

ФОРМУВАННЯ ФІТОЦЕНОЗІВ ГІСОПУ ЛІКАРСЬКОГО НА ТЕХНОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНИХ ЗЕМЛЯХ МИКОЛАЇВЩИНИ

Добровольський П. А., Андрійченко Л. В., Коваленко О. А.,
Качанова Т. В.

ВСТУП

Рекультивация та повернення у біологічний кругообіг промислово порушених територій є умовою стабільного розвитку регіонів нашої країни. Відповідно до Закону України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» рекультивация та реабілітація територій, порушених внаслідок діяльності антропогенної діяльності, є пріоритетним завданням національної природоохоронної політики. Техногенно порушені території, як правило, екологічно небезпечні. На забруднених територіях неможливо вирощувати культури, призначені до безпосереднього вжитку, і обмеженим є вирощування пасовищних культур. Несприятливий екологічний стан склався і в Миколаївській області – промислового регіоні, де багато забруднень, накопичених відходів. Відновленню підлягають землі, які були зайняті під кар'єрами, гідровідвалами і сховищами промислових відходів, транспортних комунікацій, ліквідованих підприємств тощо^{1,2}.

Відвали важко піддаються рекультивации, а природне відновлення рослинного покриву відбувається досить повільно. Сучасний стан ґрунтового покриву області (деградація, втрата гумусу, водна і вітрова ерозія тощо) можна характеризувати таким, що знаходиться на грані екологічної катастрофи. У широкому комплексі заходів із відновлення порушених територій та охорони довкілля значна увага

¹ Litalien A., & Zeeb B. Curing the earth: A review of anthropogenic soil salinization and plant-based strategies for sustainable mitigation. *Sci Total Environ.* 2019. Vol. 698. 134235. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134235>

² Dhankher O. P., Doty S. L., Meagher R. B., & Pilon-Smits E. Biotechnological approaches for phytoremediation. *Plant biotechnology and agriculture.* 2011. Academic Press, Oxford. P. 309–328.

надається ревіталізації антропогенно змінених екосистем, зокрема, фітомеліорації та рекультиватії, що передбачають розроблення та проведення комплексних робіт із відновлення естетичної цінності та продуктивності антропогенно змінених ландшафтів. В цьому може допомогти вирощування рослин природних фітомеліорантів-закріплювачів ґрунтів. До таких рослин відносять і гісоп лікарський – багаторічний напівкущик, що відзначається широкою екологічною амплітудою. Вирощують його і як пряно-смакову культуру, застосовують в консервній, лікєро-горілочній промисловості, а також як медонос^{3,4}. Як і більшість пряно-ароматичних рослин, гісоп володіє лікарськими властивостями. Низкою дослідників відмічено протизапальну, пом'якшувальну, протиґістоцидну, в'яжучу, тонізуючу, ранозагоювальну дію гісопу лікарського^{5,6,7}. Екстракт та ефірна олія гісопу показали помірну антиоксидантну та протимікробну активність, а також протигрибкові та противірусні властивості *in vitro*. Рослинну сировину використовують для лікування гострих респіраторних інфекцій, астми, анемії, неврозів, ревматизму, стенокардії, стоматиту, як ранозагоювальний засіб.

Гісоп лікарський – типовий ксерофіт, добре пристосований до посухи, маловимогливий до умов вирощування⁸. Розселення гісопу

³ Fathiazad F., & Hamedeyazdan S. A review on *Hyssopus officinalis* L. Composition and biological activities. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.* 2011. № 5. P. 1959–1966. <https://doi.org/10.5897/AJPP11.527>

⁴ Borrelli F., Pagano E., Formisano C., Piccolella S., Fiorentino A., Tenore G. C., Izzo A. A., Rigano D., & Pacifico S. *Hyssopus officinalis* subsp. *aristatus*: An unexploited wild-growing crop for new disclosed bioactives. *Ind. Crops Prod.* 2019. № 140. 111594. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111594>

⁵ Alinezhad H., Azimi R., Zare M., Ebrahimzadeh M. A., Eslami S., Nabavi, S. F., & Nabavi S. M. Antioxidant and antihemolytic activities of ethanolic extract of flowers, leaves and stems of *Hyssopus officinalis* L. var. *angustifolius*. *Int. J. Food Prop.* 2013. № 16. P. 1169–1178. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.578319>

⁶ Soleimani H., Barzegar M., Sahari M. A., & Naghdi Badi H. An investigation on the antioxidant activities of *Hyssopus officinalis* L. and *Echinacea purpurea* L. plant extracts in oil model system. *J. Med. Plants.* 2011. № 10. P. 61–72.

