**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**
Факультет агротехнологій і природокористування
Кафедра рослинництва, селекції та насінництва

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:
**«Продуктивність лікарської сировини нагідок лікарських залежно від технологічних факторів за вирощування в умовах ФОП «Прудивус С.М.»**

**Виконав:**
здобувач освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми
«Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
денної форми навчання
ШВЕЦЬ Максим Аркадійович

**Керівник:**
доктор с.-г. наук, професор
_____ХОМІНА Вероніка Ярославівна

**Оцінка захисту:**
Національна шкала _____
Кількість балів ____ Шкала ECTS ___

«____»_____ 2025 р.

**Допускається до захисту:**
«____»_____2025 р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
кандидат с.-г. наук, доцент
_____ ВІЛЬЧИНСЬКА Людмила Аліковна

м. Кам’янець–Подільський, 2025

# АНОТАЦІЯ

**Швець Максим Аркадійович** виконав дипломну роботу впродовж 2024-2025 років на тему: «Продуктивність лікарської сировини нагідок лікарських залежно від технологічних факторів за вирощування в умовах ФОП «Прудивус С.М.»

Поширення нагідок лікарських в екологічних умовах Лісостепу західного України вимагає наукового обґрунтування технології вирощування культури. Існує нагальна потреба у виявленні залежностей росту, розвитку та формування врожаю культурою від до строку сівби, ширини міжрядь і відстані між рослинами в рядку. Поряд із цим, агроформуванням регіону необхідно запропонувати найбільш ефективні елементи технології вирощування нагідок лікарських, які б забезпечили високу та сталу врожайність культури.

Метою досліджень було встановити залежності формування продуктивності нагідок лікарських від впливу строків сівби, ширини міжрядь та відстані між рослинами в рядку в умовах Лісостепу західного.

Результаті досліджень встановлено, що максимальний рівень урожайності суцвіть – 2,12 т/га отримано за сівби нагідок лікарських у другий строк – при РТР ґрунту 6–8 ºС на глибині загортання насіння, із шириною міжрядь 30 см і відстанню між рослинами в межах 10 см.

Найвищий чистий прибуток – 100790 грн./га та рівень рентабельності 162% отримано за другого строку сівби з шириною міжрядь 30 см і відстанню між рослинами в рядку в межах 10 см.

***Ключові слова:*** *нагідки лікарські, строк сівби, ширина міжрядь, віддаль між рослинами в рядку, урожайність, якість, економічна ефективність*.

# ЗМІСТ

**ВСТУП**…….....5

**РОЗДІЛ 1.** Наукові основи формування продуктивності нагідок лікарських (огляд літератури) ……8

1.1. Проблеми лікарського рослинництва України……8

1.2. Нагідки лікарські: історія культури, поширення, морфологічні і біологічні особливості та господарське значення……11

1.3. Особливості технології вирощування нагідок лікарських…….....20

**РОЗДІЛ 2.** Умови та методика досліджень…….....27

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови……27

2.2. Погодні умови в роки досліджень……30

2.3. Матеріал і методика досліджень……32

**РОЗДІЛ 3.** РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ……37

3.1. Вегетаційний період нагідок лікарських…….....37

3.2. Густота рослин і ступінь виживаності рослин нагідок лікарських……42

3.3. Морфо-біологічні особливості формування індивідуальної продуктивності рослин……..……44

3.4. Площа листкової поверхні……...……50

3.5. Динаміка накопичення сухої речовини……53

3.6. Урожайність суцвіть нагідок лікарських ……..55

3.7. Показники якості суцвіть нагідок лікарських ..……...57

**РОЗДІЛ 4.** Економічна та енергетична ефективність елементів технології вирощування нагідок лікарських …….....60

4.1. Економічна ефективність вирощування нагідок лікарських……60

4.2. Біоенергетична оцінка моделей технологій вирощування нагідок лікарських…… ……68

