

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ХОЛОДКУ ЛІКАРСЬКОГО ЗА КРАПЛИННОГО
ЗРОШЕННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

КОСЕНКО Н.П. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-0877-6116

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

КНИШ В.І. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-1598-6867

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ШАБЛЯ О.С. – кандидат економічних наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0002-2669-0711

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

КОКОЙКО В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0002-2528-7920

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Холодок лікарський, спаржа лікарська або аспарагус відноситься до малопоширених делікатесних овочевих рослин [1]. У 2000 році плантації цієї культури у світі було введено 1,065 млн га, у 2020 році – 1,581 млн га. У 2023 році з площі 1,613 млн га було зібрано 8,594 млн т. Валовий збір молодих пагонів холодку лікарського за 20-ти річний період збільшився вдвічі [2]. Дослідження багатьох вчених є свідомством того, що найбільший вплив на продуктивність, якість товарної продукції мають кліматичні та технологічні прийоми вирощування рослин [3; 4]. Ґрунтово-кліматичні умови України є сприятливими для вирощування цієї овочевої рослини. Ефективність вирощування ранньої продукції, значною мірою, залежить від генетичних особливостей, скоростиглості, врожайності сорту або гібриду та від технології вирощування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Холодок лікарський (*Asparagus officinalis* L.) – одна з найбільш стародавніх багаторічних трав'янистих рослин, відноситься до родини Спаржевих (*Asparagaceae*). Як овочеву культуру цю рослину культивують майже на всіх континентах [5]. До країн-лідерів, що є найбільшими виробниками у 2023 році, відносяться Китай (7,441 млн т), Перу (356,7 тис. т) та Мексика (347,29 тис. т). В Європі країнами-лідерами є Німеччина (111,9 тис. т), Італія (51,88 тис. т), Іспанія (44,14 тис. т), Франція (27,34 тис. т). Крупним експортером у Європі є Польща, де площі збільшилися з 204 га (2016 р.) до 2,2 тис. га (2023 р.) [2]. Холодок лікарський відноситься до роздільностатевих дводомних рослин. Підземна частина рослини складається з слабо розгалуженого, потовщеного пагона, що утворює з боків м'ясисті бульби цилін-

дричної форми, де накопичується основна маса пластичних речовин. Після зимового періоду, за збільшення середньодобової температури повітря до 10°C з бруньок підземного стебла відростають молоді соковиті і ніжні пагони. Їх ріст і розвиток відбувається за рахунок розчинних вуглеводів, які містяться у підземній частині рослини [6]. Стілки (пагони), що знаходяться в шарі ґрунту без світла етіолозуються, а виходячи на поверхню – зеленіють. В процесі подальшого розвитку пагони грубішають і дерев'яніють. Молоді пагони довжиною 25 см містять: 8–10% сухої речовини, цукрів – 1,8–3,6%, вітамінів: аскорбінової кислоти – 10,4–53,0 мг/100 г (етіоловані пагони) і 90,4–110,6 (зелені пагони), нікотинової кислоти більше 1 мг/100 г, каротину (зелені) – 0,5–2,0 мг/100 г. Також у пагонах містяться вітаміни групи В, аскорбінова і фолієва кислоти, рутин, мінеральні речовини: фосфор, кальцій, калій натрій, магній, йод, марганець, залізо, сірка, мідь, фтор [7]. Всього ідентифіковано 94 сполуки, що належать до різних хімічних класів, таких як: органічні кислоти, амінокислоти, пептиди та похідні, поліфеноли (гідроксикоричні кислоти, флавоноли, лігнани та норлігнани), оксиліпіни та інші. Серед них 74 сполуки вперше описані в цьому овочі [8]. Аспарагінова кислота, що є основною лікарською речовиною холодку лікарського дуже корисна для серцево-судинної системи людини [9]. Стероїдні сапоніни мають антиоксидантні, антибактеріальні, антивірусні властивості, сприяють зниженню цукру, шкідливого холестерину в крові людини, підвищують імунітет людини [10].