⁷ Moro A., Zalacain A., de Hurtado M.J., & Carmona M. Effects of agronomic practices on volatile composition of *Hyssopus officinalis* L. essential oils. *Molecules.*, 2011. № 16. P. 4131–4139. <https://doi.org/10.3390/molecules16054131>

⁸ Dumacheva E. V., Cherniavskih V. I., Markova E. I., Filatov S. V., Tokhtar V. K., Tokhtar L. A., Pogrebnyak T. A., Horolskaya E. N., Gorbacheva A. A., Vorobyova O. V., & Glubsheva T.N. Biological resources of the *Hyssopus* on the south of European Russia and prospects of its introduction. *International Journal of Green Pharmacy.* 2017. № 11(3). P. 476–480.

лікарського по території техногенно забруднених земель пов'язане невибагливістю цього виду до ґрунтових умов зростання. Завдяки цьому гісоп лікарський створює передумови для наступного розвитку через 7–10 років на таких ділянках відвалів фітоценозів близьких за структурою до природних степових. Південна зона Степу України за кліматичними та ґрунтовими умовами відповідає необхідним вимогам для вирощування гісопу лікарського^{9,10}. Рослини зимостійкі і добре переносять посуху. Насіння цього виду також характеризується високою життєздатністю, лабораторна схожість насіння на рівні 95–97 % не змінюється упродовж трьох-чотирьох років зберігання.

У зв'язку з цим особливий інтерес представляє вивчення особливостей росту і розвитку цього важливого ефіроносу, а також можливість його вирощування у виробничих умовах.

1. Виникнення передумов проблеми та формулювання проблеми

Зрошення – один з найбільш ефективних факторів інтенсифікації сільськогосподарських культур. Гісоп відносять до групи ксерофітів наряду з чабером, шавлією та іншими пряно-ароматичними культурами. І хоча він не виносить болотяні ділянки із застійною водою, однак у критичні періоди вегетації рослин, а також для підвищення польової схожості рослин зрошення посівів просто необхідне. На сьогоднішній день одним з найбільш перспективних способів поливу, який відповідає зазначеним вимогам, є краплинний¹¹. Застосування краплинного зрошення є доцільним не тільки з точки зору підвищення врожайності, а й з огляду економії водних ресурсів¹².

⁹ Goncariuc M., & Balmus Z. Diversity of the essential oil content and chemical composition of *Hyssopus officinalis* L. genotypes. Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. *Studii și comunicări. Științele Naturii*. 2013. № 29(1). P. 71–77.

¹⁰ Kizil S., Güler V., Kirici S., & Turk M. Some agronomic characteristics and essential oil composition of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) under cultivation conditions. *Acta scientiarum Polonorum. Hortorum cultus. Ogrodnictwo*. 2016. № 15. P. 193–207.

¹¹ Коваленко О. А., Андрійченко Л. В. Як вирощувати нову пряно-ароматичну культуру гісоп лікарський у південній частині Степу України. *The Ukrainian FARMER : партнер сучасного фермера*. 2019. № 2(110). С. 122–123.

¹² Ромащенко М. І., Шатковський А. П., Рябков С. В. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України. К. : «ДІА», 2012. 248 с.

Існує думка, що регулярне зрошення знижує накопичення ефірної олії у рослин і погіршує його якість. Але багаторічні дослідження окремих науковців показали, що вирощування пряно-ароматичних культур при локальному зволоженні, зокрема, підтримка постійного режиму вологості ґрунту в кореневмісному шарі цих рослин сприяла значному збільшенню продуктивності рослин: врожайності, масової частки і збору ефірної олії¹³.

Встановлено, що під впливом удобрення ефективність зрошення підвищується, а при сумісному використанні зрошення та удобрення прибавка врожаю значно перевищує прибавки, отримані при їх роздільному застосуванні. За вирощування гісопу лікарського на фонах $N_{60}P_{80}K_{80}$ та $N_{80}P_{100}K_{100}$ забезпечувався приріст лікарської сировини на 57–81 % порівняно з неудобреним контролем¹⁴.

За вирощування районованих у Республіці Білорусь сортів гісопу ‘Лазурит’, ‘Розоцветковый’ та ‘Завєя’ висота рослин третього року вирощування складала 50–65 см, діаметр куща – 30–35 см, кількість суцвіть на одну рослину коливалася в межах 40–70 штук. При цьому урожайність фітомаси у фазу масового цвітіння була від 1,5 до 1,7 кг на 1 квадратний метр¹⁵.

Для впровадження *Hyssopus officinalis* L. у промислове виробництво авторами статті були проведені попередні дослідження (2016–2017 рр.) по вивченню адаптаційного потенціалу цієї культури при вирощуванні в умовах природної степової екосистеми, на базі ФГ «Федосов» Казанківського району Миколаївської області на площі 0,5 га, сорт ‘Національний’. Встановлено, що гісоп лікарський – цінна пряно-ароматична культура, яка за своїми біологічними особливостями, вимогами до ґрунтово-кліматичних умов може вирощуватися в Степу України, забезпечуючи високий урожай

¹³ Орел Т. И., Работягов В. Д. Качество сырья и эфирного масла эфиромасличных и лекарственных культур в условиях подпочвенного орошения в Крыму. Материалы XIV междунар. научн. конф. «Экологические основы онтогенеза природных сообществ Евразии». Херсон : Айлант, 2002. С. 75–79.

