

МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра агрохімії та ґрунтознавства

Допущено до захисту

« ____ » _____ 2024 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент

_____ Олена ЧЕРНО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

РІСТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ НАГІДКІВ ЛІКАРСЬКИХ І РОМАШКИ
ЛІКАРСЬКОЇ ПІД ДІЄЮ БІОСТИМУЛЯТОРІВ У ЛІСОСТЕПУ
ЗАХІДНОМУ

Виконав: студент II курсу групи 24 м-а

спеціальності 201 Агрономія

ПОСТОРОНКО Ігор Вікторович

Керівник: ГОСПОДАРЕНКО Григорій, д. с.-г. н.,
професор

Умань – 2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1 ЕКОБІОЛОГІЧНІ ТА МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН У ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЯКІСНОЇ СИРОВИНИ	6
1.1 Морфофізіологічні особливості та лікувальні властивості Calendula officinalis L та Matricaria recutita L	6
1.2 Фізіолого-біохімічні та екобіологічні чинники формування високого вмісту біологічно активних речовин у лікарських рослинах	11
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ	16
РОЗДІЛ 3. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	19
3.1. Характеристика ґрунту.....	19
3.2. Кліматичні та погодні умови.....	19
3.3. Схема досліду.....	22
3.4. Агротехнологія в досліді.....	22
3.5. Методика проведення досліджень.....	24
РОЗДІЛ 4. ЗАЛЕЖНІСТЬ ВРОЖАЙНОСТІ ФІТОМАСИ ТА ВМІСТУ БІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН У ЛІКАРСЬКІЙ РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ	27
4.1. Вплив біостимуляторі росту на культивування нагідок лікарських	27
4.2. Вплив біостимуляторів росту на культивування ромашки лікарської	30
4.3. Вміст біологічно активних речовин у суцвіттях рослин нагідок лікарських та ромашки лікарської за різних умов культивування	33
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КУЛЬТИВУВАННЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН Calendula officinalis L. ТА Matricaria recutita L	35
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА....	40
6.1 Аналіз небезпек, пов'язаних з вирощуванням лікарських культур і застосуванням біостимуляторів росту	40
6.2. Екобіологічні чинники оптимізації вирощування якісної рослинної лікарської сировини Calendula officinalis L. та Matricaria recutita L.....	42
ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46
ДОДАТКИ	53

ВСТУП

Велика область фармакологічного впливу лікарських засобів з рослинної сировини підкреслює їх важливе місце серед терапевтичних методів лікування. Порівняно зі синтетичними препаратами, вони відзначаються більшою безпечністю та можливістю впливати на причину хвороби, а не лише на її симптоми. Серед рослин, що часто використовуються у медицині, виділяються лікарська нагідка (*Calendula officinalis* L.) та лікарська ромашка (*Matricaria recutita* L.). Квіткові кошики цих рослин містять різноманітні біологічно активні речовини, які проявляють антисептичну, протизапальну, седативну, спазмолітичну та інші властивості.

Синтез і накопичення БАР у лікарській рослинній сировині (ЛРС) значною мірою визначається агроекологічними умовами її вирощування, зокрема, погодним фактором та агрохімічними особливостями ґрунтів [1]. Деякі групи цих речовин, які виявляють антиоксидантну дію, за стресових умов (зміни температурного і водного режимів, засоленості ґрунту, впливу важких металів тощо) синтезуються в рослинах у більшій кількості через зростання вмісту активних форм кисню (АФК). Підвищення вмісту антиоксидантних ензимів та неензимних антиоксидантів (аскорбінова кислота, вітамін Е, каротиноїди, флавоноїди) дає змогу рослинному організмові протистояти впливу несприятливих чинників навколишнього середовища [1, 2]. Разом з тим, високий вміст антиоксидантів забезпечує фармакологічну цінність рослинної сировини.

Вплив застосування біостимуляторів росту під час вирощування *C. officinalis* та *M. recutita* в агроекологічних умовах Заходу України на сьогодні не з'ясований. Тому вивчення еколого-біологічних особливостей *C. officinalis* та *M. recutita*, удосконалення агротехнічних прийомів вирощування цих культур за кліматичних і едафічних умов Північного Лісостепу, а також впливу

біостимуляторів у комплексі з екологічними чинниками на біохімічні процеси формування якісної лікарської сировини є актуальною проблемою.

Об'єкт досліджень – урожайність та якість лікарської сировини за умов культивування у ґрунтовокліматичній зоні Західного Лісостепу України.

Предмет дослідження – особливості морфо-фізіологічних адаптивних реакцій рослин *Calendula officinalis* L. сорту Польова красуня та *Matricaria recutita* L. сорту Перлина Лісостепу, формування врожаю і якості лікарської сировини за умов вирощування дії біостимуляторів росту («Вермимаг», «Вермийодіс», «Вермистим»).

Метою роботи було з'ясувати формування якості лікарської сировини, залежно від впливу біостимуляторів росту. Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- з'ясувати агроекологічні умови в зонів Західного Лісостепу та закласти польові досліди з вирощування рослин *C. officinalis* та *M. recutita* із застосуванням біостимуляторів «Вермимаг», «Вермийодіс» і «Вермистим»;

- з'ясувати вплив біостимуляторів на морфометричні показники та оцінити урожайність рослин *C. officinalis* та *M. recutita* за умов вирощування в зонах Західного Лісостепу;

- дослідити вміст біологічно активних речовин (аскорбінова кислота, флавоноїди) у суцвіттях лікарських рослин *C. officinalis* та *M. recutita*;

Наукова новизна. встановлено, що біостимулятори росту «Вермимаг», «Вермийодіс» та «Вермистим» за норми внесення по 5 л/га у фенологічних фазах сходів і бутонізації сприяють підвищенню значень морфометричних показників (висота пагона, кількість суцвіть та їх діаметр), врожайності і якості отриманої рослинної сировини *C. officinalis* і *M. recutita*, що відповідає вимогам Державної Фармакопеї; – встановлено збільшення вмісту аскорбінової кислоти та флавоноїдів.

Практична цінність. Результати досліджень вказують на те, що з метою підвищення продуктивності і якості лікарської сировини варто застосовувати

біостимулятори росту під час вегетації рослин у нормі по 5 л/га у два прийоми: перше внесення – у фазі сходів, друге – у фазі бутонізації.

Апробація результатів досліджень. Основні положення кваліфікаційної роботи представлялися і обговорювалися на XIII Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства»

РОЗДІЛ 1

ЕКОБІОЛОГІЧНІ ТА МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН У ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЯКІСНОЇ СИРОВИНИ

1.1 Морфофізіологічні особливості та лікувальні властивості *Calendula officinalis* L та *Matricaria recutita* L.

Нагідки лікарські (*Calendula officinalis* L.) – трав'яниста однорічна рослина з родини Айстрових (Asteraceae) роду Нагідки (*Calendula*), заввишки 30–70 см. Рослина характеризується гіллястою стрижневою кореневою системою, прямостійним, вгорі гіллястим, ребристим стеблом. Листки *C. officinalis* здебільшого чергові, рідше – супротивні, нижні – черешкові, довгастооберненояйцеподібні, завдовжки 10–20 см та завширшки 1–4 см, верхні – сидячі, ланцетні, завдовжки 4–7 см [48; 73; 84; 143]. Квітки зібрані у верхівкові суцвіття – кошики, характерні для рослин родини Айстрових, від світло-жовтого до темно-оранжевого забарвлення [1, 2]. Виділяють крайні (крайові) квітки – язичкові, які здатні утворювати плоди, діаметром 15–25 мм, та серединні – трубчасті, діаметром 5 мм, що є безплідними та продукують лише пилок [3]. Залежно від кількості рядів язичкових квіток селекціонери розрізняють такі ступені махровості суцвіття рослин *C. officinalis*: 1–2 ряди квіток вказують на немахрові суцвіття, язичкові квітки, розміщені у 3–5 рядів свідчать про напівмахрові суцвіття, а 7 та більше рядів виявлено у махрових суцвіттях. Суцвіття рослин також відрізняються за формою, яка може бути променевою, черепицеподібною, хризантемоподібною, анемоноподібною та гербероподібною [4].

Для рослин *C. officinalis* важливою зовнішньою морфологічною ознакою є тип суцвіття. Культурному виду притаманні такі типи суцвіття: немахрові із слабким забарвленням, містять блідо-жовті язичкові та жовті трубчасті квітки;

немахрові, у яких язичкові квітки мають яскраво-рожеве забарвлення, а трубчасті – коричневе; немахрові, у яких язичкові квітки біля основи характеризуються темно-рожевим забарвленням, а на кінці – майже білим, трубчасті квітки жовтого забарвлення; махрові, у яких яскраво-рожеві язичкові та темно-коричневі трубчасті квітки [4]. Рослина цвіте з червня до кінця вересня, однак масове цвітіння спостерігається у липні–серпні [5, 6]. Плоди – сім'янки, що значно відрізняються за розмірами та формою, проте всі зігнуті, мають характерні шипи на випуклій стороні та вузький носик; здебільшого сіро-коричневого або ж світлобурого забарвлення; зовнішні – серпоподібні, відрізняються найбільшими лінійними розмірами – до 3 см, середні, переважно, у формі дуги, внутрішні – гачкоподібні, завдовжки приблизно 1 см [7]. Батьківщиною *C. officinalis* вважають Центральну та Південну Європу, ареал рослини розміщений у країнах Південної Європи, Передньої Азії та на Близькому Сході [8]. Уперше лікувальні властивості рослини засвідчили давньогрецькі лікарі ще у I ст. н.е. [9]. З XII ст. її використовують для лікування у Київській Русі. *C. officinalis* почали культивувати як декоративну та лікарську рослину з XVII ст. [10] і на сьогоднішній день вирощують у багатьох країнах Європи, зокрема, Франції, Німеччині, Австрії, Угорщині, а також у США, Аргентині, Австралії, Росії тощо [11]. З понад 20 видів нагідок в Україні росте лише два – нагідки польові (*Calendula arvensis* L.) та нагідки лікарські (*Calendula officinalis* L.), до того ж, лише у культурі. У харчовій промисловості суцвіття рослини використовують для виготовлення барвника й ароматизатора.