Успішне промислове виробництво товарних пагонів вимагає значних витрат, специфічних умов навколишнього середовища та методів вирощу-

вання [6]. Для закладення промислових плантацій використовують саджанці гібридів. Багаторічний досвід є свідомством того, що чоловічі гібриди мають більшу продуктивність товарних пагонів [11]. Введення у генотип нових генів з диких видів холодку лікарського може допомогти вирішити існуючі на даний час обмеження рівню врожайності [12]. Селекційні компанії працюють над створенням багатоплодних гібридів [13]. У Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні занесені гібриди іноземної селекції 'Baklim', 'Grolim', 'Gijnlim', 'Bacchus', 'Cumulus', 'Prius', 'Cygnus', 'Erasmus'. Перший сорт Аржентельська був занесений до Державного реєстру сортів рослин у 1950 році [14].

Мета досліджень. Розроблення основних елементів біологізації технології вирощування нових гібридів холодку лікарського за краплинного зрошення в умовах Півдня України.

Методи та матеріали досліджень. Дослідження проводили на дослідному полі Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (сеп. Наддніпрянське, Херсонська обл.) у 2022–2024 рр. Ґрунт дослідного поля темно-каштановий слабосолонцюватий середньосуглинковий. Уміст гумусу в орному шарі (0–30 см) складає 2,14%, загального азоту – 2,24%, рухомого фосфору й обмінного калію – відповідно 62 і 323 мг/кг абсолютно сухого ґрунту. Схема досліду: фактор А – гібрид F₁ аспарагусу: 1) 'Grolim'; 2) 'Gijnlim'; 3) 'Baklim' селекції Limgroup BV (Нідерланди). Фактор В – внесення добрив: 1) без внесення (контроль); 2) внесення біодобрива Біопроферм. Фактор С – мульчування гряд чорною поліетиленовою плівкою: 1) без мульчування; 2) мульчування гряд. Повторність досліду чотириразова, загальна площа ділянки – 14 м², облікова – 10 м². Однорічні саджанці були висаджені 20 листопада 2018 р. Схема висаджування саджанців широкорядна, з шириною міжряддя 2,2 м, відстань між рослинами у рядку 20 см. Сучасне біодобриво Біопроферм (рідка форма) отримують методом термофільної ферментації органічних матеріалів і відходів від переробки деревини. Доза внесення біодобрива – 2 л/га разом з поливом після закінчення збору врожаю. Зволоження ґрунту здійснювали за

допомогою системи краплинного зрошення. Пропливи призначалися за рівня передполивної вологості ґрунту 70% найменшої вологоємності (НВ) у шарі ґрунту 0–100 см. У 2022 році було проведено 9 поливів, норма зрошення за період вегетації рослин становила 1170 м³/га, у 2023 році – 10 поливів і 1230 м³/га, у 2024 році – 16 поливів і 2150 м³/га. Хімічний аналіз пагонів спаржі включав визначення у пагонах вмісту сухої речовини (ДСТУ 7804:2015), загального цукру (ДСТУ 4954:2008), аскорбінової кислоти (ДСТУ 7803:2015), нітратів (ДСТУ 4948:2008).

Результати досліджень. Встановлено, що навесні 2022 року відновили вегетацію 90,0–98,0% рослин (рис. 1).

Збереженість рослин після зими у гібриду Grolim становила 97,0%, у Gijnlim – 94,0%, у Baklim – 92,2%. В умовах 2023 року (п'ятий рік культури) відзначено 77–83% рослин від кількості висаджених саджанців. На ділянках гібриду Grolim збереглося 82,5% рослин, у Gijnlim – 80,0%, у Baklim – 78,5%. Навесні 2024 року (шостий рік культури) відновили вегетацію 73–80% рослин.

Погодні умови (середньодобова температура повітря) мають значний вплив на початок відростання пагонів (збирання врожаю) [15]. В наших дослідженнях в умовах прохолодної весняної погоди 2021 року масове відростання молодих пагонів без мульчування відзначено 28–30 квітня. У 2022 році масове відростання молодих пагонів відзначено 25–28 квітня, у 2023 році – 23–26 квітня, у 2024 році – 20–25 квітня. Мульчування гряд чорною поліетиленовою плівкою дозволяє розпочати збір урожаю на 6–8 діб раніше, ніж без мульчування. Масове стеблуння рослин без мульчування спостерігалось 18–22 травня, цвітіння – 25–30 травня. Кінець активної вегетації рослин (пожовтіння листків) відмічено 12–18 жовтня.

