,25 % сприяло підвищенню вологоутримувального потенціалу ґрунту на 120 % та поліпшенню його структурних властивостей. За експериментального вирощування гороху було виявлено позитивний вплив на вегетативний ріст, що пов'язано із поступовим, контрольованим вивільненням азоту, інкапсульованого у структурі гідрогелю [13]. Дослідження відкриває перспективи широкого застосування екологічно безпечних абсорбентів у біологізованих технологіях вирощування овочевих культур, зокрема зелені, де важливо забезпечити сталий режим живлення та водозабезпечення [5, 15, 22].

Метадані, узагальнені Li та співавт. [6], підтверджують ефективність біостимуляторів (включаючи абсорбенти) у підвищенні врожайності овочевих культур на 17,9 % в умовах посухи та у ґрунтах зі зниженою органічною речовиною.

Найкращих результатів досягнуто за ґрунтового способу внесення. Абсорбенти у цьому контексті розглядають як елемент адаптаційної біотехнології, здатний підвищувати стресостійкість культур до гідротермічного дефіциту.

У дослідженні Rasarhol та ін. [16] оцінено ефективність покриття листя шпинату нанофібрильованою целюлозою для зниження швидкості транспірації та подовження терміну зберігання. Було зафіксовано зниження дихальної активності на 54–70 %, стабілізацію вологості та збереження товарного вигляду продукції. Ця робота демонструє можливості використання матеріалів з властивостями абсорбентів не лише у фазі вирощування, але й у післязбиральній обробці, що є важливим для свіжої зелені.

Незважаючи на позитивні результати, широке впровадження абсорбентів супроводжується низкою ризиків, серед яких – варіативність ефективності залежно від текстури ґрунту, типу культури, погодних умов та технології внесення. Зокрема, синтетичні абсорбенти можуть містити залишкові токсичні мономерні (наприклад, акриламід), що актуалізує потребу у розробці біологічно безпечних альтернатив. Оптимальною нормою внесення вважають 100 кг/га, однак методи застосування (в ґрунт, у вигляді гелю чи покриття) вимагають подальшого дослідження [8, 14, 18].

Зведені результати метааналізів і експериментальних робіт дозволяють стверджувати, що застосування абсорбентів, зокрема у формі порошкоподібних біополімерних гідрогелів, сприяє поліпшенню врожайності, водопродуктивності, фізико-хімічного стану ґрунту, а також збереженню якості свіжої продукції після збирання. Максимальний ефект зафіксовано в овочевих культурах, вирощуваних на солонцюватих, важких або органічно бідних ґрунтах в умовах дефіциту вологи [19, 20].

На основі інтегрального аналізу сучасної наукової літератури можна

зробити висновок, що використання абсорбентів у вирощуванні зеленних овочевих культур є ефективним інструментом адаптації агротехнологій до глобальних кліматичних змін. Водночас подальше вдосконалення таких технологій має ґрунтуватися на міждисциплінарному підході, який поєднує екологічну безпеку, агрономічну доцільність та економічну ефективність.

Матеріали і методи.

Експериментальну роботу проводили на дослідному полі кафедри овочівництва Уманського національного університету за схемою, яка включала шість варіантів. Салат листковий і головчастий висівали за схемою 45×20 см, що становило 111,111 тис. шт. росл./га. Використовували сорти салату листкового Дублянський і Akane; салату головчастого – Годар і Fairly, гібриди шпинату Gnu F₁ і Spiros F₁ висівали за схемою 45×10 см, що становило 222,222 тис. шт. росл./га. Двофакторний дослід полягав у аналізі тривалості ефективної дії абсорбенту ТМ «MaxiMarin» у формі гелю та порошку на товарну

врожайність овочевих культур у ланці овочевої сівозміни. Внесення досліджуваного абсорбенту відбувалося для вирощування васильків справжніх у 2019–2021 рр. Під час пересаджування розсади васильків справжніх використовували абсорбент у формі гелю, занурюючи коріння рослини в розчин, а потім пересаджували у поле. На один гектар витрати концентрованого гелю становили 25 кг (робочого розчину гелю абсорбенту 25 кг/125 л води – 150 кг/га). Абсорбент у вигляді гранул (15 кг/га) вносили перед висаджуванням розсади, локально у борозни (згідно з рекомендаціями виробника) на глибину 20–25 см за допомогою аплікатора мікродобрив Gaspardo Fertidril Micro. Фактично абсорбенти вносили за три роки до висаджування зеленних овочів.

Дослідження проводили методом двофакторного дослід з рендомізованим розміщенням варіантів у чотириразовій повторності. Схему дослідів наведено на рис. 1.

