

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ 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

БОНДАРЕНКО К.О. – кандидат сільськогосподарських наук,
науковий співробітник
orcid.org/0000-0003-4690-6361

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 відведено 1,065 млн га, у 2020 році – 1,589 млн га. У 2022 році з площі 1,611 млн га було зібрано 8,824 млн т. Валовий збір молодих пагонів холодку лікарського за 20-ти річний період збільшився вдвічі [2]. На думку багатьох вчених найбільший вплив на продуктивність, якість товарної продукції мають кліматичні та агротехнологічні умови вирощування рослин [3; 4]. Грунтово-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 і вона входить до 20-ти найбільш розповсюджених овочевих культур у світі [5]. До країн-лідерів, що є найбільшими виробниками у 2022 році, відносяться Китай (7,786 млн т), Перу (377,25 тис. т) та Мексика (304,8 тис. т). В Європі країнами-лідерами є Німеччина (110,3 тис. т) і Іспанія (44,96 тис. т), Франція (26,25 тис.т). Крупним експортером у Європі є Польща, де площі збільшилися з 207 га (2010 р.) до 2,1 тис. га (2022 р.) [2]. Холодок лікарський є роздільностатевою дводомною рослиною. Підземна частина складається з слабо розгалуженого, потовщеного пагона, що утворює з боків м'ясисті бульби циліндричної форми, в яких накопичується основна маса пластичних речовин. Навесні з бруньок підземного стебла відростають молоді соковиті і ніжні пагони. Їх зростання відбувається за рахунок роз-

чинних вуглеводів, які мають певну закономірність збільшення і розкладення в кореневій системі, а також зберігання впродовж річного циклу рослини [6]. Стіки (пагони), що знаходяться в шарі ґрунту без світла етіолозуються, а виходячи на поверхню – зеленіють, і в процесі подальшого розвитку грубішають і дерев'яніють. Молоді пагони довжиною 25 см містять: біля 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: калій, фосфор, кальцій, 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 вирощування [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 бага-

топлодних гібридів [13]. У Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні занесені гібриди іноземної селекції 'Baklim', 'Grolim', 'Gijnlim', 'Vaccus', 'Cumulus', 'Prius', 'Cygnus', 'Erasmus'. Перший сорт Аржентельська був занесений до Державного реєстру сортів рослин у 1950 році [14].

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

Методи та матеріали досліджень. Дослідження проводили на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН у 2021–2023 рр. Ґрунт дослідного поля темно-каштановий слабо солонцюватий середньосуглинковий. Вміст 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 – гібриди 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. Проливи призначалися за рівня передполивної вологості ґрунту 75% найменшої вологоємності (НВ) у шарі ґрунту 0-100 см. У 2021 році було проведено 6 поливів, норма зрошення за період вегетації рослин становила 840 м³/га, у 2022 році відповідно 9 поливів і 1170 м³/га, у 2023 році – 10 поливів і 1230 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) густина рослин була 77–83% від кількості висаджених саджанців. На ділянках гібриду Grolim збереглося 82,5% рослин, у Gijnlim – 80,0%, у Baklim – 78,5%.

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. Мульчування гряд чорною поліетиленовою плівкою дозволяє розпочати збір урожаю на 6–8 діб раніше, ніж без мульчування. Масове стеблуння рослин без мульчування спостерігалось 18–21 травня, цвітіння – 26-30 травня. Кінець активної вегетації рослин відмічено 12–15 жовтня.

За даними Т. М. Onggo at al. продуктивність рослин значної мірою залежить від віку плантації [16]. Наші дослідження показали, що на третій рік вирощування (четвертий рік культури) врожайність молодих пагонів гібриду 'Grolim' становила 1,33–1,57 т/га, 'Gijnlim' – 1,09–1,39 т/га, 'Baklim' – 1,42–1,73 т/га (табл. 1).

У 2022 році врожайність гібриду 'Grolim' становила 3,15–3,90 т/га, 'Gijnlim' – 1,99–2,64 т/га, 'Baklim' – 2,67–3,17 т/га. В умовах 2023 року продуктивність гібриду Baklim була найбільшою і становила 3,92 т/га, що на 23,3%, а у гібриду Grolim – на 13,0% більше, ніж у гібриду Gijnlim. У середньому за роки досліджень врожайність пагонів гібриду Baklim була 2,78 т/га, у гібриду Grolim – 2,47 т/га, у гібриду Gijnlim – 2,22 т/га. Гібрид Baklim перевищував на 25,2% найменш продуктивний гібрид Gijnlim. Урожайність гібриду Grolim була на 11,3% більше, ніж у гібриду Gijnlim.