За даними Т. М. Onggo at al. продуктивність рослин значної мірою залежить від віку плантації [16]. Наші дослідження показали, що на четвертий рік вирощування (п'ятий рік культури) врожайність молодих пагонів гібриду 'Grolim' становила 2,29–2,75 т/га, 'Gijnlim' – 1,99–2,64 т/га, 'Baklim' – 2,67–3,17 т/га (табл. 1).

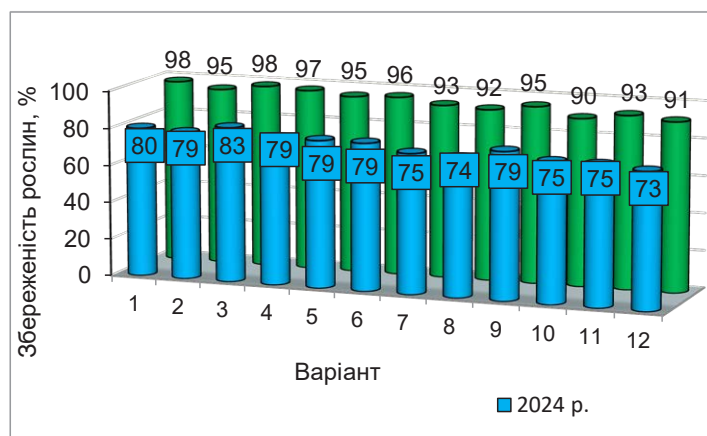


Рис. 1. Збереженість рослин холодку лікарського на початок вегетації, 2022–2024 рр.

Таблиця 1 – Урожайність пагонів гібридів холодку лікарського залежно від внесення добрив і мульчування гряд, 2022–2024 рр.

№ з/п	Гібрид F ₁ (фактор А)	Внесення біодобрива (фактор В)	Мульчування рослин (фактор С)	Урожайність по роках досліджень, т/га			
				2022	2023	2024	2022-2024
1	Grolim	без добрив	без мульчування	2,29	3,15	3,65	3,03
2			мульчування	2,55	3,32	3,72	3,20
3		Біопроферм	без мульчування	2,43	3,50	4,00	3,31
4			мульчування	2,75	3,90	4,42	3,69
5	Gijnlim	без добрив	без мульчування	1,99	2,79	3,17	2,65
6			мульчування	2,07	2,93	3,31	2,77
7		Біопроферм	без мульчування	2,37	3,32	3,72	3,14
8			мульчування	2,64	3,69	4,12	3,48
9	Baklim	без добрив	без мульчування	2,67	3,51	3,76	3,31
10			мульчування	2,71	3,60	4,00	3,44
11		Біопроферм	без мульчування	2,90	4,11	4,52	3,84
12			мульчування	3,17	4,44	4,82	4,14
НІР ₀₅ головних ефектів за фактором А				0,09	0,11	0,14	
НІР ₀₅ головних ефектів за фактором В				007	0,07	0,08	
НІР ₀₅ головних ефектів за фактором С				0,05	0,05	0,06	

У 2023 році врожайність гібриду 'Grolim' становила 3,15–3,90 т/га, 'Gijnlim' – 2,79–3,69 т/га, 'Baklim' – 3,51–4,44 т/га. В умовах 2024 року продуктивність була найбільшою у гібриду Baklim, і становила 4,28 т/га, що на 19,6%, а у гібриду Grolim – на 10,3% більше, ніж у гібриду Gijnlim. У середньому за роки досліджень урожайність пагонів гібриду Baklim була 3,68 т/га, у гібриду Grolim – 3,31 т/га, у гібриду Gijnlim – 3,01 т/га. Гібрид Baklim перевищував на 22,3% найменш продуктивний гібрид Gijnlim. Урожайність гібриду Grolim була на 10,0% більше, ніж у гібриду Gijnlim.

