

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

УДК 635.744:631.811-048.34 (477.7)

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.27.28>ВПЛИВ ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ *HYSSOPUS OFFICINALIS* L. В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ П. А. – аспірант

orcid.org/0000-0003-1605-2879Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis* L.) – перспективна ефіроолійна, пряноароматична, лікарська рослина-інтродуцент, яка останнім часом культивується у різних країнах, в т.ч. і в Україні [1, 2]. *Hyssopus officinalis* L., часто відомий як «гісоп», є представником родини губоцвітих (*Lamiaceae*), який росте як напівчагарник на сухих кам'янистих вапняних ґрунтах у Європі, Південній та Центральній Азії та північно-західній Індії [3]. *Hyssopus officinalis* L. (*Lamiaceae*), широко відомий як гісоп, є широко поширеним видом у Середземноморському регіоні. *H. officinalis* L. subsp. *pilifer* (Pant.) Murb. (= *H. officinalis* L. subsp. *aristatus* (Godr.) Nyman) є дикорослим таксоном у Східній Сербії. Це багаторічна трав'яниста рослина, що росте на сонячних місцях проживання, переважно на виснажених пасовищах на вапняку. Ареал цього підвиду простягається від Болгарії та Північної Греції, на північний захід до Хорватії [4].

У рослинах *Hyssopus officinalis* L. міститься багато біологічно активних речовин, включаючи полісахариди, глікозидні флавоноїди, фенолкарбонову кислоту, ефірні олії. Поліфеноли є вторинними метаболітами, життєво важливими для росту та розвитку рослин, а також для їх розмноження. Гісоп широко використовується через його фармацевтичні властивості народній медицині для лікування астми, прокази, водянки та жовтяниці. Його ефірні олії та екстракти продемонстрували антиоксидантну, антидіабетичну, антимікробну, протизапальну та анти-ВІЛ дію [5, 6, 7, 8]. Завдяки широкому спектру біологічної активності, включаючи протизапальну, антиоксидантну та протипухлинну здатність, фенольні сполуки *Hyssopus officinalis* L. забезпечують низку переваг для здоров'я людини. Крім того, вони використовуються як функціональні харчові компоненти, оскільки можуть замінити консерванти завдяки своїй антиоксидантній та антимікробній активності [9].

Антибактеріальні та протигрибкові властивості гісопу пов'язані з наявністю пінокамфону, ізопінокамфону та β-пінену. Противірусна активність рослини, ймовірно, зумовлена наявністю кавової кислоти, дубильних речовин і неідентифікованих високомолекулярних сполук [6].

Hyssopus officinalis L. має насичений ароматний запах і сильний смак. Його екстракти та олію використовують у багатьох харчових продуктах, таких як приправи та напої, включаючи гіркі напої та лікери [3, 4].

Дослідженнями Mehraie та ін. [10] встановлено, що загальний відсоток 33 ідентифікованих компонентів ефірної олії гісопу лікарського склав 99,75%. Основними компонентами були ізопінокамфон, пінокамфон і β-пінен. Це дослідження було подібне до Fatemeh Fathiazad et al. дослідження [11]. Крім того, Moro et al. оцінили сполуки ефірної олії гісопу лікарського та визначили, що чотири сполуки були основними сполуками в ефірній олії та мали максимальний діапазон (включаючи α-пінен, ізопінокамфон, β-бурбонен та β-каріофіллен), що α-пінен та ізопінокамфон (як основні сполуки) були подібні до цього дослідження [12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Урожайність гісопу з гектара коливається від 10 до 20 кг ефірної олії [13], а наростання надземної вегетативної маси, в першу чергу залежить від оптимізації живлення рослин в період вегетації. Згідно з Naderi et al. [14], застосування на гісопі лікарському мінеральних добрив в дозі N50P40K50 призвело до зростання надземної маси рослин та відсотка ефірної олії на 1,7%.

За даними Ghanbari-Odivi та ін. [15] на ґрунтах з бідним вмістом азоту та фосфору, сільськогосподарські виробники, які вирощують гісоп лікарський для отримання високих врожаїв біомаси і ефірної олії, повинні використовувати середній рівень птишиного посліду. Однак для фармацевтичної промисловості слід також розглянути альтернативні способи обробки добривами.