Суцвіття (квітки) *C. officinalis* містять каротиноїди (загалом приблизно 3 % у перерахунку на суху масу), зокрема каротин (30 мг%), лікопін, ксантофіли (оксигеновмісні похідні каротину) – віолаксантин, цитроксантин, рубіксантин, флавоксантин, неуроспорин, лютеїн, зеаксантин, флавохром, хризантемаксантин [2, 4]; 0,33–0,88 % флавоноїдів, представлених 3-Оглікозидами ізорамнетину та кверцетину, а також виявлені гіперозид, астрагалін, рутин, ізокверцитрин [8]; ефірну олію (приблизно 0,02 %), сапоніни, гірку речовину календен, смоли (3,0–3,44 %), дубильні речовини (6,4 %), слиз

(до 2,5–4 %), інулін, аскорбінову та інші органічні кислоти (яблучну – до 6 %, саліцилову, пантадецилову), фітостерини, ензими, алкалоїди та тритерпендіоли (арнідіол, календулодіол (похідне лупеолу), фарадіол) тощо [3, 12].

Завдяки широкому спектру БАР, що синтезуються у суцвіттях рослини, препарати, до складу яких входить ЛРС *C. officinalis*, характеризуються протизапальними, бактерицидними, гіпотензивними, седативними, кардіотонічними властивостями [8]. Бактерицидні властивості рослини проявляються стосовно багатьох збудників, однак найбільш виражені щодо стафілококів та стрептококів [2]. Екстракти ЛРС *C. officinalis* проявляють антиоксидантні властивості [13,14].

Терапевтичний ефект застосування настоянки календули відомий при захворюваннях ротової порожнини та горла, зокрема гінгівітах, пародонтитах, ангіні, кандидозах у дітей, а також при різних формах блефариту [1]. Для лікування пародонтиту ефективно також застосування настою *C. officinalis* на оливковій олії (1:10), при афтозному стоматиті – відвар суцвіть [12].

Завдяки вираженим сечо- та потогінним властивостям настій, настоянку та відвар квіток нагідок застосовують при хворобах сечового міхура, що пов'язані з надмірним відкладанням солей, бронхіті, а також при лікуванні захворювань серця, при яких спостерігаються пароксизми (посилені раптові напади серцебиття), задишка та набряки [1]. Настій квіток *C. officinalis* чинить седативну і анксиолітичну дію [8].

Ромашки – трав'янисті рослини з сильним ароматичним запахом з родини Айстрові. Виділяють декілька близьких родів ромашок, зокрема, хамомілла, пукавка та піретрум [7].

Сировина рослини – квіткові кошики з коротким квітконосом (до 3 см), напівкулястої або конічної форми, діаметром 4–8 мм. Обгортка представлена двома або трьома рядами плівчастих листочків. Крайові квітки – неправильні, маточкові, язичковий віночок – тризубчастий, зав'язь – нижня. Серединні квітки правильні, дрібні, двостатеві із п'ятизубчастим віночком. Сировина М.

rescutita має сильний специфічний запах; смак – пряний, гіркуватий, злегка – слизистий [7].

Про лікувальні властивості рослини відомо здавна, її використовували ще у Стародавньому Єгипті, Греції та Римі [13], а в Україні – з часів Київської Русі [3]. *M.rescutita* поширена у Європі та Східній Азії. Завдяки широкому спектру застосування її культивують в Англії, Іспанії, Чорногорії, Сербії, Хорватії, Бельгії, Франції, Німеччині, Угорщині, Польщі, Чехії, Болгарії, Туреччині, країнах Азії (Афганістані, Пакистані, Індії, Японії), на півночі Африки (Єгипті, Ефіопії), у Південній Америці (Кубі, Аргентині, Бразилії), Новій Зеландії тощо [10].

M. rescutita – світло- та вологолюбна рослина. Маловибаглива до ґрунту, проте на ділянках, збагачених нітратами, має більші розміри, рясніше цвіте. Інтенсивно розмножується самосівом [5]. У вологі роки проростає повторно у серпні – вересні і зимує у вигляді розеток. Період вегетації дуже короткий: з моменту проростання насіння до фази цвітіння проходить 50–70 днів. Тривалість цвітіння одного кошика – приблизно 8–10 днів [3]. Увесь цикл розвитку рослини триває 3–4 місяці. *M. rescutita* може розвиватися і як озима, і як ярова рослина. Восени формується розетка листків, і в такому стані зимує, а зацвітає на початку травня [8].

Понад 120 хімічних сполук синтезуються рослиною *M. rescutita* як вторинні метаболіти, що володіють певним терапевтичним ефектом [2]. Проте найбільшу цінність суцвіття має ефірна олія, вміст якої становить 0,2–1,9 %. До її складу входять такі БАР (рис. 1.3): хамазулен (7–14 %), який утворюється із матрицину під час перегонки водяною парою, бісаболол (50 %), бісаболон (до 8 %), сесквітерпенові лактони (матрицин, матрикарин, кадінен, фарнезен, спантуленол) [3]; монотерпени (лімонен (0,1 %), (Z) - β -оцимен (0,69 %), γ -терпінен (0,17 %) тощо) [1]. За даними науковців [5], ефірна олія *M. rescutita* містить понад 70 хімічних сполук.

Також суцвіття містять значну кількість флавоноїдів (до 8 %) [10], зокрема, флавони: апігенін, апігенін-7-глюкозид, апігенін-7-глюкозид-6"-

ацетат, апігенін-7-глюкозид-2"-ацетат, апігенін-7-глюкозид-2",3"-діацетат, апігенін-7-глюкозид-3",4"-діацетат, лютеолін, лютеолін-7-глюкозид, лютеолін-4'-глюкозид, лютеолін-7-рутинозид, 6-гідрокси-лютеолін-7-глюкозид, хризеріол-7-О-глюкозид, апіїн [3; 4; 10]. Серед флавонолів виявлено кверцетин, кверцетин-7-глюкозид, кверцетин-3-рутинозид, кверцетин-3-галактозид, патулентин, патулети 7-глюкозид, ізорамнетин-7-глюкозид, хризопленол, яцеїдин, еупатолетин, спінацетин, аксилларин, еупалитин, хризоспленетин, астрагалін, 6-метиловий ефір 6-гідроксикемпферолу, 6,8-диметиловий ефір 6,8-дигідроксикверцетину; 0,1 % кумаринів (умбеліферон, а також його метиловий ефір герніарин) [3; 9]. Вуглеводи, у тому числі поліцукри (слизи – приблизно 10 %), представлені глюкуроною кислотою, ксилозою, арабінозою, галактозою, глюкозою, рамнозою. Також є фенолкарбонові кислоти та їх похідні – хлорогенова, анісова, ванілінова, саліцилова, кофейна, амінокислоти, жирні кислоти та холін [3]; АК та β каротин [9]. Суцвіття *M. recutita* характеризуються вмістом макро- і мікроелементів, зокрема, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al, Ba, J, Se [7].

Сировина рослини *M. recutita*, – висушені цілі кошики або суцвіття, квітки яких частково обсіпались, без квітконосів, проте допускається і з квітконосами, завдовжки до 3 см, дикорослого або культивованого виду *Matricaria recutita* L., зібрані на початку цвітіння, – повинна відповідати вимогам ДФУ [7]. Відповідно до фармакопейної статті (за національними вимогами), у ЛРС, у перерахунку на суху біомасу, має бути не менше 3 мл/кг ефірної олії, а сума флавоноїдів, у перерахунку на лютеолін 7-глюкозид, – не менше 1,0 %. Якість сировини залежить від генетичних особливостей та екологічних факторів [8].

На фоні високої й різнопланової фармакологічної активності в *M. recutita* мало побічних ефектів. Відносно низький відсоток людей, чутливих до компонентів ромашки, мають розвиток алергічних реакцій [7]

1.2 Фізіолого-біохімічні та екобіологічні чинники формування високого вмісту біологічно активних речовин у лікарських рослинах

У відповідь на різку зміну екологічних, зокрема, абіотичних факторів, у рослинних організмах виникають компенсаторні й адаптивні реакції, у результаті яких фізіологічні, генетичні та біохімічні процеси проходять з певними змінами, що сприяють загартуванню до дії стресового чинника [15]. Відомо, що на клітинному рівні адаптивні реакції спершу виникають на цитоплазматичній мембрані [16]. Пошкодження на клітинній мембрані є результатом зростання вмісту АФК, зокрема, супероксидного аніон-радикалу, гідроксильного радикалу, синглетного кисню та пероксид водню, відбувається перебудова внутрішнього середовища клітини у результаті зміни рівня пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) у стані прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в біологічних мембранах [17]. Рослинним організмам у стані стресу властиві зміна експресії геному, підвищення активності антиоксидантних ензимів, накопичення низькомолекулярних органічних осматично активних речовин, синтез і виділення етилену [18, 19].

АФК функціонують як своєрідні сигнальні молекули у запуску каскаду захисних реакцій [19]. Стимуляція біосинтезу етилену за дії екологічних стресчинників вмикається генеруванням АФК та ініціює формування загальних і спеціалізованих механізмів адаптації [20]. Підвищення інтенсивності процесів ліпопероксидації індукує перебудови у захисній антиоксидантній системі, що приводить до зміни активності антиоксидантних ензимів та пул низькомолекулярних антиоксидантів [18].

Основним процесом, що здійснює вплив на продуктивність рослин, є фотосинтез. Відомо, що до фотосинтетичного апарату вищих рослин входять два типи пігментів – хлорофіли та каротиноїди.

Пігменти належать до металопорфіринів, оскільки в основі їх структури лежить Mg-вмісне тетрапірольне ядро. Ці органічні сполуки локалізуються у

хлоропластах вищих, або ж в хроматофорах нижчих рослин у вигляді пептидних комплексів, зумовлюючи їх зелене забарвлення.

Група хлорофілів включає такі сполуки: синьо-зелений хлорофіл а є складовою всіх фотосинтезних організмів, зокрема, вищих рослин, за винятком бактерій; зелено-жовтий хлорофіл b – складова вищих рослин і зелених водоростей, однак відсутній у бактерій і всіх інших водоростей; хлорофіл c – складова бурих і зелених водоростей; хлорофіл d – складова червоних водоростей; бактеріохлорофіл – складова фотосинтезних бактерій. Сьогодні відомі й охарактеризовані понад 50 хлорофілів. Найбільш відомі пігменти хлоропластів вищих рослин – хлорофіл а і хлорофіл b, а основною їх функцією є фотосинтез. У вищих рослин, в основному, співвідношення між хлорофілом a/b становить здебільшого 3:1, проте може перебувати у межах від 2:1 до 5:1 [20]. Загальний вміст хлорофілів у рослинах може становити від 0,6–1,2 % сухої маси. Проте за умов недостатнього зволоження їх вміст зменшується [21].