**РОЗДІЛ 5.** Екологія. Сучасні екологічні проблеми України……70

**РОЗДІЛ 6.** Охорона праці. Безпека застосування синтетичних регуляторів росту в практиці рослинництва……74

ВИСНОВКИ……78

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ……80

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ……81

ДОДАТКИ……88

# Вступ

## Актуальність теми

Лікарські препарати рослинного походження мають широкий спектр фармакологічної дії, що обумовлює їх важливе місце серед терапевтичних засобів. Однією з головних переваг рослинних препаратів порівняно із синтетичними є їхня більша безпечність та здатність впливати на причини захворювань, а не лише на їхні симптоми. Серед лікарських рослин, що широко використовуються в офіційній і народній медицині, особливе місце займають нагідки лікарські (Calendula officinalis L.), квіткові кошики яких багаті на біологічно активні речовини (БАР), що проявляють антисептичну, протизапальну, седативну та спазмолітичну дію.

Синтез і накопичення БАР у лікарській рослинній сировині значною мірою визначається агроекологічними умовами вирощування, зокрема кліматичними факторами та агрохімічними властивостями ґрунтів. За стресових умов, таких як зміни температурного і водного режимів, засолення ґрунтів або вплив важких металів, деякі групи антиоксидантних речовин у рослинах синтезуються в більшій кількості через підвищення рівня активних форм кисню. Відомо, що в умовах Полісся України формування продуктивності нагідок і вміст каротиноїдів у врожаї значною мірою залежали від екологічних умов, строків і способів сівби, доз азотних добрив та інших технологічних заходів. Проте в південній частині Західного Лісостепу вплив технологічних факторів, зокрема строків сівби, ширини міжрядь та відстані між рослинами, на формування врожаю та якість суцвіть нагідок вивчений недостатньо. Це обумовлює необхідність наукового обґрунтування і вдосконалення технології вирощування культури для цього регіону.

## Мета і завдання дослідження

Метою дослідження було встановити залежності формування продуктивності нагідок лікарських від строків сівби, ширини міжрядь та

відстані між рослинами в рядку в умовах Західного Лісостепу. Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

вивчити вплив строків сівби, ширини міжрядь та відстані між рослинами на процеси росту, розвитку та фотосинтетичну продуктивність рослин;

провести біометричну оцінку рослин та встановити залежності індивідуальної продуктивності від строків сівби та способу розміщення рослин;

визначити вплив технологічних факторів на урожайність і якість суцвіть нагідок;

оцінити економічну та енергетичну ефективність удосконалених елементів технології;

порівняти конкурентоспроможність удосконаленої технології з традиційною.

**Об'єкт дослідження** – процеси росту, розвитку та формування врожаю суцвіть нагідок лікарських залежно від гідротермічних умов регіону, строків сівби і ширини міжрядь та відстані між рослинами.

**Предмет дослідження** – фактори формування продуктивності нагідок (строки та способи сівби, ширина міжрядь, відстань між рослинами, рослини та суцвіття).

Методи досліджень включали візуальні та вагові спостереження фенологічних змін росту, розвитку та продуктивності; біохімічні методи визначення елементарного складу суцвіть; фізіологічні методи оцінки фотосинтетичної активності; статистичні методи (дисперсійний, кореляційний, регресійний) для визначення достовірності даних та кореляційних залежностей; порівняльно-розрахункові методи для оцінки економічної, біоенергетичної ефективності та конкурентоспроможності удосконалених технологій.

Наукова новизна полягає у встановленні залежностей впливу строків сівби, ширини міжрядь та відстані між рослинами на ріст, розвиток, фотосинтетичну продуктивність, врожайність і якість суцвіть нагідок

лікарських у південній частині Західного Лісостепу. Вперше обґрунтовано оптимальні строки сівби за рівнем термічного режиму ґрунту 6–8 ºС, проведено економічну та біоенергетичну оцінку технології та оцінено її конкурентоспроможність. Додатково розкрито особливості формування біометричних показників рослин і мінливість біохімічного складу суцвіть залежно від технологічних факторів.

Практичне значення результатів полягає у доведенні можливості отримання високих і стабільних урожаїв суцвіть нагідок лікарських в умовах південної частини Західного Лісостепу при дотриманні оптимальних строків сівби, ширини міжрядь 30 см і відстані між рослинами 10 см, що забезпечує врожайність 2,0–2,1 т/га та зменшення енергетичної собівартості продукції на 27–30%.