Відповідно до вищезазначеного, оскільки на ріст, розвиток і виробництво лікарських і ароматичних рослин впливають генетичні, екологічні та агротехнічні фактори та ефекти їх взаємодії [16], вибір оптимальної дози добрив, що використовуються в кожній місцевості, заснований на екологічних умовах і відповідних системах живлення, є дуже важливими факторами для досягнення лікарськими і ароматичними рослинами максимальної кількості біомаси [17]. Тому, дослідження оптимізації живлення рослин гісопу лікарського є актуальними, особливо в умовах змін клімату.

Мета досліджень – встановити вплив оптимізації живлення насаджень гісопу лікарського на урожайність культури в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили у 2019-2022 рр. в умовах Миколаївської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України.

Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи південні мало-гумусні пілувато-важкосуглинкові на карбонатному лесі. Глибина гумусового шару 30 см, перехідного – 60 см. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,5-6,8), гідролітична кислотність в межах 2,00-2,52 мг екв. на 100 г ґрунту. Наявність гумусу в орному шарі ґрунту 2,90%. За вмістом рухомих елементів ґрунт характеризується середнім вмістом нітратного азоту (30,0 мг/кг), середнім – рухомого фосфору (100 мг/кг) і дуже високим – обмінного калію (300,0 мг/кг).

Клімат на території господарства помірно-континентальний, теплий, посушливий, з нестійким сніговим покривом. Погодні умови за гідротермічними показниками в роки проведення досліджень різнилися, що дало можливість отримати об'єктивні результати.

Схема досліді включала наступні варіанти:

Фактор А – доза мінеральних добрив: 1. Контроль; 2. $N_{45}P_{45}$; 3. $N_{90}P_{90}$.

Фактор В – позакореневе підживлення: 1. Контроль (обробка водою); 2. Квантум-технічні (у фазі гілкування); 3. Хелафіт комбі (у фазі гілкування); 4. Квантум-технічні (двічі у фазі гілкування та бутонізації); 5. Хелафіт комбі (двічі у фазі гілкування та бутонізації).

Агротехніка вирощування гісопу лікарського у досліді була загальноприйнятою для зони Південного Степу України, окрім факторів, що було взято на вивчення. Проведення дослідів супроводжувалось обліками та аналізами за загальноприйнятими методиками.

Результати досліджень. Нашими дослідженнями визначено, що урожайність зеленої надземної маси рослин гісопу лікарського у роки досліджень залежала від факторів досліді та погодних умов року дослідження. Так, рослини першого року використання найвищу урожайність сформували у 2021 р. – 3,90 – 7,99 т/га залежно від варіанту досліді (табл. 1).

Слід відмітити, що сприятливі погодні умови 2021 р. забезпечили формування вищої урожайності зеленої надземної маси рослинами гісопу лікарського – 5,80 т/га в середньому по варіантам досліді, що перевищило показники урожайності досліджуваної культури у 2022 р. на 1,31 т/га або на 22,6%, а у 2020 р. – на 1,41 т/га або на 24,3%.

У середньому за роки досліджень, застосування мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$ забезпечувало отримання найвищої урожайності зеленої надземної маси рослин гісопу лікарського. Так, у середньому по варіантам застосування позакоренових підживлень насаджень гісопу лікарського 1 року використання, за даного варіанту внесення мінеральних добрив було одержано 6,24 т/га зеленої надземної маси рослин, що перевищило показники іншого варіанту внесення мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}$) на 1,33 т/га або на 21,3%, а контрольний варіант досліді на 2,76 т/га або на 44,2%.

Застосування двічі за період вегетації рослин гісопу лікарського для позакоренового підживлення сучасних добрив та рістрегулюючих препаратів сприяло найбільшому підвищенню урожайності зеленої маси рослин. Так, за використання препарату Квантум – технічні, в середньому за роки досліджень та по фактору дози мінеральних добрив, було одержано урожайність на рівні 5,23 т/га, а препарату Хелафіт комбі – 5,42 т/га, що перевищило варіант без використання позакоренового підживлення насаджень відповідно на 1,19 т/га або на 22,8% та на 1,38 т/га або на 25,5%.