Для молодих листків характерна переважальна інтенсивність синтезу хлорофілу, що майже у 13 разів вища порівняно зі старими [22].

У рослин виділяють два великі класи каротиноїдів – каротини та ксантофіли. До складу каротинів входять молекули тетратерпенів, побудовані із карбонового скелету і атомів Гідрогену. Натомість молекули ксантофілів містять атоми Оксигену [23]. Каротиноїди забезпечують передачу поглиненої ними енергії на хлорофіл реакційного центру; виконують захисну роль, яка полягає у деактивації триплетного стану хлорофілу, ліквідації АФК та ПОЛ тощо; беруть участь у регулюванні мікров'язкості мембрани завдяки епоксидзації і депоксидзації ксантофілів у мембрані тилакоїдів [19, 24]. Вони залучені до фотосинтезу, дихання та процесів росту рослин. Також каротиноїди сприяють заплідненню, прискорюють процеси проростання пилку й росту пилкових трубок [25,26].

Вміст фотосинтетичних пігментів впливає на інтенсивність фотосинтезу [27, 28]. Більшість однорічних рослин характеризується значною зміною

інтенсивності фотосинтезу під час вегетації, зокрема, до фази бутонізації та цвітіння вона зростає, а після закінчення цвітіння – різко знижується [29, 30].

Оскільки енергетична основа фотосинтезу полягає у поглинанні фотосинтетичними пігментами сонячної енергії, що надалі використовується для синтезу органічних речовин, існує певний зв'язок між вмістом хлорофілу і продуктивністю рослин. Основна роль при цьому належить хлорофілу а. Існує зв'язок вмісту хлорофілу в листках і хлорофільного індексу посівів озимої пшениці в період наливання зерна з урожайністю [31, 32]. Тісну кореляцію між сумою фракцій хлорофілу а і b та продуктивністю рослин виявлено під час досліджень, проведених на рослинах пшениці твердої ярої [33].

Хлорофіл виконує роль природного датчика стану клітин рослинних організмів, оскільки його концентрація та оптичні властивості зазнають змін ще на початкових етапах порушення фізіологічного стану рослин. Тому дослідження вмісту пігментів фотосинтезу можна використовувати з метою експресдіагностики стану організму рослин у сільському господарстві, а також під час екологічного моніторингу [25].

Особливістю підвищення продуктивності лікарських рослин під час їх культивування є застосування біологічно активних, екологічно безпечних препаратів із мінімальним внесенням хімічних засобів [35]. Останнім часом 54 пріоритетними є препарати та речовини, які можна застосовувати у малій кількості: вони ефективні, задовольняють екологічні та економічні потреби [19].

Регулятори росту рослин – це природні або синтетичні сполуки, які мають широкий спектр дії, характеризуються здатністю до спрямованого регулювання окремих фаз вегетації, мобілізуючи потенційні можливості рослини, та зумовлюють більш повну реалізацію генетичних особливостей сорту. У результаті дії регуляторів росту відбуваються зміни спрямованості фізіолого-біохімічних процесів, що сприяють підвищенню рівня життєдіяльності рослин, зокрема формуванню більш потужного фотосинтетичного апарату, активації процесів синтезу, накопиченню і

перерозподілу асимілятів, азотовмісних сполук у різних органах рослин залежно від періоду онтогенезу, а також із вегетативних органів до плодів [23]. Розрізняють стимулятори росту та ретарданти, які вибірково пригнічують певні процеси з метою підвищення продуктивності рослин та якості їх продукції [33].

Індивідуальна продуктивність рослин значно залежить від особливостей перерозподілу метаболітів, співвідношення процесів росту та фотосинтезу. Особливе значення відіграють біостимулятори росту, які містять збалансований комплекс БАР, головними з яких є природні фітогормони. Вони впливають на систему гормональної регуляції, яка визначає характер таких найважливіших фізіологічних процесів, як ріст, утворення нових органів, перехід рослини до фази цвітіння, початок старіння, стану спокою чи вихід з нього [34].

Біостимулятори росту сприяють інтенсивнішому використанню поживних речовин ґрунту і мінеральних добрив, посилюють захисні властивості рослин щодо збудників різних захворювань, вилягання, підвищують посухо- та морозостійкість [35]. Завдяки дослідженням науковців С. Пономаренка та співроб. з'ясовані молекулярно-генетичні механізми імунно-опосередкованої дії регуляторів росту, які проявляються завдяки ендогенному пулу фітогормонів [31].

Лікарські рослини родини Asteraceae *Calendula officinalis* L. та *Matricaria recutita* L. здавна використовуються у лікувальній практиці багатьох країн на різних континентах, у тому числі й Україні. Завдяки широкому спектру БАР, що синтезуються у суцвіттях рослин, препарати, до складу яких входить їх ЛРС характеризуються протизапальними, бактерицидними, антиоксидантними, седативними властивостями, ефективні при захворюваннях шлунково-кишкового тракту, гепатобіліарної системи тощо.

Лікарські рослини родини Asteraceae *Calendula officinalis* L. та *Matricaria recutita* L. здавна використовуються у лікувальній практиці багатьох країн на різних континентах, у тому числі й Україні. Завдяки широкому спектру БАР, що синтезуються у суцвіттях рослин, препарати, до складу яких входить їх ЛРС характеризуються протизапальними, бактерицидними, антиоксидантними,

седативними властивостями, ефективні при захворюваннях шлунково-кишкового тракту, гепатобіліарної системи тощо

Однак існує значна необхідність у доброякісній сировині цих рослин, оскільки для забезпечення потреб фармацевтичної галузі її недостатньо

РОЗДІЛ 2.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика рослин нагідки лікарської (*C. Officinalis*) сорту Польова красуня та ромашка лікарська (*M. Recutita*) сорту Перлина Лісостепу

Рослини *C. officinalis* сорту Польова красуня, який був виведений для вирощування в умовах Степової зони України у 2003 р. (автори: Н. В. Горбань, А. Т. Горбань) та за результатами Державного сортовипробування включений до «Переліку перспективних щодо поширення в Україні» [4].

Рослини *C. officinalis* сорту Польова красуня заввишки до 60 см, корінь у них стрижневий, розгалужений, стебла ребристі із короткими жорсткими волосками. Листки – чергові, завдовжки 3–14 см, мають малопомітні зубчики, нижні – черешкові обернено яйцевидні, верхні – сидячі, продовгуватої форми.

Квітки зібрані в поодинокі кошики, діаметром 3,5–5 см, що розміщені на кінцях стебла та пагонів, характерна однорядна коротко опушена обгортка. Квітколоже – голе та плоске. Крайові квітки рожевого забарвлення, язичкові, що розташовані у 3–4 ряди, – маточкові, плодоносять, а серединні – трубчасті й безплідні.

Плоди – жовтуватобурого забарвлення зігнуті сім'янки, які відрізняються за формою і величиною: серповидно вигнуті, дугоподібно зігнуті, гачкоподібні. Вага 1000 сім'янок у середньому становить 10 г. До основних параметрів сорту належать: урожайність сировини – 12,6 ц/га, вміст екстрактивних речовин – 38 %, вміст флавоноїдів – 0,53 % (у перерахунку на гіперозид) [4].

Рослини . Цей сорт *M. recutita* районований у 1999 р., занесений до реєстру сортів рослин України . Рослини сорту Перлина Лісостепу прямостоячі, заввишки до 60 см. Квітки – дрібні.

Ярус розміщення основної маси кошиків становить 10–12 см. Вага 86 суцвіття – 3,5–4,1 г. Вага 1000 насінин – 0,058 г. Сорт придатний для механізованого збирання. Рослини не вилягають, хворобами та шкідниками

уражаються слабо, залежно від погодних умов. Вегетаційний період триває 90–93 доби. Урожайність суцвіть – 7,0 ц/га за один збір, насіння – 130 кг/га, вміст ефірної олії 0,70 %, хамазуленів в олії – 12,36 %.

1.2 Характеристика препаратів

«Вермистим», «Вермимаг» і «Вермийодіс» – це комплексні гумінові біопрепарати виробництва ПП «Біоконверсія».

«Вермистим» – це комплекс біологічних речовин, який має цілу низку переваг, що сприяє більш ефективному використанню корисних речовин рослинами і захищає їх від хвороб. До складу «Вермистиму» входять всі компоненти вермикомпосту в розчиненому й активному стані, зокрема, гумати, фульво- та амінокислоти, вітаміни, нативні фітогормони, мікро-, макро- і мезоеlementи, зосібна нітроген, калій, фосфор, кальцій, бор, цинк, молібден, купрум, ферум, селен, літій, бром та спори ґрунтових організмів.

«Вермимаг» – рідке органічне добриво-біостимулятор, виготовлене на основі «Вермистиму» з додаванням мезоеlementів магнію (до 4 %) та сульфур природного походження.

«Вермийодіс» – біостимулятор, виготовлений на основі «Вермистиму» з додаванням водного розчину біологічно активного йоду, який створює оптимальні умови для росту і розвитку рослин [36]. Відомо, що ці препарати зумовлюють зростання енергії клітини рослин, активізують фізіолого-біохімічні процеси, сприяють більш ефективному засвоєнню поживних речовин. Є високоефективними за умов передпосівної обробки насіння та обприскування рослин під час вегетації. Внесення біостимуляторів «Вермимаг» та «Вермийодіс» під час культивування рослин соняшника гібриду НР Бріо у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу сприяло поліпшенню воднофізичних властивостей ґрунту під час посухи, активізації діяльності мікрофлори, покращувало живлення рослин, підвищувало стресостійкість внаслідок гіпертермії та дії пестицидів [37]. Під час проведення досліджень

біостимулятори вносили двічі – у фенологічних фазах сходів та бутонізації у розрахунку по 5 л/га.

РОЗДІЛ 3.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Характеристика ґрунту

Полеві експерименти з вирощування лікарської сировини проводилися у природних умовах широколистяних лісів на дослідній ділянці, розташованій у м. Дубляни. Ця територія належить до Лісостепової зони Західної провінції, яка характеризується підвищеною вологістю, піднесеним рельєфом та поширенням світло- і темно-сірих опідзолених ґрунтів, сформованих переважно на лесових породах.

Ґрунти, де проводилися дослідження, відносяться до темно-сірих опідзолених і мають наступні властивості:

- Потужність гумусного горизонту становить 37 см.
- Гранулометричний склад — середньосуглинковий.
- Щільність у природному стані — 1,20–1,42 г/см³.
- Загальна шпаруватість — 51–59 %.