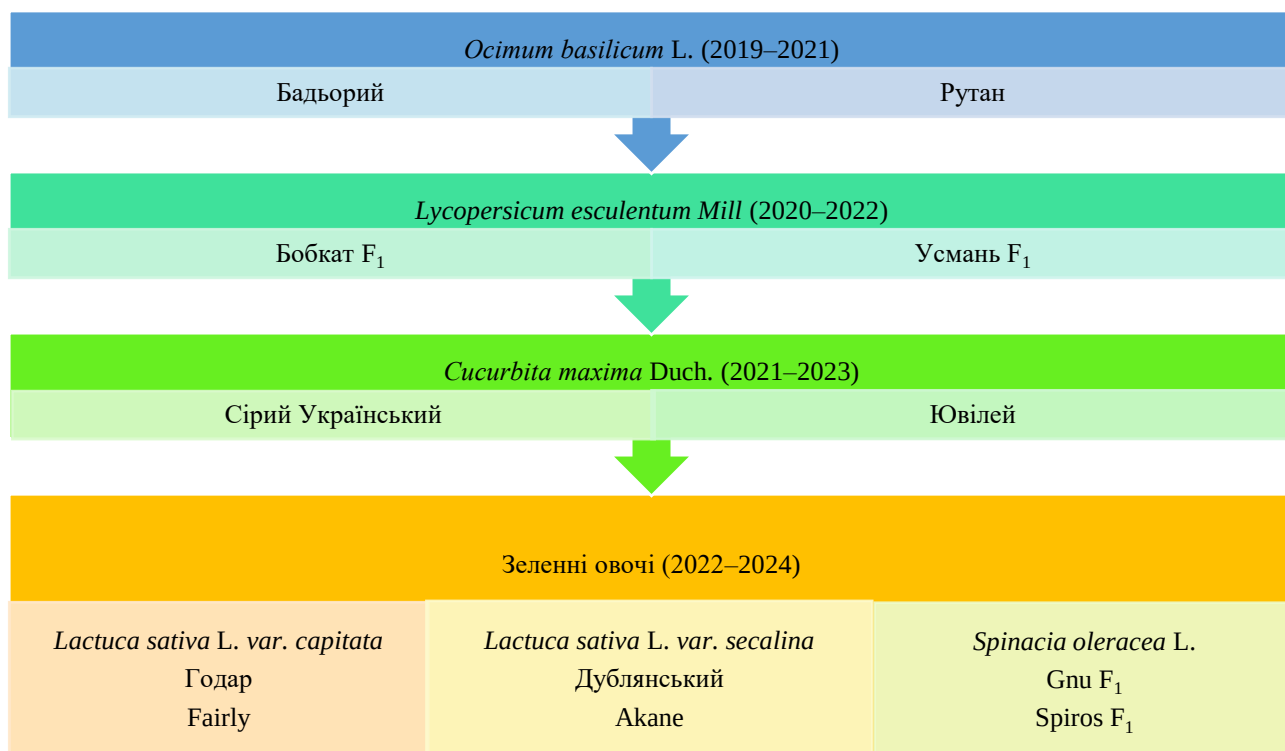


Рис. 1. Логічна схема розташування варіантів дослідів в часі

Сьогодні досліджувані абсорбенти не занесено до Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Проте аналіз наукової літератури показує, що ці препарати є екологічно безпечними [5, 15, 22].

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений малогумусний важкосуглинковий на карбонатному лесі: відзначається глибоким заляганням карбонатів (115–120 см) і невисоким умістом в орному шарі гумусу. Ступінь насиченості профілю ґрунту основами знаходиться в межах 91,0–91,8 %, реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН 5,91–6,44), гідролітична кислотність – 2,46 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомих форм фосфору і калію (за Чириковим) – 97,47–132,02 мг/кг ґрунту, легкогідролізного азоту (за Корнфілдом) – 61,48–92,51 мг/кг ґрунту.

Аналіз погодних умов та рівня їх мінливості за період 2019–2023 рр. проводили на основі коефіцієнта значущості відхилень (C_{sd}) елементів агрометеорологічного режиму кожного з досліджуваних років від багаторічних у середньому за рік за формулою [1]:

$$C_{sd} = \frac{(X_i - \bar{X})}{\sigma}, (1)$$

де C_{sd} – коефіцієнт суттєвості відхилень, X_i – елементи поточної погоди, $\bar{X}$ – показник середньої багаторічної величини, σ – середнє квадратичне відхилення.

Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень відповідає градації:

$C_{sd} < 1$ – умови близькі до середніх багаторічних;

$C_{sd} = 1,1–2$ – умови суттєво відрізняються від середніх багаторічних;

$C_{sd} > 2$ – рідкісні умови, наближені до екстремальних.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) визначали за формулою 2 [12]:

$$ГТК = \frac{\sum R}{0,1 \times \sum t_{>10}}, (2)$$

де: $\sum R$ (мм) – кількість опадів за період з температурою вище ніж 10 °С;

$\sum t > 10$ – сума ефективних температур

за той же період.

Аналіз наведених даних щодо температури повітря та кількості атмосферних опадів свідчить, що період досліджень у загальному характеризувався як сприятливий для росту і розвитку овочевих культур. Вегетаційний сезон 2022 р. був несприятливий для формування високої продуктивності овочів внаслідок тривалих посух і недостатньої кількості опадів у критичні фази. Аналіз погодних умов 2022/23 сезону вирощування показав, що за кількістю опадів поточний рік істотно поступався багаторічним показникам, а середньомісячна температура за рік на 1,6 °С перевищувала багаторічний показник.

Погодні умови 2022; 2023 і 2024 рр. за період вегетації відзначалися істотно меншою кількістю опадів та помітно вищим температурним режимом щодо багаторічних даних, зокрема липень 2022 р., червень 2023 р. і травень та липень 2024 р.

Перебіг агрометеорологічних чинників за роки досліджень створював відповідні умови для росту, розвитку і формування врожайності досліджуваних овочевих культур. Аналіз типовості погодних умов за період вегетації (березень – серпень) за **сумою опадів** та коефіцієнтом суттєвості відхилень (C_{sd}) показав, що більшість місяців були близькими до середніх багаторічних даних, а саме: березень 2023, квітень 2022; 2024 рр., травень 2023 р., червень 2024 р., липень 2023 р., серпень 2022; 2023 рр. До умов, які істотно відрізнялися від багаторічних даних, можна віднести березень 2022 р., травень 2022 і 2024 рр., червень 2022 р., липень 2022 і 2024 рр. Екстремальними за кількістю опадів характеризувалися березень 2024 та квітень і червень 2023 рр.

Аналіз типовості погодних умов за період вегетації (березень – серпень) за **температурою повітря** та коефіцієнтом суттєвості відхилень (C_{sd}) показав, що більшість місяців були близькими до середніх багаторічних даних, а саме:

березень 2022; 2023; 2024 рр., квітень 2022; 2023 рр., травень 2022; 2023; 2024 рр., червень 2023 р., липень 2022; 2023 рр., серпень 2022; 2023 рр. До умов, які істотно відрізнялися від багаторічних даних, можна

віднести квітень 2024 р., червень 2022 і 2024 рр. Екстремальним за температурою повітря вирізнявся липень 2024 р. (табл. 1).