¹⁴ Вечер Н. Н., Березко М. Н. Влияние минеральных удобрений и норм высева семян на урожай лекарственного сырья иссопа. Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Междунар. науч.-практ. конференции. Минск : БГАТУ, 2016. С. 318–321.

¹⁵ Коваленко Н. А., Ахрамович Т. И., Супиченко Г. Н., Сачивко Т. В. Антибактериальная активность эфирных масел иссопа лекарственного. *Химия растительного сырья*. 2019. № 1. С. 191–199.

квіткової маси для використання у лікарській фармакології. На важких суглинистих, перезвожених ґрунтах, рослина росла погано. Натомість на ділянках з південним схилом рослини утворювали у середньому 74 стебла, висота їх становила 65,9 см, маса листової частини 1053 г/м², коефіцієнт водоспоживання посівів досягав 1951 м³/т, урожайність сухої сировини – до 40 ц/га із вмістом в ній ефірної олії 0,85 %, аскорбінової кислоти – 104,6 мг %. Цей досвід ми також використали у теперішньому експерименті.

Проте до цього часу мало з'ясовані особливості формування продуктивності культури у антропогенно трансформованих екосистемах, експериментальні дані щодо перспективності вирощування *Hyssopus officinalis* на збіднених та деградованих ґрунтах відсутні, в умовах Миколаївської області такі дослідження не проводилися. Тому розробка елементів технології вирощування гісопу лікарського є дуже актуальною. Отримані результати також дозволять теоретично обґрунтувати і експериментально підтвердити можливість практичного використання гісопу лікарського в овочівництві та фармацевтичній промисловості.

2. Аналіз існуючих методів вирішення проблеми формування фітоценозів гісопу лікарського

Метою роботи було на основі вивчення біології гісопу лікарського встановити параметри продуктивності культури, що забезпечать отримання квіткової маси на рівні 40–50 ц/га та розробити способи його ефективного вирощування в умовах техногенно трансформованих земель, зокрема, при визначенні впливу рівнів зволоження та добрив на продуктивність гісопу лікарського в умовах краплинного зрошення. Експериментальні дослідження проводили в зоні Південного Степу України, на землях Миколаївської ДСДС ІЗЗ НААН протягом 2018–2020 рр. Клімат – континентальний, посушливий.

Земельна територія для проведення дослідів представляла собою пустирну ділянку у занедбаному стані, що почала перетворюватися у стихійне сміттєзвалище. Отже, площа під дослідом являла собою зручний модельний об'єкт, що слугував еталоном при розробці заходів з оптимізації техногенно трансформованого регіону у структурну організацію фітоценетичного покриву гісопу лікарського. На таких техногенно трансформованих землях із незмінним рельєфом місцевості можливе проведення рекреаційної фітотеліорації, що передбачає такі види робіт: обстеження порушеної

території з метою придатності до вирощування рослин; внесення мінеральних або органічних добрив; сімба покривної рослинності; проведення агротехнічного догляду за рослинами.

Продуктивність рекультивованих земель пов'язана із вмістом гумусу, агрохімічним та механічним складом орного шару ґрунту, зумовлена ступенем забруднення ґрунту важкими металами тощо. Згідно проведеному аналізу, ґрунт дослідного поля являв собою чорнозем південний із доволі високим вмістом гумусу. За вмістом доступних форм елементів живлення ґрунт характеризувався низькою забезпеченістю азотом, середньою – рухомим фосфором, високою – обмінним калієм (табл. 1). Перевищення вмісту важких металів, радіонуклідів, пестицидів у ґрунті виявлено не було. Отже, досліджувана територія виявилася придатною для вирощування гісопу.

Таблиця 1

Аналіз ґрунту дослідної ділянки, шар 0–30 см

Мул, %	33,6
Пісок, %	11,3
Фізична глина, %	55,1
Вміст гумусу, % (за Тюрнім)	2,1
Азот нітратний N-NO ₃ , мг/кг (за Тюрнім-Коновою)	4,2
Рухомий фосфор, мг/кг (за Чириковим)	142,5
Обмінний калій, мг/кг (за Чириковим)	182,0
pH _{сол} (ДСТУ ISO 10390:2007)	6,8
Сума ввібраних основ (Ca+Mg), мг-екв на 100 г	30,0
Вологість в'янення, %	11,7
Найменша вологоємність, % (НВ)	24,8

Перед посадкою по всій ділянці було встановлено краплинне зрошення, для більш ефективного та якісного забезпечення кореневої системи рослин вологою. Контроль за передполивною вологістю ґрунту виконували за допомогою тензіометрів, поливи припиняли за 14 днів до збирання врожаю квіткової маси. Висадку розсади здійснювали навесні 2017 року вручну на заздалегідь розміченій ділянці у лунки глибиною і діаметром 25–30 см. Площа живлення рослин складала 1x0,6 м. Коренева шийка при висадці заглиблювалася на 4–5 см нижче рівня ґрунту.