Ці характеристики наближають ґрунт до чорноземів опідзолених. Темно-сірий опідзолений ґрунт відзначається специфічними фізико-хімічними властивостями, зокрема груповим і фракційним складом гумусу. У ньому при вмісті гумінових кислот (ГК) у межах 26,3–43,3 % і фульвокислот (ФК) — 30,8–60,4 % від суми органічного вуглецю (С), співвідношення С_{гк} : С_{фк} варіюється від 0,4 до 1,2.[245].

3.2. Погодні умови

Клімат помірно континентальний, з теплим літом і не холодною зимою. За багаторічними даними, річна температура повітря складає 7,0 °С. Середня багаторічна температура найбільш холодного місяця січня мінус 6,5 °С, а

найбільш теплого – липня + 19,8 °С. Мінімальна температура, згідно з даними багаторічних спостережень, становить мінус 36 °С, а максимальна + 39 °С.

Сума активних температур вище 10 °С в межах 2440–2700 °С.

Кількість днів з середньодобовою температурою вище 10 °С складає 155–160.

Дана зона забезпечена опадами, річна норма, за багаторічними даними, складає 636 мм. Основна кількість їх випадає протягом вегетаційного періоду.

Кліматичні умови в роки досліджень характеризувалися такими особливостями. 2023 рік за погодними умовами був відносно теплим у зимовий період та посушливим на початку вегетації рослин. Середня температура повітря у зимові місяці була вищою порівняно з багаторічною середньомісячною на 3–4 °С. У першій та другій декадах травня спостерігалися заморозки відповідно мінус 1,6 і мінус 0,6 °С, проте це не призвело до підмерзання квіток малини через пізніше їх розпускання. Кількість опадів у цьому році становила 592 мм, що дещо нижче від середньобагаторічної. Необхідно відмітити, що в період цвітіння та формування ягід випала мала кількість опадів. В другій половині вегетації погодні умови були сприятливі для росту й розвитку рослин малини.

2024 рік, порівняно з 2023, характеризувався більшою кількістю опадів. Незначне зниження температури у першій декаді травня (до мінус 1,1 °С) не викликало пошкодження квіток. Опадів протягом вегетаційного періоду випадало достатньо, особливо в травні-липні.

Осінні приморозки в зоні проведення дослідження починаються у першій декаді жовтня, інколи в другій половині вересня, а останні весняні заморозки спостерігаються в першій декаді травня.

За період досліджень спостерігались типовими для регіону погодні фактори, хоча деякі періоди за температурою, кількістю опадів і відносною вологістю повітря були достатньо контрастними (табл. 3.1, 3.2).

Таблиця 3. 1.

Температурні дані

Місяць	2023 рік	2024 рік	Багаторічна середньомісячна t °C повітря
Січень	– 4,5	– 1,1	– 6,5
Лютий	– 0,9	– 3,4	– 5,4
Березень	1,2	2,3	– 0,7
Квітень	12,2	10,5	7,5
Травень	14,9	13,8	14,6
Червень	17,7	16,4	18,2
Липень	18,8	24,4	19,6
Серпень	19,8	20,3	18,5
Вересень	11,8	13,1	13,8
Жовтень	8,6	8,8	7,0
Листопад	4,3		0,9
Грудень	1,1		– 3,6

Таблиця 3.2

Кількість опадів за роки досліджень, мм

Місяць	2023 р. (мм)	2024 р. (мм)	Середня багаторічна (мм)
Січень	40,2	37,4	32
Лютий	52,1	39,0	30
Березень	45,9	30,4	38
Квітень	19,5	32,8	55
Травень	43,7	72,8	76
Червень	37,9	73,7	97
Липень	70,4	95,8	81
Серпень	119,0	18,8	58
Вересень	7,7	152,8	39
Жовтень	44,4	—	47

Отже, в цілому метеорологічні умови в роки досліджень були типовими, за виключенням декількох місяців.

3.3. Схема досліду

Схема досліду включала у себе три варіанти у трьох повторностях із застосуванням біостимуляторів росту та контрольний варіанту (без обробки біостимулятором).

Для дослідження обрали такі біостимулятори: «Вермистим», «Вермимаг» і «Вермийодіс» – це комплексні гумінові біопрепарати виробництва ПП «Біоконверсія» (табл.3.3). Застосовувати біостимулятори росту під час вегетації рослин у нормі по 5 л/га у два прийоми: перше внесення – у фазі сходів, друге – у фазі бутонізації.

Таблиця 3.3

Схема досліду

Варіант доліду	Норма біостимулятора, л/га
Контроль	—
«Вермимаг»	5
«Вермийодіс»	5
«Вермистим»	5

3.4. Агротехніка в досліді

C. officinalis розміщували після зернових культур. Після збору попередника і зачистки площ від пожнивних решток проводили лушення стерні на глибину 8–12 см дисковими боролами БДТ–3,0. За три тижні до оранки вносили гербіцид раундап у нормі 3–4 л/га з метою знищення багаторічних бур'янів.

Оранку проводили в першій декаді жовтня на глибину 20–22 см. Навесні проводили вирівнювання ґрунту, передпосівну культивуацію (на

глибину 6–8 см) і передпосівне коткування ґрунту перед посівом лікарських рослин.

Сівбу проводили відповідно до схеми досліду. Насіння висівали ручною сівалкою з дисковим сошником овочевої сівалки типу СО–4,2. Сіяли рослини рядковим способом з міжряддям 60 см, глибина загортання насіння *S. officinalis* – 1,5–2 см, норма висіву – 10 кг/га, що становила приблизно 12–15 рослин на погонний метр.

Догляд за посівами рослин полягав у розпушенні міжрядь і знищенні бур'янів. За період вегетації проведено три міжрядні обробітки і прополювання рослин.

Науковцями встановлено, що одним із кращих попередників для рослин *M. recutita* є зернові культури, тому їх розміщували після ярих зернових культур. Після збирання попередника проводили лушення стерні дисковими знаряддями на глибину 8–12 см. За три тижні до оранки вносили гербіцид раундап у нормі 3 л/га для знищення багаторічних бур'янів.

У першій декаді жовтня проводили неглибоку оранку (20–22 см). Навесні ґрунт під *M. recutita* обробляли так само, як і під рослини *S. officinalis*: на початку проводили вирівнювання ґрунту, тоді передпосівну культивуацію (на глибину 6 – 8 см) і передпосівне коткування. Мінеральні добрива (N₄₅ P₄₅ K₄₅) вносили під передпосівну культивуацію.

У наших дослідженнях лікарські рослини *M. recutita* сіяли широкорядним способом з відстанню між рядками 45 см. Глибина загортання насіння – 0,5 см, норма висіву насіння – 3 кг/га.

Насіння висівали ручною сівалкою з дисковим сошником овочевої сівалки типу СО–4,2.

Догляд за посівами рослин полягав у розпушуванні міжрядь і знищенні бур'янів. За період вегетації, до змикання рядків, проведено щорічно по три міжрядні обробітки посівів.

3.5. Методика проведення досліджень

Збирання суцвіть *C. officinalis* проводили, коли на рослині фіксували розкриття не менше половини язичкових (крайових) квіток. Збір проводили періодично, у міру розпускання нових суцвіть – через 5–7 днів. За сезон збір проводили 10–12 разів.

До першого збирання суцвіть *M. recutita* приступали на початку цвітіння, коли у 70 % з них білі крайові язичкові квітки були у горизонтальному положенні. Збір проводили періодично, у міру розпускання нових суцвіть. За сезон збір проводили 5–8 разів.

Суцвіття рослин висушували у затінених, добре провітрюваних приміщеннях.

Вміст АК визначали за методикою Муррі, яка ґрунтується на використанні реактиву Тільманса (2,6-дихлорфеноліндофенол), водний розчин якого під впливом АК знебарвлювався [38].

Наважку 5 г рослинного матеріалу гомогенізували шляхом розтирання у фарфоровій чашці за присутності 2 % метафосфорної кислоти та доводили об'єм до 100 мл цією ж кислотою. Гомогенат центрифугували при 700 g.

У дослідні проби вносили 3 мл екстракту та 0,3 мл 0,025% розчину 2,6- дихлорфеноліндофенолу. Одразу включали секундомір і через 35 секунд фотометрували при 530 нм у кюветі з робочою довжиною 1 см проти 2 % кислоти. Контролем була проба, що містила 3 мл 2 % кислоти та 0,3 мл барвника.

Зміна інтенсивності забарвлення дослідного розчину пропорційна кількості АК.

Для обчислення кількості АК будували калібрувальний графік. Вміст АК розраховували за формулою:

$$X = A \cdot V / m, \quad (3.1)$$

де X – кількість АК, мкг/г сирової маси;

A – вміст АК, мкг/мл екстракту, знайденої за калібрувальним графіком;

V – об'єм екстракту, мл; m – маса наважки, г.

Визначення вмісту суми флавоноїдів проводили спектрофотометрично, у перерахунку на рутин [39].

Наважку $1 \pm 0,01$ г подрібненого рослинного матеріалу переносили у круглодонну колбу на 200 мл, додавали 100 мл 70 % етанолу та кип'ятили на водяній бані зі зворотним холодильником протягом двох годин.

Отриманий екстракт охолоджували до кімнатної температури, доводили розчинником вагу до початкової і фільтрували.

5 мл фільтрату переносили у мірну колбу на 25 мл, додавали 5 мл 2 % розчину алюмінію хлориду, 0,1 мл льодяної оцтової кислоти та доводили до мітки 96 % етанолом (дослідна проба).

Контролем була проба, що містила 5 мл фільтрату, 0,1 мл льодяної оцтової кислоти, доведена 96 % етанолом до мітки в мірній колбі на 25 мл.

Через 30 хв вимірювали оптичну густину при $\lambda=405$ нм.

Паралельно вимірювали оптичну густину розчину, який містив 1 мл розчину стандартного зразка рутину, 5 мл 2 % розчину алюмінію хлориду, 0,1 мл льодяної оцтової кислоти, доведеного до мітки в мірній колбі на 25 мл 96 % етанолом. Контроль містив 1 мл розчину стандартного зразка рутину, 0,1 мл льодяної оцтової кислоти, доведених до мітки 96 % етанолом у мірній колбі на 25 мл.