1. Метеорологічні дані періоду досліджень (за даними метеостанції «Умань»)

Місяць Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Опади, мм												
1970–2024	38,0	34,0	36,0	41,0	52,0	81,0	68,0	49,0	61,0	43,0	43,0	40,0
2022	23,9	7,2	13,4	57,7	22,4	36,3	28,1	44,4	99,2	10,0	71,8	53,1
2023	6,0	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,5	51,3	40,0	22,0	17,2	39,4
2024	29,8	14,9	89,5	56,2	4,8	56,5	17,9	17,7	12,1	99,4	23,2	18,6
Температура повітря, °C												
1970–2023	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	21,1	14,5	8,3	2,8	-1,8
2022	-1,3	1,8	2,0	8,6	14,5	20,5	21,0	21,7	13,1	10,0	3,7	-0,4
2023	0,2	-0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	21,1	16,9	13,0	4,4	-0,2
2024	-1,6	4,2	4,5	13,0	15,3	21,2	24,3	23,1	19,7	10,8	4,4	-0,2
Гідротермічний коефіцієнт, норма для Черкаської області – 1,0												
2022	–	–	–	–	0,5	0,6	0,4	0,7	2,5	0,3	–	–
2023	–	–	–	–	0,6	0,5	1,4	0,7	0,7	0,3	–	–
2024	–	–	–	–	0,4	0,7	0,4	0,4	0,3	0,6	–	–

Статистичну обробку отриманих результатів проводили з визначенням середнього арифметичного ($\bar{X}$), стандартного відхилення (SD), розрахованого за допомогою Microsoft Excel 2019 та Statistica 12 [2].

Результати та обговорення.

Упродовж 2022–2024 рр. для дослідження ефективності агротехнічних заходів було висіяно маркерні культури з коротким вегетаційним періодом – салат головчастий, салат листковий і шпинат. Вибір цих культур зумовлений їхньою здатністю оперативно реагувати на зміни умов середовища, що забезпечує достовірність результатів у короткий термін.

Аналіз отриманих даних засвідчив, що маса головок салату головчастого достовірно зросла лише у 2023 р., що, ймовірно, пов'язано з оптимальними погодними умовами, зокрема з більш

рівномірним зволоженням та помірними температурами у фазі активного росту рослин. Це свідчить про високу чутливість культури до погодних чинників, які виступають важливими обмежувальними або стимулюючими факторами у формуванні врожайності.

Застосування абсорбенту у формі порошку позитивно вплинуло на продуктивність рослин. Зокрема, у варіантах із внесенням абсорбенту маса товарних головок збільшувалася на 5,8 і 4,3 % залежно від сорту, що свідчить про підвищення водоутримувальної здатності ґрунту та поліпшення умов мінерального живлення. Товарна врожайність салату головчастого зростала на 8,0 і 6,2 %, приріст відповідно становив 1,4 та 1,3 т/га. Такі показники є статистично вагомими і демонструють ефективність абсорбенту як технологічного елемента в системі вирощування салатних культур (рис. 2).

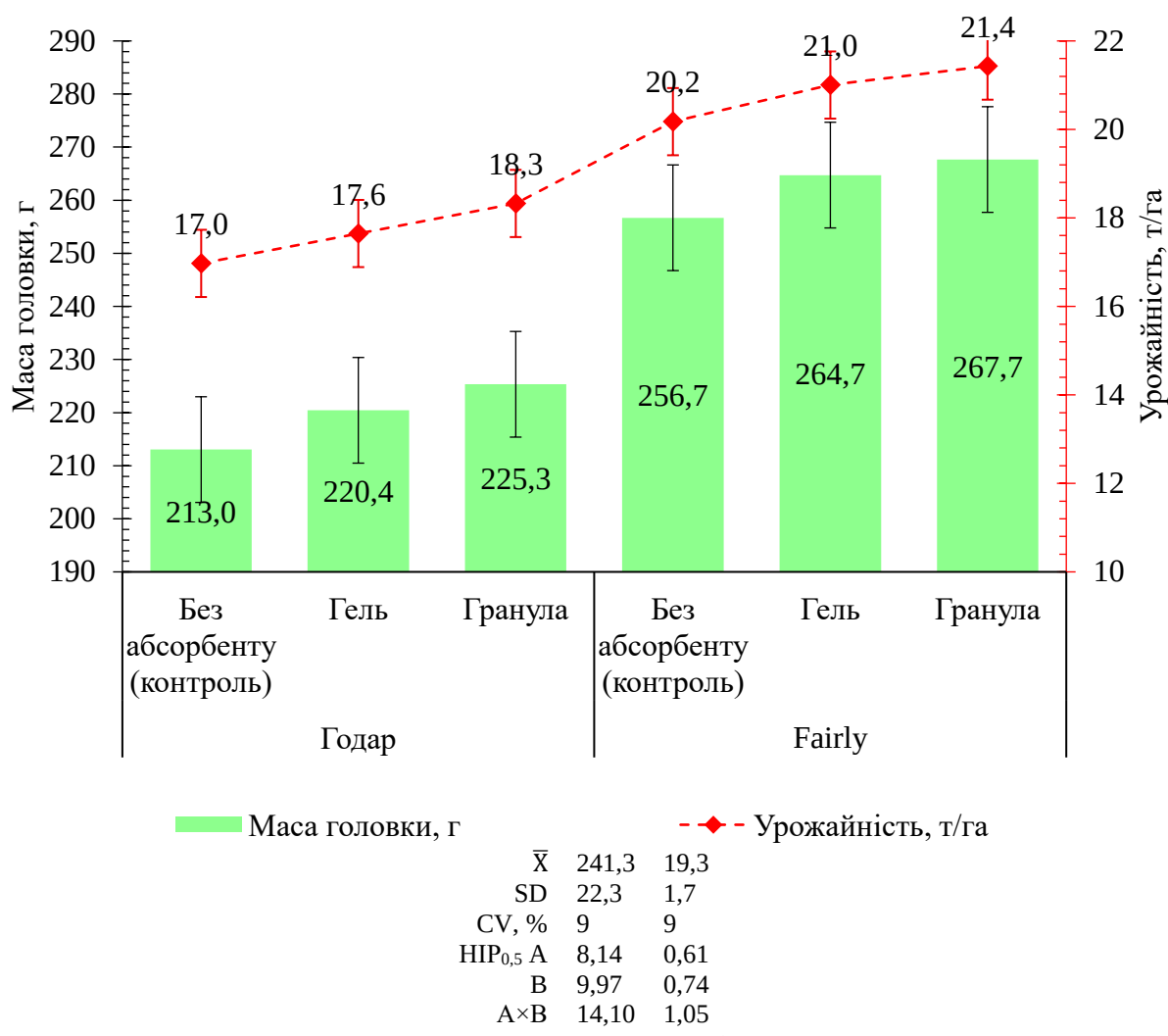


Рис. 2. Маса головки (г) та товарна врожайність (т/га) сортів салату головчастого за вирощування на фоні абсорбенту, внесеного під передпопередник (2022–2024)