# РОЗДІЛ 1

# НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

## 1.1. Проблеми лікарського рослинництва України

Серед величезної розмаїтості існуючих на Землі рослин особливе місце займають лікарські, цілющі властивості яких здавна використовувались людиною [4].

Лікарські рослини – велика група рослин, що використовуються для лікування людей і тварин, і також з профілактичною метою. Кількість рослин, що використовуються як лікарські, надзвичайно велика. Частина їх входить у сучасну фармакопею, багато інших дозволені до застосування й продаються в аптеках. Є такі лікарські рослини, які в минулому були досить популярні, а зараз вийшли з ужитку через виявлену малу ефективність, або у зв'язку з тим, що недостатньо вивчені [5].

На сьогоднішній день близько 40% лікарських засобів, що виробляються хіміко-фармацевтичною промисловістю, виготовляються з рослинної сировини. У лікуванні таких захворювань, як серцево-судинні, шлунково-кишкові, нервові, хвороби печінки й нирок, питома вага препаратів рослинного походження становить 80–90% [6]. У зв'язку з цим різко зростає потреба в лікарській сировині.

У науковій медицині застосовують близько 200 видів лікарських рослин, при цьому половину з них становлять культурні рослини. Ліки, виготовлені з рослинної сировини, зазвичай мають вищу ефективність порівняно з препаратами хімічного синтезу і часто є єдиним доступним засобом лікування при певних захворюваннях.

Серед різноманіття лікарських рослин маловідома левзея, широко поширена ромашка аптечна, женьшень, який здавна вважається «коренем життя», нагідки лікарські, про лікувальні властивості яких знали ще в XII

столітті, всім знайомий часник, шавлія, шипшина, кріп і багато-багато інших. Сушені трави, настойки коренів, кора, соки рослин – ці ліки відомі людям тисячі років. Зображення лікарських рослин знаходимо на стінах єгипетських храмів і пірамід. Багато рослинних ліків, що застосовувалися єгиптянами, нині продаються в наших аптеках, наприклад касторова олія [9].

Народна медицина здавна користується невичерпною «зеленою аптекою природи». Досвід і відомості, що нагромадилися, передавалися усно з покоління в покоління й породили чимало сказань і легенд. Перший «Травник» був виданий у 1588 році. Серед стародавніх лікарських рослин часто застосовувалися в сучасному розумінні вітамінні й фітонцидні рослини. У повсякденні для лікування часто застосовували такі лікарські рослини як шипшина, хрін, часник і цибуля.

З розвитком науки на зміну емпіричним спостереженням прийшли наукові методи дослідження рослин.

Останнім часом в Україні спостерігається значне зростання попиту на лікарські засоби, особливо виготовлені на основі рослинної сировини. При цьому обсяг імпортної фармацевтичної продукції на українському ринку в 16 разів перевищує експортні поставки за кордон.

Ще середньовічний лікар Парацельс наголошував, що природа створює хворобу разом із засобами для її лікування, тому він віддавав перевагу вітчизняним лікарським рослинам, а не імпортним.

Нині український ринок лікарської сировини значною мірою заповнений продукцією низької якості з Китаю, Азії та Польщі, де складно гарантувати відповідність сировини європейським стандартам. Незрозумілим залишається, чому ринок лікарських рослин, де прибуток з одного гектара може становити від 5 до 20 тис. грн, досі не розвивається так активно, як у вищезгаданих країнах.

За останні 10–15 років попит на лікарську сировину таких культур, як ромашка, валеріана, нагідки та м’ята, не знижується, а постійно зростає. У розвинених країнах фармацевтична галузь є однією з найприбутковіших, і

сьогодні вкрай актуальним є залучення інвестицій у розробку нових лікарських препаратів, їх доклінічні та клінічні випробування, а також рекламу готових засобів. Вирощування лікарської рослинної сировини є лише першим етапом отримання прибутку; тільки дотримання науково обґрунтованих агротехнологій і належний догляд за посівами забезпечують високу якість продукції, конкурентоспроможної як на внутрішньому, так і на міжнародному ринку.