Розраховували вміст суми флавоноїдів (X , %), у перерахунку на рутин за формулою:

$$X = \frac{D_1 \cdot 0,5 \cdot 100}{D_0 \cdot m \cdot (100 - W)} \quad (3.2),$$

де D_1 – значення оптичної густини досліджуваного розчину при 405 нм;

D_0 – значення оптичної густини стандартного розчину рутину при 405 нм;

m – маса наважки, г;

W – втрата у масі при висушуванні, %.

Досліди проводили у трьох біологічних та п'яти аналітичних повтореннях. У кожному повторі було 20 рослин. Для кожної вибірки

показників визначали середнє арифметичне та квадратичне значення (M), стандартну похибку середнього (m), коефіцієнт Стюдента та достовірність. Статистичну обробку даних проведено за допомогою програми Microsoft Statistica 6.0, розбіжності між вибірками вважали значущими при $p < 0,05$.

РОЗДІЛ 4

ЗАЛЕЖНІСТЬ ВРОЖАЙНОСТІ ФІТОМАСИ ТА ВМІСТУ БІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН У ЛІКАРСЬКІЙ РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ

4.1. Вплив біостимуляторі росту на культивування нагідок лікарських

Особливе значення для підвищення врожайності та одержання якісної сировини сільськогосподарських культур, у тому числі і лікарських рослин до різних стресових чинників має застосування регуляторів росту, які в малих концентраціях істотно впливають на ріст і розвиток рослин [1; 40].

Дослідниками [41–43] встановлено, що культурні рослини піддаються численним стресам, які суттєво впливають на їх продуктивність. До найбільш поширених стресогенних факторів належать: екстремальні температури (як низькі, так і високі), нестача вологи (посуха), надлишок води в ґрунті, надмірне засолення ґрунтів, вплив фітопатогенів (бактерій та грибів), вплив іонів важких металів тощо [44–46].

Здебільшого реакцією рослин на стресові чинники є пригнічення росту і розвитку, зміна кольору листя, опадання квіток. Внаслідок стресу рослини недоотримують необхідне живлення, а тому не формують той урожай, на який здатні.

Одним зі шляхів подолання впливу стресових чинників та посилення адаптивної здатності рослин до їх тимчасової дії є застосування біостимуляторів росту рослин. До їх складу входить комплекс біологічно поживних речовин в розчиненому і активному стані: гумати, фульвокислоти, амінокислоти, вітаміни, природні фітогормони, рістрегулювальні речовини, мікро- і макроелементи тощо.

Механізм дії біостимуляторів полягає у розблокуванні ензиматичних процесів, які були зупинені стресовим чинником, та за рахунок вмісту

амінокислот і фітогормонів, що стимулюють ріст рослин, активують живлення рослин, ініціюють біохімічні процеси у них.

Результати досліджень, проведених протягом 2023–2024 рр., засвідчили, що біостимулятори росту рослин «Вермимаг», «Вермийодіс» і «Вермистим», які вносили по 5 л/га в два етапи: перший – у фазі сходів, другий – у фазі бутонізації, сприяють зростанню морфометричних показників рослин нагідок лікарських.

Під дією біостимуляторів «Вермимаг», «Вермийодіс» і «Вермистим», висота рослин *C. officinalis* у середньому за 2023–2024 рр. підвищується в умовах Західного Лісостепу від 71,9 до 75,6 см або на 8,3–12,8 % порівняно з контролем (65,9 см). Найбільша висота пагона рослин порівняно з контролем відзначена за дії «Вермимагу».

При дослідженні впливу біостимуляторів росту на формування кількості квіток на рослині та діаметра квіткових кошиків встановлено, що всі біостимулятори сприятливо впливають на цей процес. Найвищими ці показники виявлені при застосуванні біостимуляторів «Вермимаг» і «Вермийодіс».

У середньому за три роки досліджень в умовах Західного Лісостепу кількість квіток на одній рослині становить 13,5–17,0 од., що на 20,8–25,6 % більше порівняно з контролем. Діаметр квіткових кошиків при застосуванні біостимуляторів «Вермимаг» і «Вермийодіс» також збільшується на 17,0–23,4 % порівняно з контролем.

Найбільша кількість квіткових кошиків на одній рослині – 17,0 од. із середнім діаметром 5,7 см встановлена при внесенні біостимулятора «Вермимаг», що відповідно на 20,6% і 14 % більше, ніж у контролі. У контрольному варіанті кількість квіток на рослині найменша – 13,5 од. із середнім діаметром квіткового кошика 5,0 см (табл. 4.1).

Під дією біостимуляторів росту рослин продовжується період фази цвітіння, а відповідно на пагонах утворюється більше квіток.

Результати наших досліджень також показали, що врожайність лікарської сировини *C. officinalis* сорту Польова красуня залежить від впливу біостимуляторів росту рослин (табл.4.2). Найвища врожайність встановлена у варіанті за внесення біостимулятора росту «Вермимаг», що в середньому за три роки досліджень становить 11,5 ц/га, тобто на 21 % вища порівняно з контролем (9,5 ц/га). Рослини, вирощені за внесення «Вермийодісу» і «Вермистиму», також характеризуються вищою врожайністю порівняно з контролем.

Таблиця 4.1

**Вплив біостимуляторів на морфометричні показники нагідок
лікарських протягом 2023–2024 рр.**

Назва варіанта	Морфометричні показники								
	висота рослини, см			кількість кошиків на одній рослині, од.			діаметр кошика, см		
	роки		середнє	роки		середнє	роки		середнє
	2023	2024		2023	2024		2023	2024	
Контроль	63,5	68,3	65,9	12	15	13,5	4,4	5,6	5,0
«Вермимаг»	75,4	75,9	75,6	16	18	17,0	5,1	6,3	5,7
«Вермийодіс»	71,4	72,3	72,2	15	18	16,5	5,0	6,1	5,5
«Вермистим»	68,1	75,8	71,9	14	17	15,0	4,9	6,0	5,5
НІР ₀₅	1,01	0,74		0,91	0,68		0,35	0,30	

Нижча врожайність рослин, отримана у контролі, зумовлюється нижчими морфометричними показниками рослин (кількістю кошиків на одній рослині, їх діаметром), зрідженим стеблостоем на ділянках перед збиранням та ураженістю хворобами.

Вплив біостимуляторів на врожайність сировини нагідок лікарських

Варіанти дослідів	Врожайність, ц/га		
	роки		середнє за 2023–2024 рр.
	2023	2024	
Контроль	8,6	10,3	9,5
«Вермимаг»	11,3	11,7	11,5
«Вермийодіс»	10,5	11,3	10,9
«Вермистим»	9,9	11,1	10,5
НІР ₀₅	0,31	0,36	

4.2 Вплив біостимуляторів росту на культивування ромашки лікарської

Застосування біостимуляторів росту «Вермимаг», «Вермийодіс» і «Вермистим» під час вирощування ромашки лікарської (*M. Recutita*) сорту Перлина Лісостепу активізує процеси росту, що виявляються зростанням морфометричних показників (табл. 4.3).

Найбільш вираженою є дія біостимуляторів росту рослин «Вермимаг» і «Вермийодіс». Залежно від застосування біостимуляторів росту в умовах Західного Лісостепу висота рослин становить від 58,8 см до 61,2 см, що на 11,3–15,9 % вище порівняно з контролем. Найменша висота пагона рослин фіксується у контролі, що становить 52,8 см.

Аналіз середньої кількості квіток на рослинах та діаметра квіткових кошиків засвідчив, що ці показники також найвищі за внесення біостимуляторів «Вермимаг» і «Вермийодіс». Найбільша кількість квіток на одній рослині – 29,0 од. із середнім діаметром 2,3 см – встановлена за внесення «Вермимагу». Застосування «Вермистиму» також сприяє підвищенню цих показників.

У контролі кількість квіток на рослині найменша, що становить 23,5 од. із середнім діаметром квіткового кошика 1,9 см.

Таблиця 4.3

Вплив біостимуляторів на морфометричні показники ромашки лікарської протягом 2023–2024 рр

Назва варіанта	Морфометричні показники								
	Висота рослини, см			Кількість кошиків на одній рослині, од.			Діаметр кошика, см		
	роки		середнє	роки		середнє	роки		середнє
	2023	2024		2023	2024		2023	2024	
Контроль	56,2	49,4	52,8	28	19	23,5	2,1	1,7	1,9
«Вермимаг»	65,1	57,3	61,2	33	25	29,0	2,3	2,2	2,3
«Вермийодіс»	63,2	56,5	59,8	32	23	27,5	2,3	2,0	2,2
«Вермистим»	62,7	54,9	58,8	31	21	26,0	2,2	1,9	2,1
НІР ₀₅	0,35	0,34		0,57	0,41		0,06	0,07	

Отже, біостимулятори росту рослин впливають на морфометричні показники рослин *C. officinalis* і *M. recutita*. Цей процес впливу можна пояснити тим, що поживні речовини, які входять до складу біостимуляторів, нанесені на поверхню надземної маси, зокрема листя, швидко поглинаються молодими рослинами, проходячи той самий шлях синтезу, що й елементи, які надходять в рослину через кореневу систему, проте це відбувається у 5–8 разів швидше. У зоні кореневої системи поліпшується розвиток необхідних рослинам еколого-трофічних груп ґрунтових мікроорганізмів, зменшується ураженість рослин хворобами, на 20–25 % підвищується накопичення у рослинах цукрів, збільшуються показники фотосинтетичної діяльності рослин на 12–30 %. А також у рослинах активізуються процеси синтезу специфічних функціональних протеїнів, які значно посилюють їх опірність до стресових умов вирощування, таких як посуха, висока температура тощо.

Урожайність лікарської сировини *M. recutita* сорту Перлина Лісостепу також залежить від впливу як біостимуляторів росту рослин, (табл.4.4).

Найвища врожайність встановлена у варіанті із внесенням біостимулятора «Вермимаг», що в середньому за роки досліджень становить 8,3 ц/га (на 18,5 % вище порівняно з контролем).

Таблиця 4.4

**Вплив біостимуляторів на врожайність сировини ромашки
лікарської за різних агроекологічних умов культивування**

Варіанти дослідів	Врожайність, ц/га		
	роки		середнє (за 2023–2024 рр.)
	2023	2024	
Контроль	7,7	6,3	7,0
«Вермимаг»	8,9	7,8	8,3
«Вермийодіс»	8,7	7,6	8,2
«Вермистим»	8,3	7,2	7,7
НІР ₀₅	0,23	0,21	

Отже, аналізуючи вплив біостимуляторів росту на культивування рослин *M. recutita*, встановлено, що застосування біостимуляторів росту «Вермимаг», «Вермийодіс» і «Вермистим», які вносили по 5 л/га в два етапи: перший – у фазі сходів, другий – у фазі бутонізації – сприяє зростанню морфометричних показників (висоти, кількості кошиків на одній рослині, діаметра кошика), а також врожайності лікарської сировини порівняно з контролем. Найвищі показники виявлено у рослинах, культивованих за внесення біостимуляторів росту «Вермимаг» і «Вермийодіс».