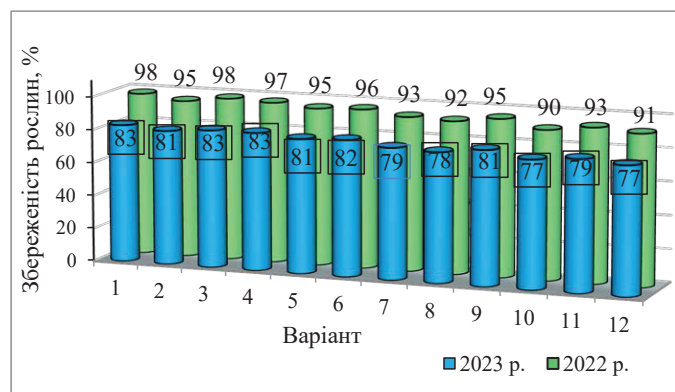


Рис. 1. Збереженість рослин холодку лікарського на початок вегетації, 2022-2023 рр.

Таблиця 1 – Урожайність пагонів гібридів холодку лікарського залежно від внесення добрив і мульчування гряд, 2021–2023 рр.

№ з/п	Гібрид F ₁ (фактор А)	Внесення біодобрива (фактор В)	Мульчування рослин (фактор С)	Урожайність по роках досліджень, т/га			
				2021	2022	2023	2021-2023
1	Grolim	без добрив	без мульчування	1,33	2,29	3,15	2,26
2			мульчування	1,38	2,55	3,32	2,42
3		Біопроферм	без мульчування	1,43	2,43	3,50	2,45
4			мульчування	1,57	2,75	3,90	2,74
5	Gijnlim	без добрив	без мульчування	1,09	1,99	2,79	1,96
6			мульчування	1,12	2,07	2,93	2,04
7		Біопроферм	без мульчування	1,29	2,37	3,32	2,33
8			мульчування	1,39	2,64	3,69	2,57
9	Baklim	без добрив	без мульчування	1,42	2,67	3,51	2,53
10			мульчування	1,49	2,71	3,60	2,60
11		Біопроферм	без мульчування	1,64	2,90	4,11	2,88
12			мульчування	1,73	3,17	4,44	3,11
НІР ₀₅ головних ефектів за фактором А				0,06	0,09	0,11	
НІР ₀₅ головних ефектів за фактором В				0,06	0,07	0,08	
НІР ₀₅ головних ефектів за фактором С				0,04	0,05	0,05	

Збалансоване живлення рослин відіграє важливу роль у формуванні врожайності і якості товарних пагонів [17]. Застосування біо-органічних добрив дозволяє отримати суттєве збільшення врожайності холодку лікарського [18] та іншої органічної овочевої продукції [19; 20]. Біотичні добавки можна використовувати як потенційні агенти біоконтролю в екологічно безпечних технологіях вирощування товарних пагонів холодку лікарського. Внесення органічних добрив (компосту) та використання мікроорганізмів збільшує продуктивність рослин на 4-16% [21]. Впродовж багаторічного вирощування відбувається значне накопичення патогенної мікрофлори в ґрунті. Elmer W.H. відзначає, що біопрепарати пригнічують розвиток шкочочинних патогенів [22]. Дослідження українських вчених підтверджують позитивний вплив сучасних біо-органічних добрив нового покоління на врожайність [23] і формування корисної мікрофлори ґрунту [24].

За результатами наших досліджень у 2023 році внесення біодобрива Біопроферм на ділянках усіх гібридів сприяє збільшенню продуктивності рослин на 18,5%. За результатами дисперсійного аналізу вплив цього фактору на рівень урожайності становив 26,0%. У середньому за роки досліджень внесення біодобрива Біопроферм сприяє збільшенню продуктивності рослин на 16,5%. Мульчування гряд спаржі чорною плівкою підвищує врожайність спаржі на 7,5 %. Проведений нами кореляційно-регресійний аналіз експериментальних даних показав, що простежується прямопропорційна корелятивна залежність між урожайністю і висотою рослин та кількістю стебел на кінець вегетації у попередньому році: коефіцієнт кореляції становив відповідно R=0,71 та 0,66, коефіцієнт детермінації R²=0,51 та 0,44 (рис. 2, рис 3).