Збалансоване живлення рослин має значний вплив на формування врожайності. Застосування сучасних біоорганічних препаратів дозволяє отримати суттєве збільшення врожайності холодку лікарського [17] та іншої органічної овочевої продукції [18; 19]. Ці препарати можна використовувати як потенційні агенти біоконтролю в екологічно безпечних технологіях вирощування. Внесення органічних добрив (компосту) та розчинів мікроорганізмів збільшує продуктивність рослин на 4–16% [20] і пригнічує розвиток шкочинних патогенів [21].

За результатами наших досліджень у 2024 році внесення біодобрива Біопроферм на ділянках усіх гібридів сприяє збільшенню продуктивності рослин на 18,5%. У середньому за роки досліджень внесення біодобрива Біопроферм сприяє збільшенню продуктивності рослин на 16,1%.

У варіантах за мульчування гряд було проведено три збори врожаю на час початку відростання пагонів на варіантах без мульчування. В умовах 2024 року у гібриду Grolim без внесення добрив за перші три збори було отримано 0,8 т/га, що складає 20,2%. Вихід ранньої продукції, що має найвищу ціну реалізації, цього гібриду за внесення біопрепарату становить 0,1 т/га (23,0%). У гібриду Gijnlim без добрив за перші три збори було отримано 0,70 т/га, що складає 19,6%. Вихід ранньої продукції цього гібриду за внесення біопрепарату становить 21,7%.

Загалом мульчування гряд чорною плівкою підвищує врожайність товарних пагонів у середньому за роки досліджень на 7,5%.

За результатами досліджень розрахована математична модель, що показує залежність урожайності від внесення біопрепарату та мульчування гряд чорною поліетиленовою плівкою, і виражається рівнянням регресії: $Y=0,033x_1+0,016x_2+0,48$, де Y – урожайність пагонів, т/га; x_1 – внесення біопрепарату, x_2 – мульчування ґрунту. Для гібриду Gijnlim: $Y=0,029x_1+0,011x_2+0,52$. Для гібриду Baklim: $Y=0,027x_1+0,014x_2+0,47$. Проведений нами кореляційно-регресійний аналіз експериментальних даних показав, що простежується прямопропорційна корелятивна залежність між урожайністю і кількістю стебел на кінець вегетації у попередньому році: коефіцієнт кореляції становив відповідно $R=0,66-0,71$ (рис. 2).

Аналіз біохімічного складу товарних пагонів показав, що вміст сухої речовини у пагонах гібриду 'Grolim' складав 7,34–7,65%, 'Gijnlim' – 7,78–8,02%, 'Baklim' – 8,25–8,61%. Вміст загального цукру становив відповідно 2,46–2,80; 2,61–2,83; 2,34–2,43%. У товарних пагонах гібриду 'Grolim' аскорбінової кислоти містилося 21,94–23,46 мг/100 г, у 'Gijnlim' – 16,39–16,95 мг/100 г, 'Baklim' – 14,58–15,18 мг/100 г. Найбільшим вмістом сухої речовини відзначився гібрид 'Baklim' – 8,38%. За вмістом загального цукру (2,72%) і аскорбінової кислоти (22,71 мг/100 г) кращим був гібрид 'Grolim'. Для всіх гібридів, що досліджувались внесення біодобрива сприяє збільшенню вмісту сухої речовини на 0,16%.

Висновки. За результатами трирічних досліджень встановлено, що гібриди 'Grolim', 'Gijnlim', 'Baklim' мають високий адаптивний потенціал в умовах Півдня України. Урожайність товарних пагонів значною мірою залежить від віку плантації. Серед досліджуваних гібридів найбільшою продуктивністю виділився 'Baklim', який на 22,3% перевищує гібрид 'Gijnlim'. Внесення біодобрива Біопроферм сприяє