4.3 Вміст біологічно активних речовин у суцвіттях рослин нагідок лікарських та ромашки лікарської за різних умов культивування

Одним із показників стану прооксидантно-антиоксидантних процесів є утворення аскорбінової кислоти (АК), синтез якої важливий для рослин в умовах окисного стресу. А також АК – це БАР (вітамін С), джерелом якої виступають лікарські рослини. У суцвіттях рослин *C. officinalis* та *M. recutita* АК не є фармакологічно активною (діючою) речовиною, однак вступає у синергізм із флавоноїдами, доповнюючи дію один одного.

З'ясовано, що суцвіття рослин *C. officinalis*, вирощених за дії біостимуляторів росту, характеризуються вищим вмістом АК порівняно із контролем на 16–25 % (табл. 4.5).

До низькомолекулярних метаболітів прооксидантно-антиоксидантної системи рослин належать флавоноїди. Водночас ці речовини є БАР суцвіть *C. officinalis*, тому доцільно визначити їх вміст за досліджуваних умов.

З'ясовано, що внесення біостимуляторів росту «Вермимаг» та «Вермийодіс» під час культивування рослин сприяє збільшенню вмісту флавоноїдів у суцвіттях *C. officinalis* відповідно на 11,2–14 % і 9,3–13 % порівняно з контролем (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Вміст біологічно активних речовин у суцвіттях рослин *Calendula officinalis* (середнє значення за 2023–2024 рр.) (M±m)

Варіанти досліджу	Вміст АК, мкг/г абс. сухої маси суцвіть	Вміст флавоноїдів у перерахунку на рутин та на суху масу, %
Контроль	1,298±0,07	1,00±0,02
«Вермимаг»	1,619±0,10 *	1,14±0,06*
«Вермийодіс»	1,623±0,11*	1,13±0,07*
«Вермистим»	1,506±0,09*	1,08±0,03

Примітка: * - вірогідність різниці між контролем та дослідним варіантом $p < 0,05-0,01$

З'ясовано, що суцвіття рослин *M. recutita*, вирощених за дії біостимуляторів росту мають більший вміст АК порівняно із контролем (табл. 4.6). Дещо вищими показниками характеризуються рослини *M. recutita*, культивовані за внесення біостимуляторів «Вермимаг» – на 21,9 % та «Вермийодіс» – на 19,1 %, порівняно з контролем.

Таблиця 4.6

Вміст біологічно активних речовин у суцвіттях рослин *Matricaria recutita* (середнє за 2023–2024 рр.) ($M \pm m$)

Варіанти дослідів	Вміст АК, мкг/г абс. сухої маси суцвітть	Вміст флавоноїдів у перерахунку на рутин та на суху вагу, %
Контроль	1,78±0,07	1,11±0,04
«Вермимаг»	2,17±0,10**	1,24±0,06 *
«Вермийодіс»	2,12±0,10 **	1,22±0,05*
«Вермистим»	2,07±0,09*	1,19±0,02

Примітка: вірогідність різниці між контролем та дослідним варіантом: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$

Досліджено, що суцвіття (квітки) *M. recutita*, культивовані за дії біостимуляторів характеризуються достатньо високим вмістом флавоноїдів у перерахунку на рутин – 1,11±0,04– 1,24±0,06 % (табл. 4.6). Встановлено, що в рослинах, вирощених за внесення біостимуляторів росту «Вермимаг» та «Вермийодіс», вміст флавоноїдів у суцвіттях вищий відповідно на 11,7 % і 10 % порівняно з контролем.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КУЛЬТИВУВАННЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН *Calendula officinalis* L. ТА *Matricaria recutita* L.

При розрахунку економічної ефективності культивування лікарських рослин *C. officinalis* та *M. recutita* рекомендується використовувати такі показники: урожайність продукції, приріст врожаю, виробничі витрати, як такі, що формують собівартість продукції, чистий прибуток та рівень, рентабельності [49, 50].

Для підрахунку виробничих витрат підібрано технологічні заходи культивування рослин *C. officinalis* в досліді з урахуванням застосування біостимуляторів росту. При складанні технологічних заходів використано довідниковий матеріал, зокрема: норми витрат палива на механізовані польові роботи, норми на ручні роботи в рослинництві, норми виробітку і витрачання палива на тракторно-транспортні роботи у сільському господарстві та інші.

Структура витрат на вирощування рослин *C. officinalis* подана у таблиці 5.1. Вартість повітряно-сухої маси лікарської сировини *C. officinalis* і її прибавку розраховували, виходячи з ринкових цін (80 грн за 1 кг сухої сировини)

У контролі виробничі витрати складали 61500 грн/га, а при внесенні біостимуляторів росту «Вермимаг», «Вермийодіс» і «Вермистим» – зростали на 1160–1240 грн/га за рахунок вартості біостимуляторів та додаткових витрат на їх внесення (таб. 5.2).

Структура витрат при вирощуванні лікарських рослин *Calendula officinalis*, (середнє за 2023–2024 рр.)

Показник	На 1 га посіву	Вартість витрат, грн/га
Затрати праці на збирання суцвіть, люд.-год.	480	-
Заробітна плата за 1 люд.- год із нарахуваннями, грн.	90	43200
Вартість насіння за 1 кг, грн	350	3500
Вартість біостимулятора за 1 л, грн а)		
«Вермимаг»,	35	350
б) «Вермийодіс»,	38	380
в) «Вермистим»	30	300
Додаткові затрати на внесення біостимуляторів, грн	-	860
Гербіциди (раундап) за 1 л, грн	150	600
Мінеральні добрива за 1 т, грн	14000	4200
ПММ за 1 л, грн	26	1560
Амортизаційні відрахування, ремонт основних засобів, транспортні витрати, грн	350	350
Плата за оренду земельної ділянки грн/га	2500	2500
Страхові платежі та інші витрати грн.	-	5590
витрати всього (собівартість), грн: а)		61 500
Контроль,		62 710
б) «Вермимаг»,		62 740
в) «Вермийодіс», г) «Вермистим»		62 660

Найвищий чистий прибуток (26090 грн/га) отримано з варіанту із внесенням біостимулятора «Вермимаг». Цей показник був більшим на 13990 грн/га порівняно з контролем.

Розрахунок рівня рентабельності показав, що вирощування *C. officinalis* у всіх варіантах дослідів є економічно вигідним.

Таблиця 5.2

Економічна ефективність вирощування лікарських рослин *Calendula officinalis* за різних агроекологічних умов (середнє за 2023–2024 рр.)

Варіанти дослідів	Урожайність, ц/га	Приріст урожаю, ц/га	Вартість продукції, Грн.	В т.ч. вартість приросту, грн.	Виробничі витрати (собівар.). грн.	В т.ч. додаткові вир. витр грн.	Чистий прибуток, грн.	Рівень рентабельності %
Контроль	9,2	-	73600	-	61 500	-	12100	19,7
«Вермимаг»	11,1	1,9	88800	19000	62 710	1210	26090	41,6
«Вермийодіс»	10,7	1,5	85600	15000	62740	1240	22860	36,4
«Вермистим»	10,3	1,2	82400	11000	62660	1160	19740	31,5

Для проведення розрахунку економічної ефективності вирощування лікарських рослин *M. recutita* враховували такі ж показники, як у п. 5.1: урожайність продукції, приріст врожаю, виробничі витрати, чистий прибуток та рівень рентабельності (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Структура витрат при вирощуванні лікарських рослин *Matricaria recutita*, (середнє за 2023–2024 рр.)

Показник	На 1 га посіву	Вартість витрат, грн/га
Затрати праці на збирання суцвіть, люд.-год.	200	-
Заробітна плата за 1 люд.- год із нарахуваннями, грн.	90	18000
Вартість насіння за 1 кг, грн.	450	1350
Вартість біостимулятора за 1 л, грн		
а) «Вермимаг»,	35	350
б) «Вермийодіс»,	38	380
в) «Вермистим»	30	300
Додаткові затрати на внесення біостимуляторів, грн.	310	860
Гербіциди (раундап) за 1 л, грн.	150	600
Мінеральні добрива за 1 т, грн	14000	4200
ПММ за 1 л, грн.	26	1560
Амортизаційні відрахування, ремонт основних засобів, транспортні витрати, грн	350	350
Плата за оренду земельної ділянки, грн/га	2500	2500
Страхові платежі та інші витрати грн.	-	2860
Виробничі витрати всього (собівартість), грн:		31420
а) Контроль,		32630
б) «Вермимаг»,		32660
в) «Вермийодіс»,		32580
г) «Вермистим»		

Вартість повітряно-сухої маси лікарської сировини *M. recutita* і її прибавку розраховували, враховуючи ринкові ціни – 60 грн за 1 кг сухої сировини.

Економічна ефективність вирощування лікарських рослин *M. Recutita* різниться, залежно від агроєкологічних умов культивування рослин.

Виробничі витрати на вирощування рослин у контрольному варіанті складають 31420 грн/га, а за внесення біостимуляторів росту «Вермимаг», «Вермийодіс» і «Вермистим» вони зростають на 1160–1210 грн/га за рахунок вартості препаратів, а також необхідних додаткових витрат на їх внесення.

Таблиця 5.4

Економічна ефективність вирощування лікарських рослин *M. recutita* за різних агроекологічних умов (середнє за 2023–2024 рр.)

Варіанти дослідів	Урожайність, ц/га	Приріст урожаю, ц/га	Вартість продукції, Грн.	В т.ч. вартість проросту, грн.	Виробничі витрати (собівар.), грн.	В т.ч. додаткові вир. витр грн.	Чистий прибуток, грн.	Рівень рентабельності %
Контроль	6,9	-	41400	-	31420	-	9980	31,8
«Вермимаг»	8,3	1,4	49800	8400	32630	1210	17170	52,6
«Вермийодіс»	8,1	1,2	48600	7200	32660	1240	15940	48,8
«Вермистим»	7,7	0,8	46200	4800	32580	1160	13620	41,8

Однак за рахунок підвищення врожайності за внесення біостимуляторів відповідно зростає прибуток. Найвищий чистий прибуток (17170 грн./га) отримано з варіанту за внесення біостимулятора «Вермимаг», що вищий на 7190 грн/га порівняно з контролем.