У середньому за період досліджень 2022–2024 рр. встановлено, що застосування абсорбенту у формі порошку суттєво впливало на біометричні показники та товарну врожайність салату листового. Зокрема, маса товарних розеток листків у сорту Дублянський зростала на 5,6 % (або 10,0 г), а в сорту Akane – на 6,1 % (або 11,8 г) порівняно з контролем. Натомість використання абсорбенту у формі гелю мало менш виражений ефект: приріст маси листків становив лише 3,4 % (6,0 г) у сорту Дублянський та 3,2 % (6,3 г) у сорту Akane.

Аналогічна тенденція простежувалася і у товарній врожайності культури. Так, вирощування салату листового на фоні порошкоподібного абсорбенту забезпечувало приріст товарної

врожайності на 7,0 % (1,4 т/га) у сорту Дублянський і 7,7 % (1,6 т/га) у сорту Akane. Варто зазначити, що достовірне зростання врожайності за вказаними варіантами було зафіксовано у 2022 та 2023 рр., що підтверджується результатами статистичного аналізу (рис. 3).

Отримані результати свідчать про більшу ефективність абсорбенту у формі порошку порівняно з гелевою формою щодо впливу на приріст маси товарних розеток і товарної врожайності салату листового. Ймовірно, це зумовлено кращою сорбційною здатністю порошкової форми, що сприяє більш рівномірному утриманню вологи в кореневій зоні та поліпшенню доступності поживних речовин. Крім того, абсорбент у вигляді

порошку може створювати сприятливіші мікроекологічні умови для росту і розвитку

салатних культур, особливо за нестійких гідротермічних умов (рис. 3).

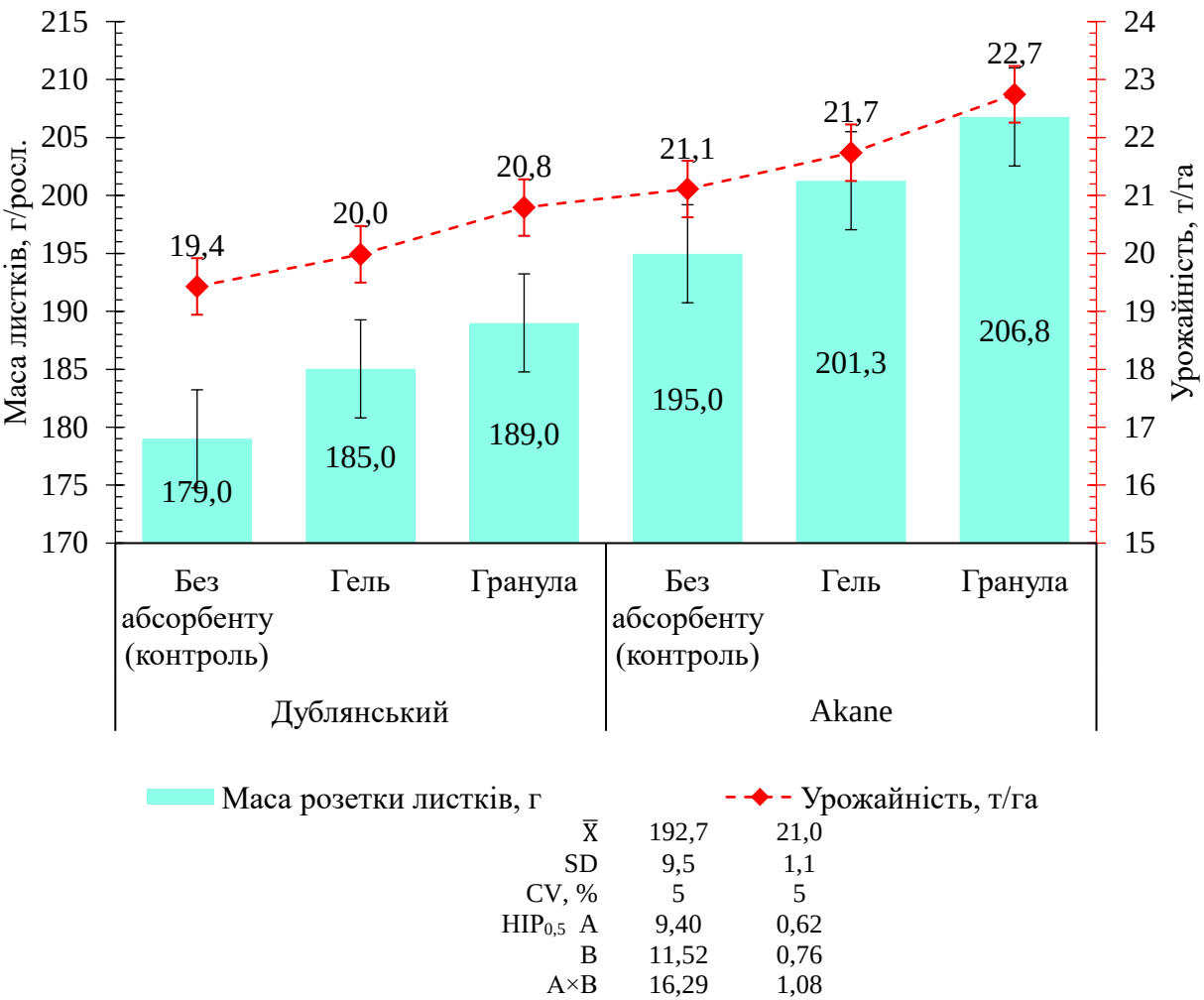


Рис. 3. Маса розетки (г) та товарна врожайність (т/га) сортів салату листового за вирощування на фоні абсорбенту, внесеного під передпопередник (2022–2024)

За результатами проведених досліджень встановлено, що застосування абсорбенту у формі порошку позитивно вплинуло на формування маси розетки листків і товарну врожайність шпинату. Так, середньорічні дані свідчать про збільшення маси розеток листків на 5,2 % (3,4 г/рослину) у гібрида Gnu F₁ та на 6,8 % (4,3 г/рослина) у гібрида Spiros F₁. Водночас товарна врожайність зростала відповідно на 6,9 % (1,4 т/га) і 8,2 % (1,6 т/га).