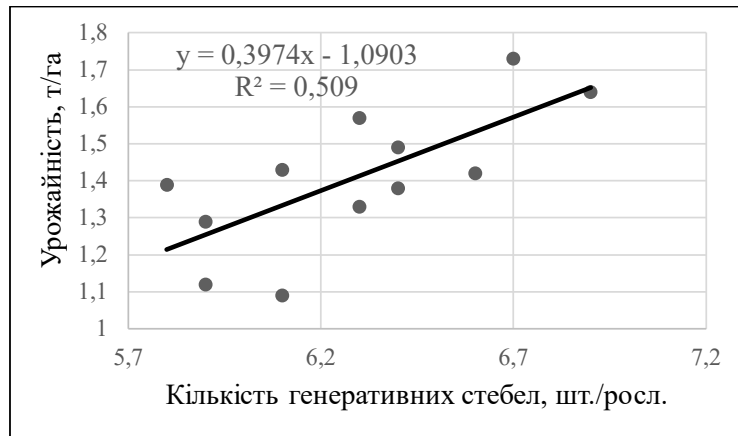


Рис. 2. Залежність між урожайністю пагонів і кількістю генеративних стебел, сформованих рослинами на кінець вегетації, 2022 р.

збільшенню продуктивності усіх гібридів на 16,1%. Мульчування гряд чорною поліетиленовою плівкою дозволяє розпочати збір урожаю на 6–8 діб раніше, ніж без мульчування. Найбільшим вмістом сухої речовини відзначився гібрид 'Baklim', найбільший вміст загального цукру та аскорбінової кислоти був у гібриду 'Grolim'.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Lohwasser U., Börner A. Plant genetic resources of asparagus – maintenance, taxonomy and availability. *Acta Horticulture. XIV International Asparagus Symposium*. 2018. P. 1223. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1223.1>
2. FAOSTAT. On-Line Statistical Database of the Food and Agricultural Organization of the United Nations. Agricultural statistics. Asparagus. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>
3. *Asparagus officinalis* (L.): yield and field performance of 10 genotypes cultivated in a semi-arid environment / Marceddu R., Carrubba A., Sarno M., Dinolfo L., Bellone Y., Miceli G. Di. *Acta Horticulturae. XIV International Asparagus Symposium*. 2023. P. 1376 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1376.8>
4. Косенко Н. П., Книш В. І., Бондаренко К. О. Продуктивність гібридів холодку лікарського за краплинного зрошення на Півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2024. Вип. 82. С. 36–42. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2024.82.6>
5. Green and white Asparagus (*Asparagus officinalis*): A source of developmental, chemical and urinary intrigue / Pegiou E., Mumm R., Acharya P., de Vos R. C. H., Hall R. D. *Metabolites*. 2020. V. 10(1). P. 17. <https://doi.org/10.3390/metabo10010017>
6. Carbohydrates and yield physiology of asparagus – A global overview / Wilson D. R., Sinton S. M., Butler R. C., Drost D. T., Paschold P. J., van Kruistum G., Poll J. T. K., Garcin C., Pertierra R., Vidal I. *Acta Horticulturae*. 2008. V. 776. P. 413–428. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.776.54>
7. Біологічні особливості і вирощування малопоширених овочів / За ред. О. І. Улянич. Умань : «Візаві», 2018. 278 с.
8. Comprehensive, untargeted, and qualitative RP-HPLC-ESI-QTOF/MS2 metabolite profiling of green asparagus (*Asparagus officinalis*) / Jiménez-Sánchez C., Lozano-Sánchez J., Rodríguez-Pérez C., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. *Journal Food Composition and Analysis*. 2016. V. 46. P. 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.11.004>
9. Jiang J., Batra S., Zhang J. Asparagine: a metabolite to be targeted in cancers. *Metabolites*. 2021. 11(6). P. 402. <https://doi.org/10.3390/metabo11060402>
10. Extraction and analysis of antioxidant compounds from the residues of *Asparagus officinalis* L. / Fan R., Yuan F., Wang N., Gao Y., Huang Y. *Journal Food Science Technology*. 2015. V. 52. P. 2690–2700. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1360-4>
11. Production of “super-males” of asparagus by anther culture and its detection with SSR-ESTs / Regalado E. C., Martín E., Madrid R., Moreno J., Gil J., Encina C. L. *Journal Plant Cell. Tissue Organ Culture*. 2016. V. 124. P. 119–135. <https://doi.org/10.1007/s11240-015-0880-6>
12. Encina C. L., Regalado J. J. Aspects of In vitro plant tissue culture and breeding of asparagus: A review. *Horticulturae*. 2022. V. 8(439). <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050439>
13. Development and diversity analysis of an hexaploid pre-breeding asparagus population with introgressions from wild relative species / Garcia V., Castro P., Turbet-Delof M., Gil J., Moreno R. *Scientia Horticulturae*. 20 September 2021. V. 287. P. 110273. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110273>
14. Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні. Київ : Держкомстат України, 2023. 532 с.
15. Косенко Н. П., Бондаренко К. О. Удосконалення елементів біологізації технології вирощування аспарагусу за краплинного зрошення на півдні України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. Вип. 3. С. 59–65. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.07>
16. Onggo T. M., Mubarak S. Cultivation of asparagus as an annual crop in the tropics: growth, spear yield and -size of two cultivars harvested at different plant age. *Acta Horticulturae. XIV International Asparagus Symposium*