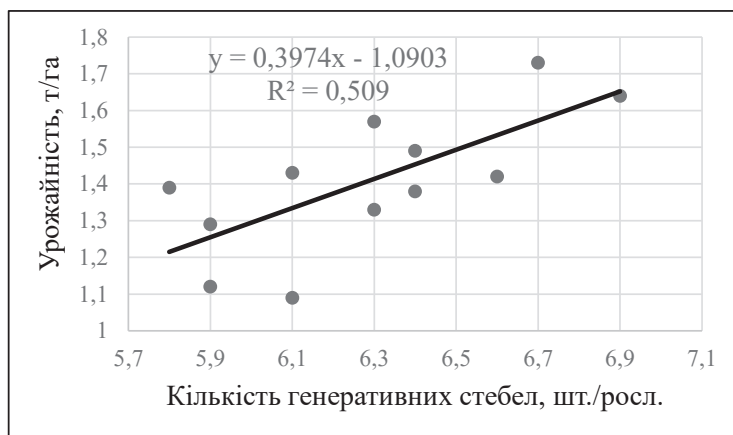


Рис. 2. Залежність між урожайністю пагонів і кількістю генеративних стебел, сформованих рослинами на кінець вегетації, 2022 р.

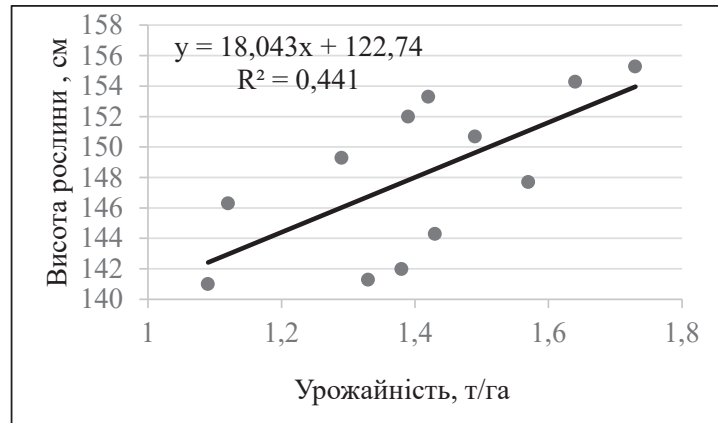


Рис. 3. Залежність між урожайністю пагонів і висотою рослин на кінець вегетації, 2022 р.

Аналіз біохімічного складу товарних пагонів показав, що вміст сухої речовини у пагонах гібриду 'Grolim' складав 7,65–7,97%, 'Gijnlim' – 8,02–8,35%, 'Baklim' – 8,51–8,97%. Вміст загального цукру становив відповідно 2,51–2,86; 2,66–2,89; 2,39–2,48%. У товарних пагонах гібриду 'Grolim' аскорбінової кислоти містилося 22,39–23,94 мг/100 г, у 'Gijnlim' – 16,72–17,30 мг/100 г, 'Baklim' – 14,88–15,49 мг/100 г. Найбільшим вмістом сухої речовини відзначився гібрид 'Baklim' – 8,71%. За вмістом загального цукру (2,67%) і аскорбінової кислоти (23,17 мг/100 г) кращим був гібрид 'Grolim'. Для всіх гібридів, що досліджувались внесення біодобрива сприяє збільшенню вмісту сухої речовини на 0,18%, вітаміну С – на 0,15 мг/100 г.