Аналізуючи динаміку показників за роками, було встановлено, що статистично

достовірно зростання маси листків і врожайності спостерігали переважно у 2023 р., що, імовірно, зумовлено сприятливішими погодними умовами в період активної вегетації. У 2022 і 2024 рр. відзначено лише тенденційний, але не достовірний приріст.

Узагальнення результатів за трирічний період показало, що варіанти з внесенням порошкоподібного абсорбенту забезпечували стабільно вищі показники продуктивності порівняно з контролем та іншими формами абсорбентів, що чітко видно на рис. 4.

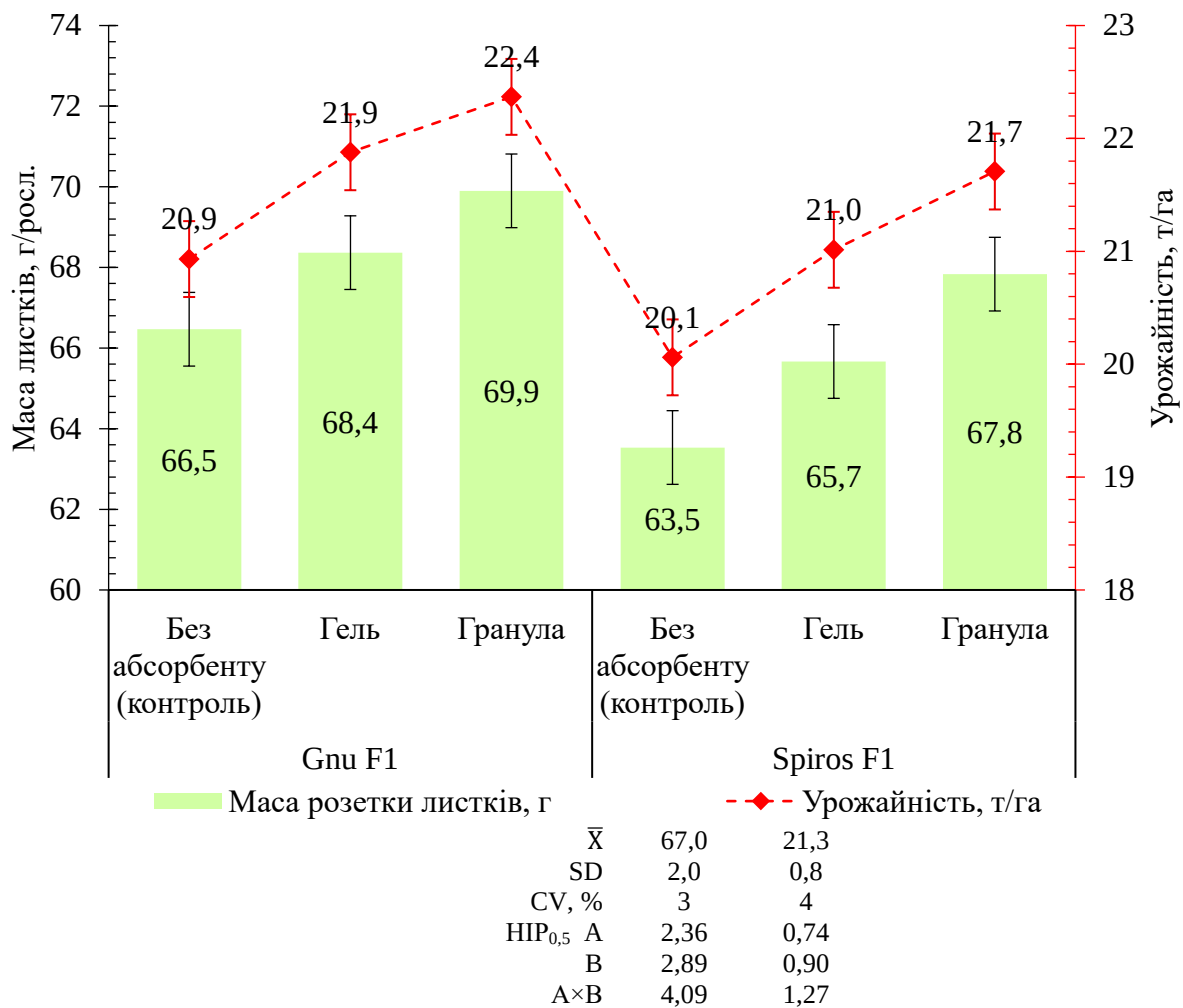


Рис. 4. Маса розетки (г) та товарна врожайність (т/га) сортів шпинату городнього за вирощування на фоні абсорбенту, внесеного під передпопередник (2022–2024)

На основі аналізу табл. 2 та результатів багаторічних досліджень встановлено, що застосування абсорбентів, особливо у формі гранул, достовірно впливало на збільшення запасів продуктивної вологи у прикореневому шарі ґрунту посівів салатних овочів. Зокрема, суттєве підвищення вмісту вологи зафіксовано у травні у варіантах з порошкоподібним абсорбентом для сортів Годар (салат головчастий), Akane (салат листовий) і гібрида Spiros F₁ (шпинат). У червні достовірно зростання запасів вологи також відзначено у варіантах з порошком для сорту Fairly (салат головчастий) і гібридів шпинату Gnu F₁ та Spiros F₁.