sium. 2018. P. 1223. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1223.22>

17. Drost D. Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) root distribution varies with cultivar during early establishment years. *Horticulturae*. 2023. V. 9. 125. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020125>

18. Погорелова В. О. Косенко Н. П. Насіння продуктивність сортів томата залежно від схеми посіву та удобрення в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3(51). С. 37–43. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-06>

19. How does bio-organic fertilizer combined with biochar affect chinese small cabbage's growth and quality on Newly Reclaimed land? / Wang J., Zhai B., Shi D., Chen A., Liu C. *Plants*. 2024. V. 13(5). P. 598. DOI:10.3390/plants13050598

20. Djalali Farahani-Kofoet R., Häfner F., Feller C. Effect of organic and mineral soil additives on asparagus growth and productivity in replant soils. *Agronomy*. 2023. 13(6). P. 1464. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061464>

21. Elmer W. H. Asparagus decline and replant problem: A look back and a look forward at strategies for mitigating losses. *Acta Horticulturae*. 2018. V. 1223. P. 195–204. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1223.27>

REFERENCES:

1. Lohwasser, U., & Börner, A. (2018). Plant genetic resources of asparagus – maintenance, taxonomy and availability. *Acta Horticulture. XIV International Asparagus Symposium*, 1223. DOI:10.17660/ActaHortic.2018.1223.1

2. FAOSTAT. On-Line Statistical Database of the Food and Agricultural Organization of the United Nations. Agricultural statistics. Asparagus. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>

3. Marceddu, R., Carrubba, A., Sarno, M., Dinolfo, L., Bellone, Y., & Miceli, G. Di. (2023). *Asparagus officinalis* (L.): yield and field performance of 10 genotypes cultivated in a semi-arid environment. *Acta Horticulturae. XIV International Asparagus Symposium*, 1376 DOI:10.17660/ActaHortic.2023.1376.8

4. Kosenko, N. P., Knysh, V.I., & Bondarenko, K.O. (2020). Produktivnist hibrydiv kholodku likarskoho za kraplynnoho zroshennia na Pivdni Ukrainy [Productivity of asparagus hybrids under drip irrigation in the South of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo*, 82, 36–42. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2024.82.6> [in Ukrainian].

5. Pegiou, E., Mumm, R., Acharya, P., de Vos, R. C. H., & Hall, R. D. (2020). Green and white Asparagus (*Asparagus officinalis*): A source of developmental, chemical and urinary intrigue. *Metabolites*, 10(1), 17. DOI:10.3390/metabo10010017.

6. Wilson, D. R., Sinton, S. M., Butler, R. C., Drost, D. T., Paschold, P. J., van Kruistum, G., Poll, J. T. K., Garcin, C., Pertierra, R., & Vidal, I. (2008). Carbohydrates and yield physiology of asparagus – A global overview. *Acta Horticulturae*, 776, 413–428. DOI:10.17660/ActaHortic.2008.776.54

7. Ulianych, O. I., Vdovenko, S. A., Kovtuniuk, Z. I., Ketskalo, V. V., Slobodanyk, H. Ya., Vorobiova, N. V., Soroka, L. V., & Kravchenko, V. S. (2018). *Biologichni osoblyvosti i vyroshchuvannia maloposhyrennykh ovochiv. [Biological features and cultivation of rare vegetables]*. Uman : Vizavi, 278 [in Ukrainian].