Встановлено, що вирощування рослин *M. recutita* із застосуванням біостимуляторів росту є рентабельним.

РОЗДІЛ 6.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Аналіз небезпек, пов'язаних з вирощуванням лікарських культур і застосуванням біостимуляторів росту

Небезпеки, пов'язані з вирощуванням лікарських культур і застосуванням біостимуляторів росту включають [51]:

1. Вплив на довкілля: У процесі вирощування лікарських культур може виникнути загроза забруднення ґрунту та водойм засобами захисту рослин, а також можливе вплив на навколишнє середовище внаслідок використання біостимуляторів.

2. Ризик для здоров'я: Під час обробки рослин хімічними пестицидами та добривами, робітники, які працюють на полях, можуть бути високо вразливі до отруйних речовин. Також застосування біостимуляторів може викликати алергічні реакції у людей.

3. Ризик для самої культури: Недостатнє дотримання правил вирощування лікарських рослин може призвести до їхнього ураження патогенними мікроорганізмами або шкідниками, що спричинить втрату урожаю.

4. Вплив на біорізноманіття: Вирощування лікарських культур може призвести до зменшення біорізноманіття, оскільки деякі рослини можуть витіснити інші види. Для зменшення цих ризиків рекомендується використовувати екологічно чисті методи вирощування, шукати безпечні альтернативи хімічних засобів захисту та біостимуляторів, а також дотримуватися норм і стандартів безпеки під час роботи з рослинами.

Вирощування лікарських культур зазвичай вимагає високого рівня уваги до безпеки та якості продукції. Під час застосування біостимуляторів, які

покликані підвищити врожайність та якість рослин, виробники повинні бути особливо обережними щодо можливих ризиків та небезпек.

Для зниження цих ризиків виробники повинні дотримуватись кількох заходів безпеки, включаючи:

1. Правильне навчання персоналу: Основним кроком зниження ризиків є навчання персоналу щодо правильного застосування біостимуляторів та виконання всіх безпекових вимог.

2. Використання захисного спорядження: Всі працівники повинні використовувати захисне спорядження, включаючи рукавиці, маски та окуляри, для запобігання контакту з речовинами.

3. Перевірка облаштованості робочого місця: Робочі місця повинні бути обладнані відповідними засобами для видалення небезпечних відходів та забруднення.

4. Робота з біостимуляторами росту в добре провітрюваних приміщеннях або на відкритому повітрі, щоб зменшити ризик вдихання шкідливих парів.

5. Виконання всіх рекомендацій виробника щодо безпечного використання біостимуляторів росту.

6. Регулярне обмивання рук після роботи з цими речовинами, щоб запобігти можливому контакту з шкідливими речовинами. Завжди важливо дотримуватися правил безпеки та охорони праці при роботі з будь-якими хімічними речовинами, включаючи біостимулятори росту.

Враховуючи ці заходи безпеки, виробники можуть забезпечити безпечне та ефективне вирощування лікарських культур з використанням біостимуляторів.

6.2. Екобіологічні чинники оптимізації вирощування якісної рослинної лікарської сировини *Calendula officinalis* L. та *Matricaria recutita* L.

Рослинництво в Україні є екологічно залежним, тому важливо враховувати вплив кліматичних відхилень на величину врожаю, його якість та підвищувати надійність агроценозів, використовуючи екзогенну регуляцію адаптаційних реакцій [51]. Актуальним є питання пошуку екологічно безпечних агротехнічних прийомів культивування лікарських рослин у різних агроекологічних умовах України з метою отримання сировини високої якості.

На формування якісної сировини лікарських рослин впливають суттєві зміни інтенсивності процесів росту та розвитку, що зумовлюються не лише їх генетичним потенціалом, а й особливостями перебігу фізіолого-біохімічних процесів залежно від фенологічних фаз розвитку та сезонних і добових коливань напруженості основних абіотичних факторів – температури, вологості, живлення тощо. Оптимізація процесів росту та розвитку лікарських рослин відбувається завдяки ефективному використанню ґрунтового-кліматичного потенціалу і застосуванню найбільш оптимальних технологічних прийомів [52].

У відповідь на різку зміну екологічних, зокрема, абіотичних факторів у рослинних організмах виникають компенсаторні й адаптивні реакції, у результаті яких фізіологічні, генетичні та біохімічні процеси відбуваються з певними змінами, що сприяють загартуванню до дії стресового чинника [52]. Це забезпечується нормальним функціонуванням антиоксидантної системи, до якої належать ензими та неензимні антиоксиданти – низькомолекулярні метаболіти. Застосування екологічно безпечних біостимуляторів росту сприяє кращій адаптації лікарських рослин до стресових факторів під час їх вегетації. Задля отримання високого врожаю рослин необхідно приділяти значну увагу показнику індивідуальної продуктивності.

Під час культивування лікарських рослин *C. officinalis* і *M. recutita* важливо спершу визначити оптимальні строки свіби з урахуванням агроекологічних факторів. Тому сівбу проводили навесні при температурі 7–8 °С на глибині залягання насіння із застосуванням біостимуляторів росту «Вермимаг», «Вермийодіс» і «Вермистим». Препарати вносили у нормі по 5 л/га двічі під час вегетації лікарських рослин – у фенологічних фазах сходів та бутонізації.

У результаті проведених досліджень встановлено, що біостимулятори росту забезпечують довшу тривалість фази цвітіння, що важливо для культивування рослин *C. officinalis* та *M. recutita*, бо саме суцвіття (квітки) є ЛРС цих культур. Відповідно фіксували більшу кількість квіткових кошиків на рослинах та підвищення врожаю.

Аналіз впливу біостимуляторів росту і агроекологічних умов під час культивування рослин *M. recutita* дає підставу стверджувати, що застосування препаратів сприяє підвищенню морфометричних показників та врожайності рослин. Отримані результати узгоджуються із даними інших науковців [51].

ВИСНОВКИ

1. Біостимулятори росту сприяють підвищенню морфометричних показників (висоти, кількості квіткових кошиків на рослині та їх діаметра) нагідок лікарських та ромашки лікарської. Найбільша кількість суцвіть *C. officinalis* на одній рослині 17,0 од. із середнім діаметром 5,7 см встановлена при внесенні біостимулятора «Вермимаг», що відповідно на 20,6% і 14 % більше, ніж у контролі. Найвища врожайність встановлена у варіанті за внесення біостимулятора росту «Вермимаг», що в середньому за три роки досліджень становить 11,5 ц/га, тобто на 21 % вища порівняно з контролем (9,5 ц/га).

2. Найвищі морфометричні показники та врожайність суцвіть рослин *M. recutita* встановлені за внесення біостимуляторів «Вермимаг» і «Вермийодіс. Найбільша кількість квіток на одній рослині – 29,0 од. із середнім діаметром 2,3 см – встановлена за внесення «Вермимагу».. Найвища врожайність встановлена у варіанті із внесенням біостимулятора «Вермимаг», що в середньому за роки досліджень становить 8,3 ц/га (на 18,5 % вище порівняно з контролем).

3. Суцвіття рослин нагідок лікарських і ромашки лікарської, вирощених за дії біостимуляторів росту, характеризуються вищим вмістом аскорбінової кислоти порівняно із контролем ($1,14 \pm 0,06$ – $1,3 \pm 0,07$ мкг/г та $1,56 \pm 0,06$ – $1,78 \pm 0,07$ мкг/г абс. сухої маси суцвіть).

4. Високим вмістом флавоноїдів (у перерахунку на рутин) характеризується лікарська сировина рослин нагідок лікарських ($1,00 \pm 0,02$ – $1,19 \pm 0,03$ %) і ромашки лікарської ($0,97 \pm 0,02$ – $1,24 \pm 0,06$ %). Внесення біостимуляторів «Вермимаг» «Вермийодіс» сприяє збільшенню вмісту флавоноїдів у суцвіттях *C. officinalis* та *M. recutita* у середньому на 9,3–14 %

5. Розрахунок рівня рентабельності показав, що культивування рослин *C. officinalis* й *M. recutita* із застосуванням біостимуляторів росту «Вермимаг», «Вермийодіс» та «Вермистим» є рентабельним.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі отриманих результатів досліджень з метою підвищення продуктивності і якості лікарської сировини рекомендується для підвищення врожайності та якості сировини лікарських рослин *C. officinalis* L. і *Matricaria recutita* L в агроекологічних умовах Західного Лісостепу застосовувати біостимулятори росту «Вермимаг» та «Вермийодіс» під час вегетації рослин у нормі по 5 л/га у два прийоми: перше внесення – у фазі сходів, друге – у фазі бутонізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лихочвор В. В., Борисюк В. С., Дубковецький С. В., Онищук Д. М. Лікарські рослини. Значення, ботанічні і біологічні особливості, технологія вирощування, заготівля. Львів : НВФ «Українські технології», 2003. С. 208–211.
2. Сафонов М. М. Повний атлас лікарських рослин. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2010. С. 155–156; 210–212.
3. Flos Calendulae. *WHO monographs on selected medicinal plants*. Geneva, 2004. Vol. 2. P. 35–44.
4. Шелудько Л. П., Куценко Н. І. Лікарські рослини (селекція і насадництво) : монографія. Полтава, 2013. С. 183–189; 219–223.
5. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / за ред. А. М. Гродзінського. Київ : Голов. ред. УРЕ, 1990. С. 291–292; 383–384.
6. Сафонов М. М. Повний атлас лікарських рослин. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2010. С. 155–156; 210–212.
7. Зузук Б. М., Куцик Р. В., Калугина С. М., Гудивок Я. С., Куровець Л. М. Календула лекарственная (*Calendula officinalis* L.). Аналитический обзор. *Провизор*. 2001. №4–5. С.29–31.
8. Bako E., Deli J., Toth G. HPLC study on the carotenoid composition of *Calendula* products. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*. 2002. Vol. 53. Iss. 1–3. P. 241–250. URL: [https://doi.org/10.1016/S0165-022X\(02\)00112-4](https://doi.org/10.1016/S0165-022X(02)00112-4).
9. Gazim Z. C., Rezende C.M., Fraga S. R., Svidzinski T. I. E. Antifungal activity of the essential oil from *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) growing in Brazil *Braz J Microbiol.* 2008. Vol. 39. P. 61–63. URL: <https://doi.org/10.1590/S1517-83822008000100015>.
1. Khalid K. A., Teixeira da Silva J. A. Biology of *Calendula officinalis* Linn.: Focus on pharmacology, biological activities and agronomic practices. *Med Aromat Plant* Preethi K.C., Kuttan G., Kuttan R. Antioxidant potential of an extract of

Calendula officinalis. Flowers *in vitro*. and *in vivo*. *Pharmaceutical Biology*. 2006. Vol. 44. No. 9. P. 691–697. doi: 10.1080/13880200601009149 *Sci Biotechnol*. 2012. Vol. 6. P. 21–27.