Посадкова площа ділянки становила 162 м². Площа облікової ділянки – 5 м². Повторність досліджуваних варіантів була триразова. Об'єктом досліджень слугував середньостиглий сорт 'Маркіз', що

має синьо-фіолетове забарвлення віночка. Схема досліду включала в себе два фактори: фактор А (доза мінеральних добрив): без добрив (контроль), $N_{60}P_{60}$ (рекомендована), $N_{30}P_{30}$ врозкид + $N_{30}P_{30}$ з поливною водою. По фактору В (режими зрошення) вивчали два рівня зволоження культури: 80–70–70 % НВ та 90–80–70 % НВ. Догляд за посівами включав в себе розпушування міжрядь на глибину 5–6 см, другий міжрядний обробіток проводили на глибину 8–10 см, а також проведення поливів та внесення добрив разом з поливною водою. Для фертигації застосовували аміачну селітру та амофос. Скошування наземної маси проводили у фазу масового цвітіння і висушували під укриттям.

3. Агроекологічні умови вирощування гісопу лікарського на території Миколаївщини

Миколаївська область розташована на півдні України в басейні нижньої течії ріки Південний Буг. Більша частина області лежить у межах Причорноморської низовини. За особливості природних умов території області належить до степової зони. У ґрунтовому покриві переважають південні та звичайні чорноземи, каштанові ґрунти. У південній частині області маються слабо- та середньо-солонцюваті ґрунти важкого механічного складу. Клімат Миколаївщини помірно-континентальний з м'якою малосніжною зимою і жарким посушливим літом. Метеокліматичні характеристики досліджуваної місцевості в літній період майже субтропічні, але демонструють стрімку меридіонально-залежну тенденцію зменшення опадів. На північній межі в районі нижньої течії Синюхи вони складають 450–460 мм/рік, а за 180 км на південь – в усті Інгулу ледве сягають 280 мм/рік, що більш характерно для напівпустелі. Генетичні умови природнього розповсюдження гісопу лікарського дозволяють вважати її світлостійкою та світлолюбною рослиною, здатною виносити значні високі температури. В районах природного розповсюдження вона росте на щербенистих ґрунтах, що дозволяє вважати рослину невибагливою до ґрунтів, але краще росте і розвивається на освітлених родючих ґрунтах з нейтральною кислотністю. Гісоп є типовим ксерофітом. Отже, за ґрунтовими вимогами землі Миколаївської області придатні для вирощування гісопу лікарського.

Одними з найбільш важливих для гісопу кліматичних факторів є середній з абсолютних мінімумів температури повітря і сума активних температур повітря вище 10 °С, що відображають умови

морозонебезпеки і теплозабезпечення території. У відповідності до вказаних показників на території Миколаївщини виділено три агрокліматичних райони.

Перший, *північний агрокліматичний район* характеризується наступними показниками: сума температур вище 10° 2900–3000, сума опадів за рік 410–470 мм, ГТК 0,8–0,9. Середня тривалість безморозного періоду 160–185 днів, вегетаційного – 215–220, абсолютний мінімум температури повітря – –32 °С. Другий, *центральний агрокліматичний район* характеризується сумою температур вище 10° 3000–3200, сумою опадів за рік 360–410 мм, ГТК 0,7–0,8. Середня тривалість безморозного періоду 185–200 днів, вегетаційного – 220–225, абсолютний мінімум температури повітря – –30 °С. Третій, *південний агрокліматичний район* характеризується наступними показниками: сума температур вище 10° 3200–3400, сума опадів за рік 330–360 мм, ГТК 0,6–0,7. Середня тривалість безморозного періоду 195–205 днів, вегетаційного – 225, абсолютний мінімум температури повітря – –28 °С.

Гісоп – рослина морозостійка, холодостійка, витримує низькі температури та вітер, відрізняється посухостійкістю, тобто здатна переносити тривалі періоди зневоднення і перегрів з найменшим зниженням продуктивності. Насіння проростає при температурі +2 °С, оптимальною температурою для нормального росту та розвитку вважається 20–25 °С. Мінімальна температура, яку рослина може витримати складає – 5 °С, а максимальна біля – 35 °С. Отже, температурні показники у всіх трьох зонах Миколаївщини знаходяться в оптимальних межах для розвитку культури гісопу, тобто сума температур вище 10° від 2900 до 3200 °С і більше, тривалість безморозного періоду – 215–225 днів дає можливість сформувати один-два врожаї квіткової маси на рік. Визрівання пагонів, накопичення поживних речовин, що відбувається після закінчення вегетативного росту, триває до жовтня – початку листопада, тобто до перших приморозків.

Велика кількість опадів в холодний період створює добрі запаси вологи в ґрунті, що сприяє дружньому росту гісопу на початку вегетації. Весняні і літні опади частково компенсують випарування і спожиту рослинами вологу, тим не менш, у другій половині літа і початку осені створюються дуже посушливі умови. Недостатня кількість опадів в теплу частину року викликає необхідність зрошення гісопу лікарського.