Така ж тенденція щодо формування урожайності зеленої надземної маси рослинами гісопу лікарського спостерігалася за використання насаджень другого року (табл. 2).

Так, у середньому за 2021 – 2022 рр., за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та проведення двічі за

Таблиця 1

Вплив оптимізації живлення на урожайність зеленої надземної маси гісопу лікарського першого року використання, т/га

Доза мінеральних добрив	Позакореневе підживлення				
	Контроль (обробка водою)	Квантум-технічні	Хелафіт комбі	Квантум-технічні (двічі)	Хелафіт комбі (двічі)
2020 р.					
Контроль	2,19	2,71	3,01	3,16	3,29
$N_{45}P_{45}$	3,64	4,24	4,61	5,02	5,26
$N_{90}P_{90}$	4,75	5,18	5,83	6,05	6,19
2021 р.					
Контроль	3,90	4,42	4,78	4,81	4,99
$N_{45}P_{45}$	4,67	5,31	5,73	5,77	6,00
$N_{90}P_{90}$	6,24	7,08	7,64	7,70	7,99
2022 р.					
Контроль	2,25	2,88	3,16	3,24	3,39
$N_{45}P_{45}$	3,78	4,36	4,74	5,20	5,37
$N_{90}P_{90}$	4,91	5,56	6,04	6,12	6,33
Середнє за 2020 – 2022 рр.					
Контроль	2,78	3,34	3,65	3,74	3,89
$N_{45}P_{45}$	4,03	4,63	5,03	5,33	5,54
$N_{90}P_{90}$	5,30	5,94	6,50	6,62	6,84

Таблиця 2

Урожайність зеленої надземної маси гісопу лікарського другого року використання залежно від живлення, т/га

Доза мінеральних добрив	Позакореневе підживлення				
	Контроль (обробка водою)	Квантум-технічні	Хелафіт комбі	Квантум-технічні (двічі)	Хелафіт комбі (двічі)
2021 р.					
Контроль	5,26	5,87	5,93	6,12	6,57
N ₄₅ P ₄₅	5,64	6,48	6,85	7,01	7,69
N ₉₀ P ₉₀	6,04	6,96	7,32	7,48	8,01
2022 р.					
Контроль	4,76	5,40	5,84	5,87	6,09
N ₄₅ P ₄₅	5,29	6,47	6,99	7,03	7,32
N ₉₀ P ₉₀	7,82	8,64	9,34	9,40	9,65
Середнє за 2021 – 2022 рр.					
Контроль	5,01	5,64	5,89	6,00	6,33
N ₄₅ P ₄₅	5,47	6,48	6,92	7,02	7,51
N ₉₀ P ₉₀	6,93	7,80	8,33	8,44	8,83

вегетацію позакореневих підживлень рослин препаратами Квантум – технічні та Хелафіт комбі забезпечило одержання 8,44 та 8,83 т/га зеленої надземної маси гісопу лікарського, що вище за показники контрольного варіанту дослідів на 3,43 та 3,82 т/га або на 40,6 та 43,3% відповідно.

На третій рік використання насаджень рослини гісопу лікарського сформували найвищу урожайність зеленої надземної маси (рис. 1).

Так, у середньому по варіантах дослідів, було одержано 7,51 т/га зеленої надземної маси, що перевищило урожайність рослин гісопу лікарського першого року використання на 2,63 т/га або на 35,0%, а другого року використання – на 0,67 т/га або на 8,9%.

При цьому, слід відмітити, що як і в попередні роки використання насаджень, сумісне використання мінеральних добрив у дозі N₉₀P₉₀ та проведення по їх фоні позакореневих підживлень двічі за вегетацію препара-