10. Sabir S. M., Khan M. F., Rocha J. B. T., Boligon A. A., Athayde M. L. Phenolic profile, antioxidant activities and genotoxic evaluations of *Calendula officinalis* *J Food Biochem*. 2015. Vol. 39. P. 316–324

11. Горчакова Н. О., Гоц Т. Ю., Галкін Ю. О. Фармакотерапевтичне обґрунтування застосування лікарських рослин в ендокринній гінекології (Огляд літератури). *Фітотерапія* : часопис. 2017. № 3. С. 6–14.

12. Дзуліт І. П. Актуальність застосування фітопрепаратів як лікувально- профілактичних засобів у пародонтологічних хворих. *Клінічна стоматологія*. 2016. № 2. С. 8–13.

13. Сівко Г. І., Швець І. О. Дослідження вмісту біологічно активних речовин та седативні властивості *Calendula officinalis*. *Молодий вчений*. 2017. Вип. 3. № 43. С. 22–25.

14. Четверня С. О., Джуренко Н. І., Паламарчук О. П., Грахов В. П. Продуктивність ромашки лікарської *Matricaria recutita* L. в залежності від технології вирощування та забур'яненості посівів. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. 2012. Вип. 33. С. 81–85.

15. Atkinson N. J., Urwin P. E. The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field. *J Exper Botany*. 2012. Vol. 63. Iss. 10. P. 3523–3544. URL:<https://doi.org/10.1093/jxb/ers100>.

16. Майор П. С., Захарова В. П., Великожон Л. Г. Активність деяких антиоксидантних ферментів у рослинах озимої пшениці за природних умов загартування. *Физиология и биохимия культ. растений*. 2011. Т. 43. № 6. С. 507-512.

17. Kwang-Hyun B., Skinner D. Z. Production of reactive oxygen species by freezing stress and the protective roles of antioxidant enzymes in plants. *J Agr. Chem. Environ*. 2012. Vol. 1. P. 34–40.

18. Маменко Т. П., Ярошенко О. А., Михалків Л. М. Фізіологічна роли антиоксидантних процесів у забезпеченні посухостійкості озимої пшениці. *Физиология растений и генетика*. 2014. Т. 46. № 1. С. 65–73.
19. El-Enany M. A., Mahfouze S. A., El-Dessouky S. E. Gene expression of heat stress on protein and antioxidant enzyme activities of two *Lupinus* species. *J Appl. Sci. Res.* 2013. Vol. 9. Iss. 1. P. 240–247.
20. Kwang-Hyun B., Skinner D. Z. Production of reactive oxygen species by freezing stress and the protective roles of antioxidant enzymes in plants. *J Agr. Chem. Environ.* 2012. Vol. 1. P. 34–40.
21. Mishra M., Das R., Pandey G. K. Role of ethylene responsive factors in abiotic stress mediated signaling in plants. *J Biol. Sci.* 2009. Vol. 1. Iss. 1. P. 133–146.
22. Miguel F. G., Cavaleiro A. H., Spinola N. F., Ribeiro D. L., Barcelos G. R., Antunes L. M. et al. Validation of a RP- HPLC-DAD Method for Chamomile (*Matricaria recutita*) Preparations and Assessment of the Marker, Apigenin-7-glucoside, Safety and Anti-Inflammatory Effect. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2015. Vol. 9. URL: <https://doi.org/10.1155/2015/828437>.
23. Буйдіна Т. О., Рожок О. Ф. Вміст хлорофілів у листках витких троянд. *Інтродукція рослин*. 2014. № 2. С. 95–98. URL: http://nbv.gov.ua/UJRN/IR_2014_2_14.
24. Сиваш О. О., Михайленко Н. Ф., Золотарьова О. К. Варіація співвідношення вмісту хлорофілів *a* і *b* при адаптації рослин до зовнішніх чинників. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія*. 2018. Вип. 3 (45). С. 49–75.
25. Sajilata M. G., Singhal R. S., Kamat M. Y. The carotenoid pigment zeaxanthin. *A Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Institute of Food Technologists*. 2008. Vol. 7. Iss. 1. P. 29–49.

26. Iliaia C., Johnson M. P., Duffy C. D. P. et al. Origin of absorption changes associated with photoprotective energy dissipation in the absence of zeaxanthin. *J Biol. Chem.* 2011. Vol. 286. Iss. 1. P. 91–98. URL: <https://doi.org/10.1074/jbc.M110.184887>.

27. Jahns P., Latowski D., Strazalka K. Mechanism and regulation of the violaxanthin cycle: The role of antenna proteins and membrane lipids. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics*. 2009. Vol. 1787. Iss. 1. P. 13–14. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2008.09.013>.

28. Малюгіна О. О., Мазулін О. В., Мазулін Г. В., Смойловська Г. П., Логвін П. А. Визначення вмісту каротиноїдів у суцвіттях чорнобривців розлогих. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2013. Вип. 3.

№ 13. С. 89–91.

29. Bunnea A. Lutein esters from *Tagetes erecta* L.: Isolati on and enzymatic hydrolysis. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*. 2008. Vol. 65. Iss. 1 P. 410–414.

30. Xu L. W., Chen J., Shi Y. P. Phytochemicals and their biological activities of plants in *Tagetes* L. *Chinese Herbal Medicines*. 2012. Vol. 4. Iss. 2. P. 103–117.

31. Рожков А. О., Пузік В. К. Динаміка формування пігментних речовин у листках рослин пшениці твердої ярої за дії різних варіантів ценотичної напруги між рослинами в посівах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 3. С. 7–12.

32. Прядкіна Г. О., Маслюківська О. В., Стасик О. О., Оксьом В. П. Зв'язок вмісту хлорофілу в листках і хлорофільного. *Физиология растений и генетика*. 2015. Т. 47. № 2. С. 167–174.

33. Рожков А. О., Пузік В. К. Динаміка формування пігментних речовин у листках рослин пшениці твердої ярої за дії різних варіантів ценотичної напруги між рослинами в посівах. *Вісник Полтавської державної*

аграрної академії. 2013. № 3. С. 7–12.

34. Пономаренко С. П. Українські регулятори росту рослин. *Елементи регуляції в рослинництві* / під ред. В. П. Кухаря. Київ : ВВП «Компас», 1998. С. 10–17.

35. Пономаренко С. П., Циганкова В. А., Блюм Я. Б., Галкін А. П. Новий напрямок у рослинництві – застосування природних полі компонентних регуляторів росту рослин з біозахисним ефектом. *Наука та інновації*. 2013. Т. 9. № 5. С. 69–77.

36. Борисюк П. Г., Мельник І. П. Нові препарати органічного походження при вирощуванні цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2013. № 5. С. 21–22.

37. Сендецький В. М. Вплив комплексних регуляторів росту на врожайність соняшнику в умовах Лісостепу Західного. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2017. Вип. 4. С. 100–108.

38. Мусієнко М. М., Паршикова Т. В., Славний П. С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. С. 97–99; 127–129.

39. Державна Фармакопея України. Державне підприємство «Науково-експертний фармакопейний центр» : 1-е вид. ; доповнення 2. Харків : РІРЕГ, 2008. 620 с.

40. Макогоненко С. Ю., Баранов В. І., Терек О. І. Вплив Регопланту і Стимпо на активність ферментів антиоксидантного захисту в проростках *Helianthus annuus* L. і *Brassica napus* L. за росту на субстратах породного відвалу вугільних шахт. *Biol. Stud.* 2018. Вип. 12(1). С. 47–54.

41. Кузьменко А.С. Вплив мікробіологічних препаратів на врожайність суцвіть *Calendula officinalis* L. *Вісник аграрної науки*. 2004. №3. С.76–78.

42. Колупаєв Ю. Є. Роль основних сигнальних інтермедіантів у формуванні адаптивних реакцій рослин на дію абіотичних стресорів. *Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку*. 2009. Т2. С. 166–194.

43. Маменко Т. П., Ярошенко О. А., Михалків Л. М. Фізіологічна роли антиоксидантних процесів у забезпеченні посухостійкості озимої пшениці. *Физиология растений и генетика*. 2014. Т. 46. № 1. С. 65–73.
44. Моргун В. В., Дубровна О. В., Моргун Б. В. Сучасні біотехнології отримання стійких до стресів рослин пшениці. *Физиология растений и генетика*. 2016. Вып. 48. № 3. С. 196–214.
45. Лупак О. М., Ковальчук Г. Я., Антоняк Г. Л. Порівняльний аналіз інтегральної антиоксидантної активності суцвіть рослин *Calendula officinalis* L., вирощених в умовах Передкарпаття за дії біостимуляторів росту. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Том 10, № 1–2 (9). С. 58–63. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/10282>.
46. Лупак О. М., Шпек М. П., Антоняк Г. Л. Формування продуктивності *Calendula officinalis* L. залежно від внесення стимуляторів росту та ґрунтово- кліматичних умов культивування. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. Львів : Львів. нац. аграр. ун-т, 2016. № 20. С. 60–65.
47. Сухар С. В. Вплив технологічних факторів на формування продуктивності рослин нагідок лікарських в умовах Західного Лісостепу. *Агробіологія*. 2014. № 1 (109). С. 92–96.
48. Atkinson N. J., Urwin P. E. The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field. *J Exper Botany*. 2012. Vol. 63. Iss. 10. P. 3523–3544. URL: <https://doi.org/10.1093/jxb/ers100>.
49. Бахмат М. І., Сендецький І. В. Економічна ефективність вирощування ріпаку озимого при застосуванні регулятора росту за різних норм висіву. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. № 115. С. 12–18. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.115.2>.
50. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.

51. Геврик Є.О., Пешко Н.П. Гігієна праці на виробництві: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. — К.: Чельга, Ніка — Центр, 2004. — 280 с.
52. Головка В.О. Сільськогосподарська екологія: навч.посіб.для ВНЗ Харків: Еспада, 2009. 624 с.
53. Корсак К.В. Основи сучасної екології: Навч. посібник.. К.: МАУП, 2004. 340 с.

ДОДАТКИ