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. На третій рік вирощування врожайність була на 72%, на четвертий рік – на 81% більше, ніж у попередні роки. Серед досліджуваних гібридів найбільшою продуктивністю виділилися 'Baklim', який на 25,2% перевищує гібрид 'Gijnlim'. Внесення біодобрива Біопрoferм сприяє збільшенню продуктивності усіх гібридів спаржі на 16,5%. 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. 1223. DOI: <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. Marceddu R., Carrubba A., Sarno M., Dinolfo L., Bellone Y., Miceli G. Di. *Asparagus officinalis* (L.): yield

and field performance of 10 genotypes cultivated in a semi-arid environment. *Acta Horticulturae. XIV International Asparagus Symposium*. 2023. 1376. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1376.8>

4. Brainard D. C., Bakker J., Myers N., Noyes D. C. Rye Living-Mulch Effects on Soil Moisture and Weeds in Asparagus. *Journal Horticultural Science*. 2012. Vol. 47(1). P. 58–63. DOI: [10.21273/HORTSCI.47.1.58](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.1.58)

5. Pegiou E., Mumm R., Acharya P., de Vos R. C. H., Hall R. D. Green and white Asparagus (*Asparagus officinalis*): A source of developmental, chemical and urinary intrigue. *Metabolites*. 2020. Vol. 10(1) 17. DOI: <https://doi.org/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. Carbohydrates and yield physiology of asparagus – A global overview. *Acta Horticulturae*. 2008. Vol. 776. P. 413–428. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.776.54>

7. Біологічні особливості і вирощування малопоширених овочів / Улянич О. І., Вдовенко С. А., Ковтунюк З. І., Кецкало В. В., Слободяник Г. Я., Воробйова Н. В., Сорока Л. В. Кравченко В. С.; За ред. О. І. Улянич. Умань : «Візаві», 2018. 278 с.

8. Jiménez-Sánchez C., Lozano-Sánchez J., Rodríguez-Pérez C., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. Comprehensive, untargeted, and qualitative RP-HPLC-ESI-QTOF/MS2 metabolite profiling of green asparagus (*Asparagus officinalis*). *Journal Food Composition and Analysis*. 2016 (March), Vol. 46, P. 78–87. DOI: <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). 402. DOI: <https://doi.org/10.3390/metabo11060402>

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

11. Regalado E. C., Martín E., Madrid R., Moreno J., Gil J., Encina C. L. Production of "super-males" of asparagus by anther culture and its detection with SSR-ESTs. *Journal Plant Cell. Tissue Organ Culture*. 2016. 124. P. 119–135. DOI: <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. Vol. 8(439). DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050439>

13. Garcia V., Castro P., Turbet-Delof M., Gil J., Moreno R. Development and diversity analysis of an hexaploid pre-breeding asparagus population with introgressions from wild relative species. *Scientia Horticulturae*. 20 September 2021. Vol. 287. 110273. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110273>

14. Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні. Київ : Держкомстат України, 2022. 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. DOI: <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*. 2018. 1223. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1223.22>

17. Xekarotakis N., Chatzistathis T., Mola M., Demirtzoglou T., Monokrousos N. The Effects of Different Fertilization Practices in Combination with the Use of PGPR on the Sugar and Amino Acid Content of *Asparagus officinalis*. *Horticulturae*. 2021. Vol. 7(11). 507. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae7110507>

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

19. Higashikawa F., Silva C., Carducci C., Jindo K., Kurtz C., De Araújo E., Sousa R., Alves D. 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*. 2023. Vol. 69. P. 212–227. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2021.1978073>

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

21. 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). 1464. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13061464>

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

23. Писаренко П. В., Косенко Н. П. Бондаренко К. О. Врожайність та якість плодів томата залежно від вологозабезпеченості рослин за краплинного зрошення на Півдні України. *Аграрні інновації. збірник наукових праць*. Херсон : «ОЛДІ ПЛЮС», 2020. Вип. 4. С. 60–65. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.9>

24. Гнидюк В. С. Вплив органічних добрив нового покоління на показники мікробних популяцій ґрунту. *Вісник Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника. Серія Біологія*. Івано-Франківськ, 2012. Вип. XVII. С. 227–230.