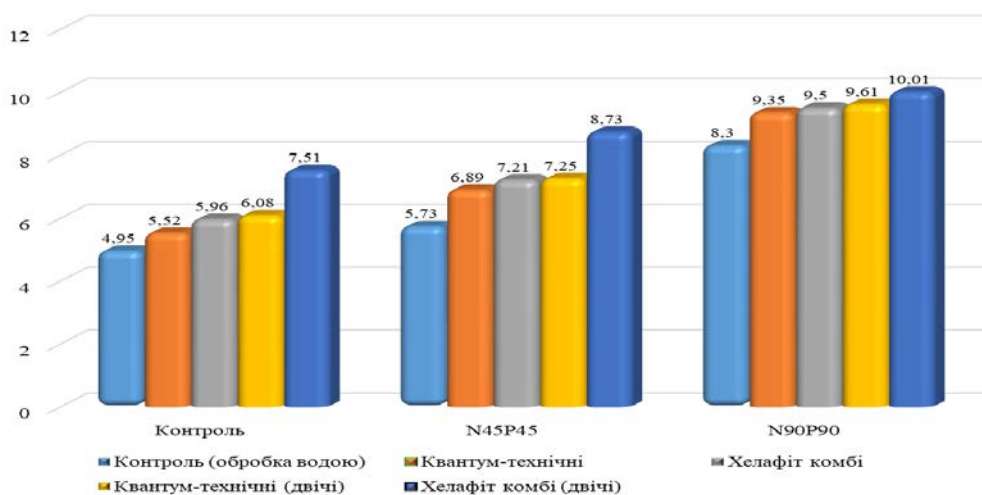


Рис. 1. Вплив оптимізації живлення на урожайність зеленої надземної маси гісопу лікарського третього року використання (2022 р.), т/га

тами Квантум – технічні та Хелафіт комбі забезпечувало одержання найвищої урожайності зеленої надземної маси гісопу лікарського – 9,61 – 10,01 т/га, що перевищило показники контролю на 4,66 – 5,06 т/га або на 48,5 – 50,5%.

Висновки. В умовах Південного Степу України, за оптимізації живлення гісопу лікарського, особливо на третій рік використання насаджень, урожайність зеленої