На продуктивність гісопу лікарського впливають умови зимового періоду. Зима на території Миколаївщини характеризується як помірно м'яка, тому підмерзає гісоп дуже рідко через вимокання або якщо висаджений на низьких ділянках, тому заболочені ділянки для його вирощування не придатні. Отже, причинами пошкодження гісопу лікарського взимку найчастіше бувають: вимерзання, випрівання, видування та льодяна кірка. Ступінь пошкодження рослин гісопу визначається інтенсивністю та тривалістю дії небезпечних зимових явищ, зимостійкістю і морозостійкістю сортів, стану та віку насаджень. Навіть у сприятливих умовах Миколаївщини, при дії екстремально низьких для цього регіону температур (мінус 28–32 °С), особливо в умовах північного агрокліматичного району, у рослин спостерігається пошкодження тканин, відмирання пагонів, надто за відсутності снігового покриву.

В останні роки в січні спостерігаються тривалі відлиги, коли температури повітря підвищуються до + 8 ... + 10° С, що сприяє виходу бруньок рослин зі стану органічного спокою. Такі зміни в умовах перезимівлі гісопу призводять до негативних наслідків – зниженню морозостійкості рослин.

Для збереження насаджень гісопу лікарського від негативного впливу зимових умов оптимальною є висота снігового покриву не менше 10 см. При такій висоті снігу глибина промерзання ґрунту становить менше 100 см і температура на поверхні ґрунту не знижується нижче критичної температури вимерзання (не нижче – 16 °С при морозах до –30 °С). За наявності більшого снігового покриву насадження гісопу переносять більш низькі температури. У середньому багаторічному на досліджуваній території сніговий покрив нестійкий і встановлюється тільки в північних і центральних районах Миколаївщини. Дата стійкого залягання снігового покриву припадає на III декаду грудня. Поступово висота снігового покриву збільшується з 4 до 15 см в північних та з 4 до 9 см в південних районах у II та III декадах лютого. Руйнується сніговий покрив в основному в I декаді березня. В південному агрокліматичному районі Миколаївщини, як уже зазначалося вище, стійкий сніговий покрив встановлюється тільки в окремі роки. Аналіз матеріалів багаторічних спостережень за гісопом лікарським у Миколаївській області показав, що насадження, старші п'яти років при безсніжжі, а також при сніговому покриві до 10 см вимерзали частково або повністю вже при температурі повітря –21, –22 °С. Молоді куці (1–4-річні) переносять зиму краще.

Переважаючими вітрами у холодний період року є північно-східні, а в теплий – північно-західні. В окремі роки, особливо у ранній весняний період, вітри досягають значної сили, переходячи у пилові бурі, що слугує причиною видування ґрунту та механічного руйнування рослин гісопу лікарського. Ще одним показником перезимівлі гісопу лікарського є мінімальна температура повітря. Найнижчі середні по області температури повітря спостерігаються в січні і коливаються по території від $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Середній із абсолютних мінімумів повітря на Миколаївщині коливається у зимовий період від 12 до $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ морозу. Проаналізувавши декадні середні температури повітря, ми можемо стверджувати, що температура нижче $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ морозу, в середньому на нашій території тримається не більше 20 днів.

Глибина промерзання ґрунту суттєво впливає на умови перезимівлі гісопу лікарського. Дослідження показали (табл. 1), що середня глибина промерзання ґрунту на Миколаївщині досягає найбільших значень в II–III декади лютого і коливається від 43 до 48 см.

Таблиця 2

**Середня багаторічна глибина промерзання ґрунту
у Миколаївській області**

Місяць	Грудень			Січень			Лютий			Березень	
Декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Глибина, см	5	9	11	13	20	21	23	48	43	34	19

Згубної дії можуть надати пізні весняні заморозки, що особливо часто спостерігаються в умовах північного та центрального агрокліматичних районів області. У разі підмерзання рослин необхідна вимушена обрізка сухих пагонів гісопу, аналогічна «омолодженню».

Отже, зважаючи на те, що гісоп лікарський є досить пластичною культурою щодо умов зовнішнього середовища, в умовах Миколаївської області дослідження з інтродукції та розробка технологій вирощування цієї культури із високим адаптаційним потенціалом є актуальними. Вивчення матеріалів показує, що погодні умови літа й осені сприятливі. Більш істотним є вплив метеорологічних умов зимово-весняного періоду на врожайність суцвіть ефіроносу. Тому для найбільш повної реалізації біологічного потенціалу гісопу лікарського і отримання максимальних врожаїв квітково-стеблової маси краще розміщувати гісопові насадження у третьому, південному агрокліматичному районі Миколаївщини, де

агроекологічні умови найбільш повно відповідають біологічним вимогам рослин.