Однією з причин обмеженого виробництва вітчизняних препаратів є недостатня кількість і асортимент лікарської сировини. У 1980–1990-х роках в Україні вирощували та заготовляли до 12 тис. тонн лікарських рослин на рік, які постачалися через систему «Союзлекраспром», що об’єднувала всі підприємства по вирощуванню, заготівлі та переробці лікарської сировини. Нині в Україні цим займаються лише 14 великих підприємств, колишніх радгоспів консорціуму «Укрфітотерапія». Наукові питання вирощування лікарських рослин досліджує Кримська науково-дослідна станція та її філія у Старій Ушиці. Великі підприємства забезпечують фармакологічні компанії близько тисячі тонн лікарської сировини на рік, що значно менше, ніж у попередні роки, тому попит на лікарські рослини залишається високим, а ціни – порівняно високими.

Лікарські рослини вирощують не лише великі підприємства, а й фермери, а також жителі сіл на присадибних ділянках. Заготівлею та переробкою сировини займаються, зокрема, житомирське ЗАТ «Ліктрави», фармакологічні підприємства Києва, Харкова, Львова, а також численні приватні підприємці, які закуповують сировину у селян і мешканців міст. Через високий попит збут лікарської рослинної сировини гарантується.В Кам'янець-Подільському районі вирощуванням лікарських рослин в основному займаються жителі сіл Староушицької зони. Тут майже в кожній сім'ї на присадибних земельних ділянках вирощується ехінацея пурпурова, валеріана лікарська, ромашка лікарська, нагідки лікарські, шавлія лікарська та інші види рослин [16].

Один із напрямків розвитку лікарського рослинництва – розробка нових енергозберігаючих технологій вирощування, збирання і переробки лікарських рослин. Актуальність нашої роботи полягає в тому, що всі існуючі технології вирощування лікарських культур розроблялися в середині минулого сторіччя. При цьому ніхто не зважав на енерговитрати на вирощування тієї чи іншої культури. У наш час, коли енергоносії дуже дорогі, проводити багатократні обробки поля немає можливості. Необхідно розробити технології вирощування лікарських культур при мінімальному обробітку ґрунту. Як за таких умов ростимуть і розвиватимуться лікарські культури, – поки що не досліджено, але ж у природних умовах без жодного втручання людини, вони чудово ростуть і розвиваються. Розробка даних технологій істотно скоротить витрати на обробіток лікарських культур і знизить собівартість вирощеної сировини [16].

## 1.2. Нагідки лікарські: історія культури, поширення, морфологічні і біологічні особливості та господарське значення

Перші згадки про нагідки як лікарську рослину містяться в працях давньоримського військового лікаря, фармаколога та натураліста Педанія Діоскорида, який жив у І столітті н.е. Він застосовував настій нагідок для лікування захворювань печінки та усунення спазмів внутрішніх органів. На його роботи спиралися численні наступні лікарі та науковці, зокрема видатний лікар XI століття Авіценна.

У XII столітті товчені листки та квітки нагідок використовували при лікуванні раку, особливо молочної залози та жіночих статевих органів, а зовнішньо – для видалення бородавок і мозолів. У XV столітті нагідки активно культивували у Франції; вони були улюбленою квіткою королеви Маргарити де Валуа. До сьогодні в Люксембурзькому саду збереглася статуя королеви з квіткою нагідок у руках.

Окрім лікарського застосування, нагідки широко використовували у кулінарії. Їх цінували за аромат та яскраве забарвлення страв, оскільки вони

могли замінювати дорогий шафран. У середні віки нагідки також вживали як овоч: у Англії їх сіяли разом зі шпинатом, а в Нідерландах пелюстки нагідок додавали в супи.

У XIX столітті лікар-фармаколог А.П. Нелюбін писав у «Фармакографії» (1852), що календула є «цілющим засобом з особливою лікарською силою». Енциклопедичні джерела того часу зазначали, що наприкінці XIX століття нагідки аптечні були звичайною культурою у садах Малоросії, а словник-травник 1900 року повідомляв про численні сорти різного кольору. У першій половині XX століття уряд ставив завдання заміни імпортної лікарської сировини вітчизняною.