надземної маси рослин була найбільшою – 7,51 т/га, що більше за урожайність рослин першого та другого року використання на 0,67 – 2,63 т/га. Застосування сумісного використання мінеральних добрив у дозі N₉₀P₉₀ та проведення по їх фоні двічі за вегетацію позакореневих підживлень препаратом Хелафіт комбі забезпечило найвищу урожайність гісопу лікарського незалежно від року використання насаджень – 6,84 – 10,01 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Котюк Л. Особливості мікрморфологічної будови гісопу лікарського. *Modern Phytomorphology*. 2016. 10. С. 59–67.
2. Current approaches and challenges for the metabolite profiling of complex natural extracts / Wolfender J. L., Martia G., Thomas A., Bertrand S. *Journal of Chromatography A*. 2015. 1382. P. 136–164.
3. Compositional variation in the leaf, flower and stem essential oils of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) from Western-Himalaya / Pandey V., Verma R. S., Chauhan A., Tiwari R. *Journal of Herbal Medicine*. 2014. Vol. 4, Iss. 2. P. 89-95. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2013.12.001>.
4. Composition, antifungal and antioxidant properties of *Hyssopus officinalis* L. subsp. pilifer (Pant.) Murb. essential oil and deodorized extracts / Džamić A. M., Soković M. D., Novaković M., Jadranin M., Ristić M. S., Tešević V., Marin P. D. *Industrial Crops and Products*. 2013. Vol. 51. P. 401-407. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.09.038>.
5. Effects of exogenous application of citrulline on prolonged water stress damages in hyssop (*Hyssopus officinalis* L.): Antioxidant activity, biochemical indices, and essential oils profile / Ahmadi H., Babalar M., Sarcheshmeh M. A. A., Morshedloo M. R., Shokrpour M. *Food Chemistry*. 2020. Vol. 333. 127433. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127433>
6. Effect of ultrasound-assisted cold plasma pretreatment on cell wall polysaccharides distribution and extraction of phenolic compounds from hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) / Ahmadian S., Kenari R. E., Amiri Z. R., Sohbatazadeh F., Khodaparast M. H. H. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023. Vol. 233. 123557. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123557>
7. Fabrication of double nano-emulsions loaded with hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) extract stabilized with soy protein isolate alone and combined with chia seed gum in controlling the oxidative stability of canola oil / Ahmadian S., Kenari R. E., Amiri Z. R., Sohbatazadeh F., Khodaparast M. H. H. *Food Chemistry*. 2024. Vol. 430. 137093. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137093>.
8. Study on optimization of ultrasonic assisted extraction of phenolic compounds from rye bran / Iftikhar M., Zhang H., Iftikhar A., Raza A., Begum N., Tahamina A., Syed H., Khan M., Wang J. *LWT*. 2020. Vol. 134. 110243. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110243>
9. Nadar S. S., Rao P., Rathod V. K. Enzyme assisted extraction of biomolecules as an approach to novel extraction technology: A review. *Food Research International*. 2018. Vol. 108. P. 309-330. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.006>
10. New coating containing chitosan and Hyssopus officinalis essential oil (emulsion and nanoemulsion) to protect shrimp (*Litopenaeus vannamei*) against chemical, microbial and sensory changes / Mehraie A., Khanzadi S., Hashemi M., Azizzadeh M. *Food Chemistry: X*. 2023. Vol. 19. 100801. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100801>
11. Fathiazad F., Hamedeyazdan S. A review on *Hyssopus officinalis* L.: Composition and biological activities. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2011. 5 (17). P. 1959-1966.
12. Effects of agronomic practices on volatile composition of *Hyssopus officinalis* L. essential oils / Moro A., Zalacain A., Hurtado de Mendoza J., Carmona M. *Molecules*. 2011. 16 (5). P. 4131-4139.
13. Rashidi S., Eikani M. H., Ardjmand M. Extraction of *Hyssopus officinalis* L. essential oil using instant controlled pressure drop process. *Journal of Chromatography A*. 2018. Vol. 1579. P. 9-19. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2018.10.020>
14. Naderi G., Mohammadi A., Younesi-Alamouti M. The effect of bio fertilizers, manure and chemical fertilizer on quantity and quality of essential oil of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *Journal of Medicinal plants and By-Products*. 2023. 12. 439–447.
15. Ghanbari-Odivi A., Fallah S., Carrubba A. Optimizing Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) Cultivation: effects of different manures on plant growth and essential oil yield. *Horticulturae*. 2024. 10(9). 894. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10090894>
16. Application of combined fertilizers improves biomass, essential oil yield, aroma profile, and antioxidant properties of *Thymus daenensis* Celak / Bistgani Z. E., Siadat S. A., Bakhshandeh A., Pirbalouti A. G., Hashemi M., Maggi F., Morshedloo M. R. *Industrial Crops and Products*. 2018. Vol. 121. P. 434-440. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.05.048>.
17. Effects of foliar spraying of L-phenylalanine and application of bio-fertilizers on growth, yield, and essential oil of hyssop [*Hyssopus officinalis* L. subsp. *Angustifolius* (Bieb.)] / Aghaei K., Pirbalouti A. G., Mousavi A., Badi H. N., Mehnatkesh A. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2019. Vol. 21. 101318. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101318>

REFERENCES:

1. Kotiuk, L. (2016). Osoblyvosti mikromorfolohichnoi budovy hisopu likarskoho [Features of the micromorphological structure of the hyssop of medicinal]. *Modern Phytomorphology*, 10, 59–67 [in Ukrainian].
2. Wolfender, J.L., Martia, G., Thomas, A. & Bertrand, S. (2015). Current approaches and challenges for the metabolite profiling of complex natural extracts. *Journal of Chromatography A*, 1382, 136–164.
3. Pandey, V., Verma, R.S., Chauhan, A. & Tiwari, R. (2014). Compositional variation in the leaf, flower and stem essential oils of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) from Western-Himalaya. *Journal of Herbal Medicine*, Vol. 4, Iss. 2, 89-95. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2013.12.001>.
4. Džamić, A.M., Soković, M.D., Novaković, M., Jadranin, M., Ristić, M.S., Tešević, V. & Marin, P.D. (2013). Composition, antifungal and antioxidant properties of *Hyssopus officinalis* L. subsp. pilifer (Pant.) Murb. essential oil and deodorized extracts. *Industrial Crops and Products*, Vol. 51, 401-407. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.09.038>.
5. Ahmadi, H., Babalar, M., Sarcheshmeh, M.A.A., Morshedloo, M.R. & Shokrpour, M. (2020). Effects of exogenous application of citrulline on prolonged water stress damages in hyssop (*Hyssopus officinalis* L.): Antioxidant activity, biochemical indices, and essential