8. Jiménez-Sánchez, C., Lozano-Sánchez, J., Rodríguez-Pérez, C., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2015). Comprehensive, untargeted, and qualitative RP-HPLC-ESI-QTOF/MS2 metabolite profiling of green asparagus (*Asparagus officinalis*). *Journal Food Composition and Analysis*, 46, 78–87 DOI:10.1016/j.jfca.2015.11.004

9. Jiang, J., Batra, S., & Zhang, J. (2021). Asparagine: a metabolite to be targeted in cancers. *Metabolites*, 11(6), 402. DOI: 10.3390/metabo11060402

10. Fan, R., Yuan, F., Wang, N., Gao, Y., & Huang, Y. (2015). Extraction and analysis of antioxidant compounds from the residues of *Asparagus officinalis* L. *Journal Food Science Technology*, 52, 2690–2700. DOI:10.1007/s13197-014-1360-4

11. Regalado, E. C., Martín, E., Madrid, R., Moreno, J., Gil J., & Encina C. L. (2016). Production of “super-males” of asparagus by anther culture and its detection with SSR-ESTs. *Journal Plant Cell. Tissue Organ Culture*, 124, 119–135. DOI: 10.1007/s11240-015-0880-6

12. Encina, C. L., & Regalado, J. J. (2022). Aspects of In vitro plant tissue culture and breeding of asparagus: A review. *Horticulturae*, 8, 439. DOI: 10.3390/horticulturae8050439

13. Garcia, V., Castro P., Turbet-Delof M., Gil J., & Moreno R. (2021). Development and diversity analysis of an hexaploid pre-breeding asparagus population with introgressions from wild relative species. *Scientia Horticulturae*, 287, 110273. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110273

14. *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh do poshyrennia v Ukraini [State register of plant varieties suitable for cultivation in Ukraine]*. (2023). Kyiv : Derzhkomstat Ukrainy [in Ukrainian].

15. Kosenko, N. P., & Bondarenko, K. O. (2022). Udoshkonalennia elementiv biolohizatsii tekhnolohii vyroshchuvannia asparahusu za kraplynnoho zroshennia na pivdni. [The improvement of biologization elements of the technology of growing asparagus under drip irrigation in the south of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 59–65. DOI: 10.31210/visnyk2022.03.07 [in Ukrainian].

16. Onggo, T. M., & Mubarak, S. (2018). Cultivation of asparagus as an annual crop in the tropics: growth, spear yield and -size of two cultivars harvested at different plant age. *Acta Horticulturae. XIV International Asparagus Symposium*, 1223. DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1223.22

17. Drost, D. (2023). Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) root distribution varies with cultivar during early establishment years. *Horticulturae*, 9, 125. DOI:10.3390/horticulturae9020125

18. Higashikawa, F., Silva, C., Carducci, C., Jindo, K., Kurtz, C., De Araújo, E., Sousa, R., & Alves, D. (2023). Effects of the application of biochar on soil fertility status, and nutrition and yield of onion grown in a no-tillage system. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 69, 212–227. DOI:10.1080/03650340.2021.1978073

19. Wang, J., Zhai, B., Shi, D., Chen, A., & Liu, C. (2024). How does bio-organic fertilizer combined with biochar affect chinese small cabbage's growth and quality on Newly Reclaimed land? *Plants*, 13(5), 598. DOI:10.3390/plants13050598

20. Djalali Farahani-Kofoet, R., Häfner, F., & Feller, C. (2023). Effect of organic and mineral soil additives on Asparagus growth and productivity in replant soils. *Agronomy*, 13(6), 1464. DOI:10.3390/agronomy13061464

21. Elmer, W. H. (2018). Asparagus decline and replant problem: A look back and a look forward at strategies for mitigating losses. *Acta Horticulturae*, 1223, 195–204. DOI:10.17660/ActaHortic.2018.1223.27