Сьогодні нагідки належать до десятки найпоширеніших лікарських рослин у Європі. За даними Б.П. Громовика, за популярністю та широтою використання вони займають друге місце після ромашки, випереджаючи шавлію, валеріану, звіробій та інші культури. В Україні нагідки лікарські поширені по всій території, вирощуються у садах і на городах як декоративна рослина, а для лікарських потреб – у спеціалізованих господарствах.

Нагідки лікарські (Calendula officinalis L.; лат. Calendae – перший день місяця у римлян) належать до родини айстрових (Asteraceae). Рід включає близько 20 видів трав’янистих рослин та напівкущів, зокрема Calendula arvensis, C. pachysperma, C. palaestina, C. stellata, C. tripterocarpa, C. lanze та інші. Дикорослі види ростуть у країнах Середземномор’я, а культивуються як лікарські та декоративні рослини. Офіційною лікарською сировиною є квітки – Flores Calendulae.

В Україні нагідки є однорічною трав’янистою рослиною. Корінь стрижневий, гіллястий, стебло прямостояче, нерідко розгалужене, ребристе, висотою 15–80 см, із короткими твердими ворсинками, у верхній частині залозистими. Листки почергові, нижні черешкові, верхні – сидячі, огортають стебло.

Квітки золотаво-жовті або жовтогарячі, зібрані у кошики діаметром 3–5 см у немахрових і 8–10 см у махрових форм, розміщені поодиноко на кінцях

стебел та гілок. Розрізняють черепичасту, хризантемовидну, променисту, анемовидну та герберовидну форму суцвіть. У променистих формах язичкові квітки напівскручені, формують «промені», у анемовидних – напівмахрові з розрослими трубчастими квітками, у черепичастих – плоскі язичкові квітки з невеликими трубчастими. Зовнішні язичкові квітки ланцетні, трьохзубчасті, довжиною 15–30 мм, шириною 3–5 мм, маточкові та плодові. Маточка має вигнуту одногніздову зав'язь, тонкий стовпчик і двохлопатеве рильце. Внутрішні квітки нагідок трубчасті, п'ятизубчасті, довжиною 3–10 мм, з п'ятьма пиляками, зрощеними в трубку. Маточка у них редукована, тому ці квітки неплодоносні та виконують лише чоловічу функцію.

Обгортка суцвіть напівкуляста, 1–2 рядна, складається з лінійних загострених листочків, густо опушених із щільною серединною жилкою та плівчастим краєм. Квітколоже голе, пласке або злегка опукле. Махровість суцвіть обумовлена формуванням переважно жіночих язичкових квіток із пригніченим розвитком пиляків та розростанням віночка. За дослідженнями Е.Ф. Мелконової, махровість успадковується як рецесивна ознака і частково залежить від гідротермічних умов: у прохолодні й вологі роки махровість вища.

Плоди нагідок – вигнуті сім'янки, через що рослини й отримали назву «нагідки». Спостерігається яскраво виражена гетерокарпічність. Зовнішні сім'янки серповидно-вигнуті, 2–3 см завдовжки, жовтувато-бурі, із поздовжніми рядами шипів; середні дугоподібні, 10–20 мм, світло-бурі, із горбкуватою спинкою; внутрішні кільцеподібні, 5–10 мм, темно-бурі, горбкуваті або шпилькуваті.

Розташування плодів у суцвітті залежить від ступеня махровості. У немахрових суцвіттях (2–3 ряди насіння) зовнішнє серповидне – 25%, середнє човникоподібне – 34–38%, внутрішнє кільцеподібне – 37–41%. Зі збільшенням рядів частка дрібного кільцеподібного насіння зростає, а серповидного та човникоподібного зменшується. У повністю махрових суцвіттях (>9 рядів) понад 95% насіння дрібне кільцеподібне, щільно розташоване куполоподібно.

Маса насіння також залежить від махровості. Маса 1000 насінин коливається від 8 до 15 г: у немахрових суцвіттях із великою кількістю серповидного та човникоподібного насіння вона сягає 18 г, а в махрових із переважанням дрібного кільцеподібного – лише 7–8 г. Зі збільшенням махровості зменшується розмір насінин, що дозволяє розмістити на одному суцвітті понад 100 насінин, тоді як у немахрових їх лише близько 30 [36].