- oils profile. *Food Chemistry*, Vol. 333, 127433. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127433>
6. Ahmadian, S., Kenari, R.E., Amiri, Z.R., Sohbatazadeh, F. & Khodaparast, M.H.H. (2023). Effect of ultrasound-assisted cold plasma pretreatment on cell wall polysaccharides distribution and extraction of phenolic compounds from hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *International Journal of Biological Macromolecules*, Vol. 233, 123557. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123557>
 7. Ahmadian, S., Kenari, R.E., Amiri, Z. R., Sohbatazadeh, F. & Khodaparast, M.H.H. (2024). Fabrication of double nano-emulsions loaded with hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) extract stabilized with soy protein isolate alone and combined with chia seed gum in controlling the oxidative stability of canola oil. *Food Chemistry*, Vol. 430, 137093. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137093>
 8. Iftikhar, M., Zhang, H., Iftikhar, A., Raza, A., Begum, N., Tahamina, A., Syed, H., Khan, M. & Wang, J. (2020). Study on optimization of ultrasonic assisted extraction of phenolic compounds from rye bran. *LWT*, Vol. 134, 110243. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110243>
 9. Nadar, S.S., Rao, P. & Rathod, V.K. (2018). Enzyme assisted extraction of biomolecules as an approach to novel extraction technology: A review. *Food Research International*, Vol. 108, 309-330. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.006>
 10. Mehraie, A., Khanzadi, S., Hashemi, M. & Azizzadeh, M. (2023). New coating containing chitosan and *Hyssopus officinalis* essential oil (emulsion and nanoemulsion) to protect shrimp (*Litopenaeus vannamei*) against chemical, microbial and sensory changes. *Food Chemistry: X*, Vol. 19, 100801. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100801>
 11. Fathiazad, F. & Hamedeyazdan, S. (2011). A review on *Hyssopus officinalis* L.: Composition and biological activities. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5 (17), 1959-1966.
 12. Moro, A., Zalacain, A., Hurtado de Mendoza, J. & Carmona, M. (2011). Effects of agronomic practices on volatile composition of *Hyssopus officinalis* L. essential oils. *Molecules*, 16 (5), 4131-4139.
 13. Rashidi, S., Eikani, M.H. & Ardjmand, M. (2018). Extraction of *Hyssopus officinalis* L. essential oil using instant controlled pressure drop process. *Journal of Chromatography A*, Vol. 1579, 9-19. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2018.10.020>
 14. Naderi, G., Mohammadi, A. & Younesi-Alamouti, M. (2023). The effect of bio fertilizers, manure and chemical fertilizer on quantity and quality of essential oil of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *Journal of Medicinal plants and By-Products*, 12. 439-447.
 15. Ghanbari-Odivi, A., Fallah, S. & Carrubba, A. (2024). Optimizing Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) Cultivation: effects of different manures on plant growth and essential oil yield. *Horticulturae*, 10(9), 894. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10090894>
 16. Bistgani, Z.E., Siadat, S.A., Bakhshandeh, A., Pirbalouti, A.G., Hashemi, M., Maggi, F. & Morshedloo, M.R. (2018). Application of combined fertilizers improves biomass, essential oil yield, aroma profile, and antioxidant properties of *Thymus daenensis* Celak. *Industrial Crops and Products*, Vol. 121, 434-440. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.05.048>
 17. Aghaei, K., Pirbalouti, A.G., Mousavi, A., Badi, H.N. & Mehnatkesh, A. (2019). Effects of foliar spraying of l-phenylalanine and application of bio-fertilizers on growth, yield, and essential oil of hyssop [*Hyssopus officinalis* L. subsp. *Angustifolius* (Bieb.)]. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, Vol. 21, 101318. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101318>
- Добровольський П.А. Вплив оптимізації живлення на урожайність *Hyssopus officinalis* L. в умовах Південного Степу України**
- Мета.** встановити вплив оптимізації живлення насаджень гісопу лікарського на урожайність культури в умовах Південного Степу України. **Методи.** Польові та лабораторні дослідження виконувалися відповідно до сучасних вимог і стандартів дослідної справи в агрономії та землеробстві. **Результати.** У середньому за роки досліджень, застосування мінеральних добрив в дозі $N_{90}P_{90}$ забезпечувало отримання найвищої урожайності зеленої надземної маси рослин гісопу лікарського. Так, у середньому по варіантам застосування позакоренових підживлень насаджень гісопу лікарського першого року використання, за даного варіанту було одержано 6,24 т/га зеленої надземної маси рослин, що перевищило контрольний варіант досліді на 2,76 т/га або на 44,2%. За використання препарату Хелафіт комбі, в середньому за роки досліджень та по фактору дози мінеральних добрив, було одержано урожайність рослин першого року використання на рівні 5,42 т/га, що перевищило варіант без використання позакоренового підживлення насаджень відповідно на 25,5%. Така ж тенденція спостерігалася за використання насаджень другого та третього року. На третій рік використання насаджень рослини гісопу лікарського сформували найвищу урожайність зеленої надземної маси. Так, у середньому по варіантах досліді, було одержано 7,51 т/га зеленої надземної маси, що перевищило урожайність рослин гісопу лікарського першого року використання на 2,63 т/га або на 35,0%, а другого року використання – на 0,67 т/га або на 8,9%.
- Висновки.** В умовах Південного Степу України, за оптимізації живлення гісопу лікарського, особливо на третій рік використання насаджень, урожайність зеленої надземної маси рослин була найбільшою – 7,51 т/га, що більше за урожайність рослин першого та другого року використання на 0,67 – 2,63 т/га. Застосування сумісного використання мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та проведення по їх фоні двічі за вегетацію позакоренових підживлень препаратом Хелафіт комбі забезпечило найвищу урожайність гісопу лікарського незалежно від року використання насаджень – 6,84 – 10,01 т/га.
- Ключові слова:** *Hyssopus officinalis* L., мінеральні добрива, позакоренове підживлення, урожайність.
- Dobrovolskyi P.A. Influence of nutrition optimization on the yield of *Hyssopus officinalis* L. in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine**
- Purpose.** to determine the influence of nutrition optimization of *Hyssopus officinalis* L. plantations on crop yield in the Southern Steppe of Ukraine. **Methods.** Field and laboratory studies were carried out in accordance with modern requirements and standards of research in agronomy and agriculture. **Results.** On average, over the years of research, the use of mineral fertilizers in a dose