Найвищі значення продуктивної вологи (мм) спостерігали в травні у сорту Годар (45,6 %), Akane (44,0 %) та Spiros F₁ (44,3 %) за використання

порошкоподібного абсорбенту. Аналогічно, у червні ці ж гібриди демонстрували перевагу, що є ознакою тривалої дії препарату на вологозбереження. За статистичними критеріями, ці результати достовірно перевищують контрольні значення (виділені жирним шрифтом у таблиці).

Ці дані узгоджуються з агрокліматичними особливостями періоду досліджень. Зокрема, у 2023 р. зафіксовано зменшення кількості опадів порівняно з 2022 та 2024 рр., що підвищило ефективність дії абсорбентів, особливо гелевої форми. У роки з надмірним зволоженням (2022; 2024) ефективність абсорбентів частково нівелювалася, що свідчить про взаємодію технологічного чинника з погодними умовами (табл. 2).

2. Запаси продуктивної вологи у прикореневому шарі рослин салатних овочів (4 рік після внесення абсорбентів, 2022–2024), мм

Сорт/гібрид (фактор А)	Форма абсорбенту (фактор Б)	Салат головчастий		Салат листковий		Шпинат городній	
		05	06	05	06	05	06
Годар/ Дублянський/ Gnu F ₁	Контроль	41,5	40,7	41,7	41,1	40,1	39,3
	Гель	43,7	41,5	43,7	42,6	42,0	41,0
	Гранула	45,6	42,6	44,6	44,0	42,7	42,2
Fairly/ Akane/ Spiros F ₁	Контроль	40,8	39,3	40,5	40,9	39,7	38,4
	Гель	43,3	42,7	42,6	42,4	41,4	40,7
	Гранула	44,0	44,0	44,3	44,1	42,0	42,2
$\bar{X}$		43,2	41,8	42,9	42,5	41,3	40,6
SD		1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	1,4
CV, %		4	4	3	3	3	3
HIP _{0,5} A		2,09	1,64	1,32	1,77	1,32	1,21
B		2,56	2,01	1,62	2,17	1,62	1,49
A×B		3,62	2,84	2,29	3,07	2,29	2,11

Примітка: жирним виділено дані, які статистично істотно перевищують контроль.

Виявлено, що форма абсорбенту має суттєве значення для збереження вологи: порошкоподібна форма виявилася ефективнішою, ніж гелева, що пов'язано з її здатністю швидко розподілятися в ґрунтовому профілі та створювати зону акумуляції вологи в прикореневому шарі.

Сезонна динаміка впливу: максимальну ефективність порошкоподібного абсорбенту спостерігали у травні, коли активізуються процеси росту салатних культур, що підтверджує доцільність його застосування на початкових етапах вегетації.

Роль погодних умов: за умов дефіциту опадів (2023 р.) абсорбенти, особливо гелеві, проявляли підвищену ефективність у забезпеченні вологою, тоді як за умов надмірного зволоження їх дія частково нівелювалася.

За вирощування зеленних овочів на фоні застосовуваних абсорбентів під передпопередник відзначено позитивну динаміку формування показників економічної ефективності без додаткових затрат. Так, вирощування салату головчастого на фоні абсорбентів сприяло збільшенню прибутку на 4,39–8,81 тис. грн/га та рівня рентабельності на 1–2 %. Вирощування салату листового на фоні

абсорбентів збільшувало суму прибутку на 4,44–13,07 тис. грн/га та рентабельність виробництва на 1 %. Вирощування шпинату городнього на фоні внесеного під передпопередник абсорбенту зумовлювало підвищення прибутку на 7,57–13,17 тис. грн/га та рівня рентабельності на 1–3 % (табл. 3).

Виявлено, що використання абсорбентів підвищує економічну ефективність вирощування зеленних овочів, зокрема гранульована форма препарату стабільно забезпечує найвищий рівень прибутку серед усіх варіантів.

Найвищі показники прибутковості й рентабельності отримано на салаті листовому сорту Akane – 146,95 тис. грн/га прибутку та 81 % рентабельності, що свідчить про високу інтегральну адаптивність сорту до абсорбуючих полімерів. Шпинат виявився менш економічно чутливим до впливу абсорбентів, що пов'язано з вищими витратами на виробництво та нижчим потенціалом рентабельної віддачі. Загалом, застосування абсорбентів є економічно доцільним агроприйомом, особливо у в нестабільних умовах клімату, і має перспективу впровадження у вирощування салатів як високорентабельних культур.

3. Економічна ефективність вирощування зеленних овочевих культур за післядії різних форм абсорбентів (за економічно обґрунтованими цінами 2024 р.)

Культура	Сорт/гібрид	Форма абсорбенту	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Витрати на валове виробництво, тис. грн/га	Сума прибутку, грн/га	Рівень рентабельності, %
Салат головчастий	Годар	Контроль	17,0	110,32	35,00	75,32	68
		Гель	17,6	114,71	35,00	79,71	69
		Гранула	18,3	119,13	35,00	84,13	71
	Fairly	Контроль	20,2	131,14	35,00	96,14	73
		Гель	21,0	136,53	35,00	101,53	74
		Гранула	21,4	139,31	35,00	104,31	75
Салат листковий	Дублянський	Контроль	19,4	155,43	35,00	120,43	77
		Гель	20,0	159,87	35,00	124,87	78
		Гранула	20,8	166,32	35,00	131,32	79
	Akane	Контроль	21,1	168,88	35,00	133,88	79
		Гель	21,7	173,89	35,00	138,89	80
		Гранула	22,7	181,95	35,00	146,95	81
Шпинат городній	Gnu F ₁	Контроль	20,9	167,45	55,00	112,45	67
		Гель	21,9	175,02	55,00	120,02	69
		Гранула	22,4	178,94	55,00	123,94	69
	Spiros F ₁	Контроль	20,1	160,48	55,00	105,48	66
		Гель	21,0	168,11	55,00	113,11	67
		Гранула	21,7	173,65	55,00	118,65	68

Висновки. Результати багаторічних досліджень підтверджують доцільність використання порошкоподібної форми абсорбентів у технологіях вирощування овочевих культур із коротким вегетаційним періодом, зокрема салату головчастого, салату листового та шпинату. У всіх дослідних культурах встановлено достовірне підвищення біометричних показників і врожайності, що свідчить про стабільну позитивну дію абсорбенту як агротехнічного чинника.