Осінньо-зимові періоди досліджуваних років були сприятливими для росту й перезимівлі гісопу лікарського. Обмерзання пагонів і бруньок, загибелі рослин не спостерігалась. Погодні умови у роки досліджень були різними. Так, 2018 р. можна віднести до посушливого, 2019 р. – до середньопосушливого, а 2020 р. – до сприятливого за вологозабезпеченістю року. В усі роки дослідження починаючи з середини квітня, внаслідок низької відносної вологості повітря та суховійних явищ швидко висихали верхні шари ґрунту та ускладнювалися умови для росту гісопу лікарського. Незначні опади не пом'якшували дію засушливих явищ, тому з кінця квітня включали краплинне зрошення.

4. Параметри продуктивності гісопу лікарського для створення ефективних фітоценозів

Дослідженням динаміки ростових процесів гісопу лікарського впродовж генеративного періоду встановлено, що максимальної висоти рослини досягали на третій рік життя (37,4–83,9 см), в той час як мінімальна була в перший рік вегетації – 24,9–55,9 см. Починаючи з другого року життя гісопу кількість вегетативно-генеративних пагонів у кущі зростала. Так, на другий рік їх середня кількість становила 45–80 шт., а на третій – 66–95 шт. (рис. 1, 2).



Рис. 1. Рослини гісопу лікарського першого року життя



Рис. 2. Рослини гісопу лікарського третього року життя

Найвища маса рослини гісопу лікарського також встановлена на третій рік життя ($659,4\text{--}1218,4\text{ г/м}^2$), найменша – у перший рік ($264,3\text{--}445,3\text{ г/м}^2$). Причому за умови зрізання отави рослин *H. officinalis* наприкінці червня (фаза початку цвітіння) спостерігали відростання пагонів на 30–50 см і їх цвітіння впродовж останньої декади серпня – початку вересня. При цьому, у зв'язку зі зниженням температури, сформовані квітки були менших розмірів, насіння не дозрівало. Урожайність фітомаси в даному випадку була вдвічі меншою в порівнянні з першим укосом.

Нами було виявлено різницю у біометричних параметрах рослин залежно від удобрення та режимів зрошення (табл. 3). Найбільш істотним це збільшення було за внесення $N_{30}P_{30}$ врозкид та $N_{30}P_{30}$ з поливом, у цьому варіанті на одній рослині нараховувалося 70–76 стебел, висота рослин досягала 59,9–69,5 см, а маса рослини складала $836,5\text{--}884,8\text{ г/м}^2$ (залежно від режиму зрошення культури). Дослідження показали, що при вирощуванні гісопу за дотримання режиму зрошення 80–70–70 % НВ урожайність квіткової сировини у абсолютно сухій вазі складала 41,8 ц/га, а при дотриманні режиму 90–80–70 % НВ – 43,0 ц/га (середнє за 2018–2020 рр.).

Таблиця 3

**Параметри продуктивності гісопу лікарського
(середнє за 2018–2020 рр.)**

Удобрення (А)	Висота, см	Кількість стебел, шт	Діаметр куща, см	Маса рослини, г/м ²	Урожайність, ц/га
Рівень зволоження (В) – 80–70–70 % НВ					
1. Контроль (без добрив)	31,0±5,0	47±7	18±3	486,6±98,4	32,3±5,9
2. N ₆₀ P ₆₀ врозкид	46,3±5,0	60±7	27±3	620,9±98,4	40,6±5,9
3. N ₃₀ P ₃₀ врозкид+ N ₃₀ P ₃₀ з поливом	59,9±5,0	70±7	33±3	836,5±98,4	52,6±5,9
<i>Середнє</i>	<i>45,7</i>	<i>58,7</i>	<i>25,9</i>	<i>648,0</i>	<i>41,8</i>
Рівень зволоження (В) – 90–80–70 % НВ					
1. Контроль (без добрив)	42,5±5,1	52±6	23±3	506,2±105,3	33,8±6,1
2. N ₆₀ P ₆₀ врозкид	56,9±5,1	67±6	33±3	633,9±105,3	41,5±6,1
3. N ₃₀ P ₃₀ врозкид+ N ₃₀ P ₃₀ з поливом	69,5±5,1	76±6	38±3	884,8±105,3	53,7±6,1
<i>Середнє</i>	<i>56,3</i>	<i>65,1</i>	<i>31,4</i>	<i>675,0</i>	<i>43,0</i>
<i>НІР₀₅ для урожаю по факторах: А – 4,74; В – 3,87; АВ – 6,70.</i>					



Рис. 3. Збір суцвіть гісопу лікарського третього року життя

Порівнюючи режими зрошення між собою, слід зауважити, що режим зрошення 80–70–70 % НВ за ефективністю був близьким до 90–80–70 % НВ, адже середні рівні врожайності гісопу лікарського у вказаних варіантах були достовірно однаковими між собою (НІР₀₅ по фактору В – 3,87 ц/га). Отже, для формування врожайності квіткової сировини гісопу достатньо вирощувати культуру за використання режиму зрошення 80–70–70 % НВ.