of $N_{90}P_{90}$ provided the highest yield of green aboveground mass of medicinal hyssop plants. Thus, on average, according to the variants of foliar fertilization of plantations of medicinal hyssop in the first year of use, this variant produced 6.24 t/ha of green aboveground mass of plants, which exceeded the control variant of the experiment by 2.76 t/ha or 44.2%. When using the preparation Helafit combi, on average over the years of research and by the factor of the dose of mineral fertilizers, the yield of plants in the first year of use was 5.42 t/ha, which exceeded the variant without the use of foliar fertilization of plantations by 25.5%, respectively. The same trend was observed for the second and third years of planting. In the third year of plantation use, the plants of medicinal hyssop formed the highest yield of green aboveground mass. Thus, on average, 7.51 t/ha of green aboveground mass was obtained

in the experimental variants, which exceeded the yield of medicinal hyssop plants in the first year of use by 2.63 t/ha or 35.0%, and in the second year of use by 0.67 t/ha or 8.9%. **Conclusions.** In the conditions of the Southern Steppe of Ukraine, when optimizing the nutrition of medicinal hyssop, especially in the third year of plantations, the yield of green aboveground mass of plants was the highest – 7.51 t/ha, which is more than the yield of plants of the first and second years of use by 0.67 – 2.63 t/ha. The use of combined use of mineral fertilizers at a dose of $N_{90}P_{90}$ and foliar fertilization with Helafit combi twice during the growing season provided the highest yield of medicinal hyssop regardless of the year of use of the plantations – 6.84 – 10.01 t/ha.

Key words: *Hyssopus officinalis* L., mineral fertilizers, foliar fertilization, yield.