Порошкоподібна форма абсорбенту сприяє поліпшенню мікрОВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ у прикореневій зоні внаслідок високої сорбційної здатності та ефективного контакту з ґрунтовими частками. Це забезпечує зменшення стресу рослин у періоди нестабільного

зволоження, збереження доступної вологи та поліпшення умов для засвоєння елементів живлення. Крім того, використання абсорбенту може поліпшувати фізико-хімічні властивості ґрунту.

Враховуючи отримані результати, салатні культури доцільно розглядати як чутливі біоіндикатори короткотермінових агротехнологічних змін, що дозволяє оперативно оцінювати ефективність агротехнічних прийомів. Використання порошкоподібних абсорбентів є перспективним напрямом у формуванні адаптивних технологій вирощування овочевих культур в умовах кліматичної нестабільності та ризикованого землеробства.

Список використаної літератури

1. Логвінов К. Т., Дмитренко В. П., Грушка І. Г. Короткий агрокліматичний довідник України: посібник по використанню гідрометеорологічної

References

1. Lohvinov K. T., Dmytrenko V. P., Hrushka I. H. Brief agroclimatic guide of Ukraine : a guide to the use of hydrometeorological information in agricultural

інформації в сільськогосподарському виробництві. Київ : Укр. НДІ гідрометеорології, 1976. 256 с.

2. Методологія і організація наукових досліджень в сільському господарстві та харчових технологіях / О. І. Присяжнюк та ін. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2021. 300 с.

3. Формування продуктивності гарбуза великоплідного за післядії абсорбентів / В. В. Яценко та ін. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2023. № 130. С. 301–306. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.41>.

4. Формування продуктивності помідора за післядії абсорбентів / В. В. Яценко та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2022. Вип. 1 (47). С. 144–150. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.20>.

5. AbdAllah A. M., Mashaheet A. M., Burkey K. O. Super Absorbent Polymers Mitigate Drought Stress in Corn (*Zea mays* L.) Grown Under Rainfed Conditions. *Agricultural Water Management*. 2021. Vol. 254, Article 106946. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2021.106946>.

6. A meta-analysis of biostimulant yield effectiveness in field trials / C. Li et al. *ACS Agricultural Science & Technology*. 2022. Vol. 2, No. 3. P. 403–413. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.836702>.

7. Combined effects of border irrigation and super-absorbent polymers on enzyme activity and microbial diversity of poplar rhizosphere soil / F. Liu et al. *PLOS ONE*. 2024. Vol. 19, No. 5. e0303096.

8. Effect of Different Forms of Super Absorbent Polymers on Soil Physical & Chemical Properties in Orchard field / S. H. Dahri et al. *World Academics Journal of Engineering Sciences*. 2019. Vol. 6, issue 2. P. 12–20.

9. Effects of super absorbent polymer on crop yield, water productivity and soil properties: A global meta-analysis / H. Zheng et al. *Agricultural Water Management*. 2023. Vol. 282, Article 108290. DOI: [10.1016/j.agwat.2023.108290](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108290).

10. Effects of Super Absorbent Polymers and Gibberellin on Germination and Growth of alfalfa / W. Zhang et al. *Legume Research*. 2020. Vol. 43, No. 6. P. 800–804. DOI: [10.18805/LR-532](https://doi.org/10.18805/LR-532).

11. Evarte-Bundere G., Evarts-Bunders P. Using of the Hydrothermal coefficient (HTC) for interpretation of distribution of non-native tree species in Latvia on example of cultivated species of genus *Tilia*. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. 2012. 12 (2). P. 135–148.

12. Jahan M., Nassiri M. Meta-analysis of the effect of super-absorbent application on crops yield in Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 2019. Vol. 17, issue 3. P. 447–457. URL: https://jcsc.um.ac.ir/article_38225.html (last accessed: 27.08.2025). [in Iranian]

13. Influence of hydrogel on growth, yield and soil properties at varied moisture regimes under drip fertigation of tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

production. Kyiv : Ukr. NDI hidrometeorolohii, 1976. 256 p.

2. Methodology and organization of scientific research in agriculture and food technology / O. I. Prysiashniuk et al. Vinnytsia : TOV «Nilan-LTD», 2021. 300 p.

3. Formation of the productivity of the large fruit pumpkin in the effect of the absorbent / V. V. Yatsenko et al. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky*. 2023. No. 130. P. 301–306. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.41>.

4. Formation of tomato productivity after absorbents / V. V. Yatsenko et al. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya «Ahronomiia i biolohiia»*. 2022. Issue 1 (47). P. 144–150. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.20>.

5. AbdAllah A. M., Mashaheet A. M., Burkey K. O. Super Absorbent Polymers Mitigate Drought Stress in Corn (*Zea mays* L.) Grown Under Rainfed Conditions. *Agricultural Water Management*. 2021. Vol. 254, Article 106946. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.AGWAT.2021.106946>.

6. A meta-analysis of biostimulant yield effectiveness in field trials under stress conditions / C. Li et al. *ACS Agricultural Science & Technology*. 2022. Vol. 2, No. 3. P. 403–413. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.836702>.

7. Combined effects of border irrigation and super-absorbent polymers on enzyme activity and microbial diversity of poplar rhizosphere soil / F. Liu et al. *PLOS ONE*. 2024. Vol. 19, No. 5. e0303096.

8. Effect of Different Forms of Super Absorbent Polymers on Soil Physical & Chemical Properties in Orchard field / S. H. Dahri et al. *World Academics Journal of Engineering Sciences*. 2019. Vol. 6, issue 2. P. 12–20.