Корисні властивості нагідок зумовлені наявністю комплексу біологічно активних речовин, серед яких каротиноїди, стерини, тритерпеноїди, ефірні олії, флавоноїди, кумарини та інші компоненти.

Комплекс біологічно активних речовин забезпечує квіткам нагідок широкий спектр фармакологічної активності. Однак основними властивостями препаратів з нагідок лікарських є протизапальні, ранозагоювальні, бактерицидні, спазмолітичні й жовчогінні [39, 40].

Головними активними компонентами суцвіть нагідок є каротиноїди — жиророзчинні рослинні пігменти, які належать до тетратерпенів. Саме на основі каротиноїдів виготовляють протизапальні лікарські засоби.

Завдяки барвним властивостям каротиноїдів (у т.ч. гідрофільних каротиноїдів – ксантофілів), нагідки використовують у харчовій промисловості для забарвлення харчових жирів і сирів [41-43].

У Франції й Англії, за даними Г.Ф. Мойсеєвої і С.Г. Макеєнко, молоді листки нагідок додають у супи, салати, подібно до капусти, а висушені квіткові кошики в суп, свіжі – у салати з огірком зі сметаною й цибулею.

Одна з областей застосування нагідок лікарських пов'язана з її здатністю продукувати фунгіциди, згубні для деяких шкідливих для людини й тварин дріжджових грибів, для рослин – грибів-гіфоміцетів. Спиртовий екстракт нагідок повністю пригнічує ріст Fusarium avenaceum при розведенні аж до 1:20000, а також ріст Candida albicans при розведенні 1:5000. Практично, це відкриває можливість застосування нагідок не тільки в медицині й ветеринарії, але й у рослинництві для захисту культурних рослин.

За рядом даних, вирощування нагідок в сівозміні овочевих і

декоративних культур запобігає розвитку фузаріозних кореневих гнилей. Добовий настій насіння (200 г на 10 л води) або надземної маси нагідок (1 кг на 10 л води) використовують для боротьби з комплексом шкідників (тлі, трипси, дрібні гусениці, метелики різних шкідників, кліщі) на овочевих культурах [45].

Застосування нагідок у ветеринарії пов'язане з її сечогінними, потогінними, очисними, в'яжучими, дезінфікуючими, заспокійливими та іншими властивостями. Нагідки зменшують диспепсичні явища й інтоксикацію, поліпшують стан тварин з новоутвореннями шлунково-кишкового тракту.

Нагідки вважаються невибагливою рослиною, що пояснюється, насамперед, їх унікальною екологічною пластичністю.

Попри південне походження нагідок лікарських, вони успішно ростуть практично на всій території України й ближнього зарубіжжя. Нормальне плодоносіння й дозрівання насіння нагідок можливе при вирощуванні в Сибіру й в умовах Центральної Якутії. Інтродукційні досліди в Полярно-альпійському ботанічному саду на Кольськім півострові дозволили визнати нагідки перспективною культурою для озеленення міст і селищ Мурманської області [48].

***Відношення до тепла й вологи.*** Нагідки – холодостійка рослина: її сходи витримують короткочасні заморозки. Для нормального росту й розвитку рослині достатньо температури 8–12°С, а проростання насіння починається вже при 2–4°С. Сухі та спекотні умови викликають стрес у рослини: прискорюється розвиток, скорочується період цвітіння, знижується врожайність суцвіть та зменшується кількість махрових квіток.

Навпаки, прохолодна та волога погода під час формування генеративного пагона та бутонізації сприяє підвищенню махровості і збільшенню врожайності суцвіть, що є оптимальним для вирощування нагідок на квітки.

Проте при вирощуванні на насіння такі умови можуть бути шкідливими: висока вологість і холодна температура повітря здатні спричиняти проростання насіння прямо в суцвіттях, що знижує врожайність і погіршує його посівні якості [50].

У нагідок лікарських, збір суцвіть яких проводять періодично багаторазово, може спостерігатися мінливість оптимуму густоти залежно від умов зволоження по періодах з різними погодними умовами [51].