Косенко Н.П., Книш В.І., Шабля О.С., Кокойко В.В. Вплив елементів біологізації технології вирощування на продуктивність холодку лікарського на Півдні України

Мета. Розробити основні елементи біологізації технології вирощування нових гібридів холодку лікарського за краплинного зрошення в умовах Півдня України. **Методи.** Використовували загальнонаукові методи: польовий, лабораторний, вимірювально-розрахунковий, порівняльний, математично-статистичний та системний аналіз. **Результати.** Дослідженнями встановлено, що за грядової технології вирощування на шостий рік культури збереглося 73–80% рослин. Використання чорної поліетиленової плівки для мульчування гряд дозволяє розпочати збір урожаю на 6–8 діб раніше, ніж без мульчування та збільшує надходження ранньої продукції на 19,6–23,0%. На формування продуктивності рослин впливають вік плантації, морфологічні особливості, адаптивний потенціал досліджуваних гібридів, внесення біодобрива. На шостий рік вирощування врожайність молодих пагонів гібриду 'Grolim' складала 3,31 т/га, 'Gijnlim' – 3,17 т/га, 'Baklim' – 4,28 т/га. За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлений тісний зв'язок між висотою та кількістю генеративних пагонів, що сформували рослини на кінець осінньої вегетації і врожайністю товарної продукції у наступному році. Внесення рідкої форми органічного добрива Біопроферм підвищує врожайність на 16,1% та покращує якість товарних пагонів. Найбільший вміст сухої речовини був у пагонах гібриду 'Baklim', за вмістом загального цукру та аскорбінової кислоти – у 'Grolim'. **Висновки.** Досліджувані гібриди 'Grolim', 'Gijnlim', 'Baklim' мають високий адаптивний потенціал в умовах Півдня України. Найбільшою продуктивністю характеризувався гібрид 'Baklim', який на 22,3% перевищує гібрид 'Gijnlim'. За внесення біодобрива Біопроферм і мульчування рослин чорною

поліетиленовою плівкою відзначено найбільшу врожайність пагонів та покращення якості ранньої продукції холодку лікарського.

Ключові слова: холодок лікарський, гібрид, біодобриво, мульчування, урожайність, якість пагонів.

Kosenko N.P., Knysch V.I., Shablia O.S., Kokoiko V.V. The effect of biologization technology on the yield of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) grown in the south of Ukraine

Purpose. Development of the basic elements of the technology of cultivation of new asparagus hybrids under drip irrigation in the south of Ukraine is the purpose of research. **Methods.** We used general scientific methods: field, laboratory, measurement and calculation, comparative, mathematical-statistical and system analysis. **Results.** The research showed that 73–80% of plants are preserved in the sixth year of cultivation under the ridge technology. The use of black polystyrene mulch for mulching rows in the spring allows the harvest to begin 6–8 days earlier than without mulching. With mulching, the yield of early crops increases by 19.6–23.0%. Plantation age, morphological features, adaptive potential of the tested hybrids, and elements of growing technology have the greatest influence on the formation of plant productivity. In the sixth year of growing, the yield of young spears of hybrid 'Grolim' hybrid was 3.31 t/ha, 'Gijnlim' – 3.17 t/ha, and 'Baklim' – 4.28 t/ha. According to the results of correlation and regression analysis, a connection between the height and the number of generative asparagus shoots at the end of the growing season and the yield of marketable products in the next year was determined. The application of the liquid form of the bio-organic fertilizer (Bio-proferm 6 t/ha) increases plant productivity by 16.1% and improves the quality of commercial asparagus spears. The highest amount of dry matter was found in shoots of Bucklim hybrid, and the highest amount of total sugars and ascorbic acid was found in Grolim. **Conclusions.** The studied hybrids Grolim, Gijnlim and Baklim have high adaptive potential in the conditions of southern Ukraine. Baklim hybrid was characterized the highest productivity, which is higher than hybrid Gijnlim by 22.3%. Application of Bioproferm preparation and covering plants with black polyethylene mulch resulted in the highest yield and improved quality of early asparagus products.

Key words: *Asparagus officinalis* L., hybrid, Bio-proferm, mulching, yield, quality of spears.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 28.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025