9. Effects of super absorbent polymer on crop yield, water productivity and soil properties: A global meta-analysis / H. Zheng et al. *Agricultural Water Management*. 2023. Vol. 282, Article 108290. DOI: [10.1016/j.agwat.2023.108290](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108290).

10. Effects of Super Absorbent Polymers and Gibberellin on Germination and Growth of alfalfa / W. Zhang et al. *Legume Research*. 2020. Vol. 43, No. 6. P. 800–804. DOI: [10.18805/LR-532](https://doi.org/10.18805/LR-532).

11. Evarte-Bundere G., Evarts-Bunders P. Using of the Hydrothermal coefficient (HTC) for interpretation of distribution of non-native tree species in Latvia on example of cultivated species of genus *Tilia*. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. 2012. 12 (2). P. 135–148.

12. Jahan M., Nassiri M. Meta-analysis of the effect of super-absorbent application on crops yield in Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 2019. Vol. 17, issue 3. P. 447–457. URL: https://jcsc.um.ac.ir/article_38225.html (last accessed: 27.08.2025). [in Iranian]

13. Influence of hydrogel on growth, yield and soil properties at varied moisture regimes under drip fertigation of tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

/ R. J. Jeevan et al. *The Pharma Innovation Journal*. 2023. 12 (2). P. 1483–1488.

14. Modelling of Cowpea Response to Varying Irrigation and SAP Levels Under Greenhouse Conditions Using AquaCrop / D. Benard et al. *Irrigation and Drainage*. 2025. P. 1–14. DOI: 10.1002/ird.3078.

15. Oriosia A., Wambua R., Okwany R. Modelling of Potato Crop Water Productivity and Yield Response Under Subsurface Drip Irrigation System. *Journal of Engineering in Agriculture and the Environment*. 2023. Vol. 9, No. 1. P. 74–88. DOI: 10.37017/jae-vol9-no1.2023-4.

16. Pacaphol K., Aht-Ong D., Amornsakchai T. Development and application of nanofibrillated cellulose coating from sugarcane bagasse for shelf-life extension of spinach leaves. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019. Vol. 139. P. 604–611. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115167>.

17. Prospects of Hydrogels in Agriculture for Enhancing Crop and Water Productivity under Water Deficit Condition / S. Patra et al. *International Journal of Polymer Science*. 2022. P. 1–15. DOI: 10.1155/2022/4914836.

18. Ryan Q., Geetha K. N., Shanker A. G. Effect of organic manures and super absorbent polymers on nutrients uptake and economics of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *International Journal of Chemical Studies*. 2018. Vol. 6, No. 4. P. 2694–2698.

19. Saha A., Sekharan S., Manna U. Superabsorbent Hydrogel (SAH) as a Soil Amendment for Drought Management: A Review. *Soil and Tillage Research*. 2020. Vol. 204, Article 104736. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2020.104736>.

20. Salih S., Abaied A. Effect of Super Absorbent Polymer and Ceratophyllum Powder Application on Some Soil Physical Properties. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023. Vol. 1222, Article 012030. P. 1–10. DOI: 10.1088/1755-1315/1222/1/012030.

21. Sarmah D., Karak N. Biodegradable superabsorbent hydrogel for water sustainable agriculture: Synthesis, characterization and performance evaluation. *Carbohydrate Polymers*. 2020. Vol. 247, Article ID 116678. DOI: <https://doi.org/10.1002/app.48495>.

22. Superabsorbent Polymers as a Soil Amendment for Increasing Agriculture Production With Reducing Water Losses Under Water Stress Condition / S. Malik et al. *Polymers*. 2023. Vol. 15, No. 1. P. 1–18. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym15010161>.

/ R. J. Jeevan et al. *The Pharma Innovation Journal*. 2023. 12 (2). P. 1483–1488.

14. Modelling of Cowpea Response to Varying Irrigation and SAP Levels Under Greenhouse Conditions Using AquaCrop / D. Benard et al. *Irrigation and Drainage*. 2025. P. 1–14. DOI: 10.1002/ird.3078.

15. Oriosia A., Wambua R., Okwany R. Modelling of Potato Crop Water Productivity and Yield Response Under Subsurface Drip Irrigation System. *Journal of Engineering in Agriculture and the Environment*. 2023. Vol. 9, No. 1. P. 74–88. DOI: 10.37017/jae-vol9-no1.2023-4.

16. Pacaphol K., Aht-Ong D., Amornsakchai T. Development and application of nanofibrillated cellulose coating from sugarcane bagasse for shelf-life extension of spinach leaves. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019. Vol. 139. P. 604–611. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115167>.

17. Prospects of Hydrogels in Agriculture for Enhancing Crop and Water Productivity under Water Deficit Condition / S. Patra et al. *International Journal of Polymer Science*. 2022. P. 1–15. DOI: 10.1155/2022/4914836.

18. Ryan Q., Geetha K. N., Shanker A. G. Effect of organic manures and super absorbent polymers on nutrients uptake and economics of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *International Journal of Chemical Studies*. 2018. Vol. 6, No. 4. P. 2694–2698.

19. Saha A., Sekharan S., Manna U. Superabsorbent Hydrogel (SAH) as a Soil Amendment for Drought Management: A Review. *Soil and Tillage Research*. 2020. Vol. 204, Article 104736. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.STILL.2020.104736>.

20. Salih S., Abaied A. Effect of Super Absorbent Polymer and Ceratophyllum Powder Application on Some Soil Physical Properties. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2023. Vol. 1222, Article 012030. P. 1–10. DOI: 10.1088/1755-1315/1222/1/012030.

21. Sarmah D., Karak N. Biodegradable superabsorbent hydrogel for water sustainable agriculture: Synthesis, characterization and performance evaluation. *Carbohydrate Polymers*. 2020. Vol. 247, Article ID 116678. DOI: <https://doi.org/10.1002/app.48495>.

22. Superabsorbent Polymers as a Soil Amendment for Increasing Agriculture Production With Reducing Water Losses Under Water Stress Condition / S. Malik et al. *Polymers*. 2023. Vol. 15, No. 1. P. 1–18. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym15010161>.