Внесення мінеральних добрив на фоні краплинного зрошення підвищувало врожайність квіткової маси гісопу лікарського. Так, при внесенні мінеральних добрив прибавка врожаю становила 7,7–20,3 ц/га. Найбільшу урожайність у 52,6–53,7 ц/га сухої квіткової сировини одержано у варіанті, де внесли 50 % дози мінеральних добрив в розкид і 50% з поливною водою, при дотриманні режимів зрошення 80–70–70% НВ та 90–80–70% НВ.

Отже, в умовах Миколаївської області здійснено оцінку успішності та перспективності вирощування гісопу лікарського (*Hyssopus officinalis*) сорту 'Markiz', максимальні біометричні показники якого формувалися на третій рік життя. У середньому за 2018–2020 рр. оптимальні параметри продуктивності гісопу лікарського (найбільша кількість стебел на одній рослині 70–76 шт., з висотою рослин 59,9–69,5 см, масою однієї рослини 836,5–884,8 г/м²) відмічені за внесення мінеральних добрив N₆₀P₆₀ (50 % врозкид і 50 % з поливною водою).

Результати досліджень паралельно апробовувалися за участю авторів упродовж 2018–2020 рр. у ТОВ «НВО «Нові Технології» в рамках реалізації проекту біологічної рекультивациі антропогенно трансформованих земель, де гісоп вирощували на площі 0,4 га. За основу було взято краший варіант з такими елементами вирощування: сівба у II декаді жовтня, режим зрошення 80–70–70 % НВ, внесення N₆₀P₆₀ (50 % врозкид і 50 % з поливною водою). На підставі отриманих результатів було встановлено, що показники проективного покриття рослин на третій рік вирощування досягли 75 % і більше, ступінь заростання порушених ділянок була високою. Кількість рослин варіювала від 2 до 4 шт./м², висота сягала 60–80 см, діаметр куща становив 40–50 см, кущі на третій рік життя змикалися між собою, утворюючи щільний рослинний покрив. Дослідження в межах апробованого способу рекультивациі показали урожайність квіткової маси гісопу на рівні 48,1 ц/га.

ВИСНОВКИ

Враховуючи біоекологічні особливості гісопу лікарського та пристосованість до ґрунтово-кліматичних умов Миколаївської області, він може успішно вирощуватися з метою рекультивації деградованих ґрунтів, солонців, схилених земель, локального озеленіння техногенно забруднених ділянок, що сприятиме покращенню стану антропогенно трансформованих екосистем.

Для реалізації таких практичних заходів необхідно використати комплексний підхід при підборі агротехнічних заходів вирощування культури шляхом внесення добрив ($N_{60}P_{60}$ врозкид, $N_{30}P_{30}$ врозкид + $N_{30}P_{30}$ з поливною водою у фазу стеблуння) та підтримання вологості ґрунту в шарі 30–40 см на рівні 80–70–70 % НВ. При цьому формується стійкий агрофітоценоз із урожайністю сухої квіткові сировини на рівні 52,6–53,7 ц/га. За умови першого укусу рослин наприкінці червня відбувається відростання пагонів та їх цвітіння впродовж останньої декади серпня – початку вересня. При цьому урожайність фітомаси є вдвічі меншою порівняно з першим укусом.

Отримані результати даних досліджень є складовою частиною пропозицій з раціонального використання земельних ресурсів, боротьби з деградацією земель та опустелюванням, поданих Миколаївською ДСДС ІЗЗ НААН до Департаменту АПК Миколаївської області та можуть бути використані при проектуванні і практичному проведенні робіт з біологічної рекультивації різних типів порушених земель.

АНОТАЦІЯ

Гісоп лікарський – типовий ксерофіт, добре пристосований до посухи, південна зона Степу України за кліматичними та ґрунтовими умовами відповідає необхідним вимогам для його вирощування. Метою роботи було на основі вивчення біології гісопу лікарського встановити параметри продуктивності культури, що забезпечать отримання квіткові маси на рівні 40–50 ц/га та розробити способи його ефективного вирощування в умовах Миколаївської області. Для реалізації таких практичних заходів використовували комплексний підхід при підборі агротехнічних прийомів вирощування шляхом внесення добрив ($N_{60}P_{60}$ врозкид, $N_{30}P_{30}$ врозкид + $N_{30}P_{30}$ з поливною водою у фазу стеблуння) та підтримання вологості ґрунту в шарі 30–40 см на рівні 80–70–70 % НВ. При цьому формується стійкий агрофітоценоз із оптимальними параметрами продуктивності рослин та урожайністю сухої квіткові сировини на рівні 52,6–53,7 ц/га. За

умови першого укусу рослин наприкінці червня відбувається відростання пагонів та їх цвітіння впродовж останньої декади серпня – початку вересня. При цьому урожайність фітомаси є вдвічі меншою порівняно з першим укусом.