REFERENCES:

1. Lohwasser, U., & Borner, 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](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. 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](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1376.8)

4. Brainard, D. C., Bakker, J., Myers, N., & Noyes, D. C. (2012). Rye living-mulch effects on soil moisture and weeds in Asparagus. *Journal Horticultural Science*, 47(1), 58–63. DOI: [10.21273/HORTSCI.47.1.58](https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.1.58)

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](https://doi.org/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](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.776.54)

7. Ulianych, O. I., Vdovenko, S. A., Kovtuniuk, Z. I., Ketskalov, V. V., Slobodianyuk, H. Ya., Vorobiova, N. V., Soroka, L. V., & Kravchenko, V. S. (2018). *Biologichni osoblyvosti i vyroshchuvannia maloposhyrenykh ovochiv [Biological features and cultivation of rare vegetables]*. Uman : Vizavi [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](https://doi.org/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](https://doi.org/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](https://doi.org/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](https://doi.org/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]. (2022). Kyiv : Derzhkomstat Ukrainy [in Ukrainian].
15. Kosenko N. P., & Bondarenko K. O. (2022). Udoskonalennia 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]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 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. Xekarfotakis, N., Chatzistathis, T., Mola, M., Demirtzoglou, T., & Monokrousos, N. (2021). The effects of different fertilization practices in combination with the use of PGPR on the sugar and amino acid content of *Asparagus officinalis*. *Horticulturae*, 7(11), 507. DOI:10.3390/horticulturae7110507 [in English].
18. Drost, D. (2023). Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) root distribution varies with cultivar during early establishment years. *Horticulturae*, 9, 125. DOI:10.3390/horticulturae9020125
19. 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
20. 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
21. 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
22. 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
23. Pysarenko, P. V., Kosenko, N. P., & Bondarenko, K. O. (2020). Vrozhainist ta yakist plodiv tomata zalezno vid volohozabezpechenosti roslyn za kraplynnoho zroshennia na Pivdni Ukrainy [The yield and quality of tomato fruits depending on the moisture availability of plants under drip irrigation in the south of Ukraine]. *Agrarian innovations*, 4, 60–65. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.9> [in Ukrainian].
24. Hnydiuk, V. S. Vplyv orhanichnykh dobryv novoho pokolinnia na pokaznyky mikrobynykh populatsii hruntu [The influence of organic fertilizers of the new generation on indicators of soil microbial populations]. *Bulletin of the Prykarpattia National University named after V. Stefanyka. Series Biology*, XVII, 227–230 [in Ukrainian].
- Косенко Н.П., Книш В.І., Бондаренко К.О. Продуктивність гібридів холодку лікарського за краплинного зрошення на Півдні України**
Мета. Розробити основні елементи 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 четвертий рік культури збереглося 90-98% рослин. Використання чорної поліетиленової плівки для мульчування гряд дозволяє розпочати збір урожаю на 6–8 днів раніше, ніж без мульчування. На формування продуктивності рослин впливають вік плантації, морфологічні особливості, адаптивний потенціал досліджуваних гібридів, елементи технології вирощування. На четвертий рік вирощування врожайність молодих пагонів гібриду 'Grolim' складала 2,51 т/га, 'Gijnlim' – 2,27 т/га, 'Baklim' – 2,86 т/га, що є більшим відповідно на 75,5; 85,5; 82,3%, ніж у попередній рік. 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 сприяє підвищенню продуктивності рослин на 15,3% та покращенню якості товарних пагонів. Найбільший вміст сухої речовини був у пагонах гібриду 'Baklim', за вмістом загального цукру та аскорбінової кислоти – у 'Grolim'. **Висновки.** Досліджані гібриди 'Grolim', 'Gijnlim', 'Baklim' мають високий адаптивний потенціал в умовах Півдня України. Найбільшою продуктивністю характеризувався гібрид 'Baklim', який на 25,2% 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., Knych V.I., Bondarenko K.O. The productivity of hybrids of asparagus under drip irrigation on south of Ukraine**
Purpose. Development of the basic elements of the technology of cultivation of new asparagus hybrids under drip irrigation on 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 90-98% of plants are preserved in the fourth year of cultivation under the ridge cultivation 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. Plantation age, morphological features, adaptive potential of the tested hybrids, elements of growing technology have the greatest influ-

ence on the formation of plant productivity. In the fourth year of growing, the yield of young spears of hybrid 'Grolim' hybrid was 2,51 t/ha, 'Gijnlim' – 2,27 t/ha, and 'Baklim' – 2,86 t/ha, which is respectively higher by 75,5; 85,5; 82,3% than in the previous year. 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 (Bioproferm 6 t/ha) increases plant productivity by 15,3% and improves the quality of commercial asparagus spears.

The highest amount of dry matter was found in shoots of Bucklim hybrid, 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 25,2%. 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, Bioproferm, mulching, yield, quality of spears.