Література

1. Litalien A., & Zeeb B. Curing the earth: A review of anthropogenic soil salinization and plant-based strategies for sustainable mitigation. *Sci Total Environ.* 2019. Vol. 698. 134235. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134235>
2. Dhankher O. P., Doty S. L., Meagher R. B., & Pilon-Smits E. Biotechnological approaches for phytoremediation. *Plant biotechnology and agriculture.* 2011. Academic Press, Oxford. P. 309–328.
3. Fathiazad F., & Hamedeyazdan S. A review on *Hyssopus officinalis* L. Composition and biological activities. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.* 2011. № (5). P. 1959–1966. <https://doi.org/10.5897/AJPP11.527>
4. Borrelli F., Pagano E., Formisano C., Piccolella S., Fiorentino A., Tenore G. C., Izzo A. A., Rigano D., & Pacifico S. *Hyssopus officinalis* subsp. *aristatus*: An unexploited wild-growing crop for new disclosed bioactives. *Ind. Crops Prod.* 2019. № 140. 111594. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111594>
5. Alinezhad H., Azimi R., Zare M., Ebrahimzadeh M. A., Eslami S., Nabavi, S. F., & Nabavi S. M. Antioxidant and antihemolytic activities of ethanolic extract of flowers, leaves and stems of *Hyssopus officinalis* L. var. *angustifolius*. *Int. J. Food Prop.* 2013. № 16. P. 1169–1178. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.578319>
6. Soleimani H., Barzegar M., Sahari M. A., & Naghdi Badi H. An investigation on the antioxidant activities of *Hyssopus officinalis* L. and *Echinacea purpurea* L. plant extracts in oil model system. *J. Med. Plants.* 2011. № 10. P. 61–72.
7. Moro A., Zalacain A., de Hurtado M. J., & Carmona M. Effects of agronomic practices on volatile composition of *Hyssopus officinalis* L. essential oils. *Molecules.*, 2011. № 16. P. 4131–4139. <https://doi.org/10.3390/molecules16054131>
8. Dumacheva E. V., Cherniavskih V. I., Markova E. I., Filatov S. V., Tokhtar V. K., Tokhtar L. A., Pogrebnyak T. A., Horolskaya E. N., Gorbacheva A. A., Vorobyova O. V., & Glubsheva T. N. Biological resources of the *Hyssopus* on the south of European Russia and prospects of its introduction. *International Journal of Green Pharmacy.* 2017. № 11(3). P. 476–480.

9. Gonceariuc M., & Balmus Z. Diversity of the essential oil content and chemical composition of *Hyssopus officinalis* L. genotypes. Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. *Studii și comunicări. Științele Naturii*. 2013. № 29(1). P. 71–77.

10. Kizil S., Güler V., Kirici S., & Turk M. Some agronomic characteristics and essential oil composition of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) under cultivation conditions. *Acta scientiarum Polonorum. Hortorum cultus. Ogrodnictwo*. 2016. № 15. P. 193–207.

11. Коваленко О. А., Андрійченко Л. В. Як вирощувати нову пряно-ароматичну культуру гісоп лікарський у південній частині Степу України. *The Ukrainian FARMER : партнер сучасного фермера*. 2019. № 2(110). С. 122–123.

12. Ромащенко М. І., Шатковський А. П., Рябков С. В. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України. К. : «ДІА», 2012. 248 с.

13. Орел Т. И., Работягов В. Д. Качество сырья и эфирного масла эфиромасличных и лекарственных культур в условиях подпочвенного орошения в Крыму. Материалы XIV междунар. научн. конф. «Экологические основы онтогенеза природных сообществ Евразии». Херсон : Айлант, 2002. С. 75–79.

14. Вечер Н. Н., Березко М. Н. Влияние минеральных удобрений и норм высева семян на урожай лекарственного сырья иссопа. Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Междунар. науч.-практ. Конференции. Минск : БГАТУ, 2016. С. 318–321.

15. Коваленко Н. А., Ахрамович Т. И., Супиченко Г. Н., Сачивко Т. В. Антибактериальная активность эфирных масел иссопа лекарственного. *Химия растительного сырья*. 2019. № 1. С. 191–199.

**Information about the authors:
Dobrovolsky Petro Andriyovych,**

Acting Director,

Mykolaiv State Agricultural Research Station of Institute of Irrigated Farming of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
17, Tsentralna str., Poligon, Mykolaiv region, 57217, Ukraine

Andriichenko Larysa Volodymyrivna,
Candidate of Agricultural Sciences,
Scientist Secretary,
Mykolaiv State Agricultural Research Station of Institute of Irrigated
Farming of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
17, Tsentralna str., Poligon, Mykolaiv region, 57217, Ukraine

Kachanova Tetyana Volodymyrivna,
Candidate of Agricultural Sciences,
Leading Researcher,
Mykolaiv State Agricultural Research Station of Institute of Irrigated
Farming of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
17, Tsentralna str., Poligon, Mykolaiv region, 57217, Ukraine

Kovalenko Oleg Anatoliyovych,
Doctor of Agricultural Sciences,
Leading Researcher,
Mykolaiv State Agricultural Research Station of Institute of Irrigated
Farming of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
17, Tsentralna str., Poligon, Mykolaiv region, 57217, Ukraine