***Відношення до ґрунту.*** Порівняльні дані щодо врожайності нагідок на різних типах ґрунтів при однакових інших умовах вирощування в літературі відсутні. Л.В. Полуденний [51] вважає, що нагідки невимогливі до ґрунтів. А. Косі рекомендує для посіву нагідок ґрунт із pH = 6,5–7,5.

Про вплив родючості ґрунтів на врожайність і розвиток рослин при різному ступені загущення посівів існують різні, часто протилежні думки. Н.П. Перепечко відзначає, що загущення посівів має значно більше значення на бідних ґрунтах, де слаборозвинуті рослини використовують меншу площу живлення й при недостатній густоті їх знижується урожай. На родючих ґрунтах пластичність рослин відносно площ живлення вища, високий урожай тут може бути отриманий як при великій, так і при малій густоті стояння рослин.

***Відношення до світла.*** Світло є важливим чинником, що впливає на врожайність рослин. Умови освітлення відіграють важливу роль у фотосинтетичних процесах рослин, що ростуть у посівах з різною густотою. Водночас нагідки мають високу компенсаційну здатність, що дозволяє їм формувати значні врожаї незалежно від щільності посадки. Як відзначали Є. Вольні та пізніше І.І. Синягін, при рідшому розміщенні рослин листкова поверхня окремої рослини більша, ніж при загущенні, але сумарна поглинальна здатність листків на одиниці площі приблизно однакова.

Нагідки – рослина довгого дня з низьким фотоперіодом: цвітіння починається при тривалості дня понад 6,5 годин. Рослина світлолюбна, краще росте на відкритих сонячних ділянках. Зменшення інтенсивності освітлення

спричиняє витягування рослин та подовження періоду цвітіння.

Фази росту й розвитку нагідок лікарських:

Сходи з’являються через 6–14 днів після сівби залежно від температури та вологості ґрунту. Вегетативний період характеризується інтенсивним ростом рослин.

Фаза бутонізації настає через 20–25 днів після сходів, триває ріст надземної частини, тривалість залежить від умов вегетації.

Початок цвітіння спостерігається на 38–54-й день після сходів, у цей період відбувається активне розгалуження та формування нових квітконосів. Максимальна чиста продуктивність фотосинтезу листків становить 14,7 г/м² на добу.

Період цвітіння залежить від висоти розташування суцвіть: нижчі яруси зацвітають раніше й довше, вищі – коротше. На початку цвітіння суцвіття перебувають на 20–30 см від ґрунту, до кінця вегетації – на 30–70 см, основна маса – ближче до верхівки. При систематичному видаленні суцвіть фазу цвітіння можна продовжити та стимулювати утворення нових квітконосів; без цього темпи утворення квітконосів знижуються, а розміри суцвіть зменшуються.

Біологічна врожайність суцвіть нагідок коливається від 1,5 до 2 т/га сухих суцвіть, а господарська – від 0,5 до 1,5 т/га через несвоєчасний або неповний збір.

Фаза плодоношення починається на 60–75-й день після сходів; ріст рослин сповільнюється та поступово зупиняється.

Фази формування насіння за В.Г. Саввою та співавт.:

Період забарвленого бутона: маса 1000 насінин – 2,02 г (сирі), 0,31 г (сухі), вологість – 84%, тривалість 4–5 днів, колір насіння – темно-зелений.

Фаза наливу: маса 1000 насінин – 12,61 г (сирі), 5,5 г (сухі), вологість – 56,4%, тривалість 14–15 днів, колір – ясно-зелений.

Фаза дозрівання: маса 1000 насінин – 6,21 г (сирі), 5,57 г (сухі), вологість – 10,3%, тривалість 8–9 днів, колір – світло-коричневий.

Насіння зберігає схожість протягом 3–5 років; її різниця визначається строками збору та ступенем зрілості насіння.

Отже, детальне вивчення історії культури нагідок, їх поширення, морфологічних і біологічних особливостей, а також господарського значення свідчить про високу потребу в сировині нагідок лікарських в Україні та потребує розробки ефективних технологій вирощування з подальшим поглибленим дослідженням.

### 1.3. Особливості технології вирощування нагідок лікарських

Нагідки лікарські не рекомендується вирощувати на одному місці упродовж декількох років. Це призводить до виснаження ґрунту, підсилюється ураженість рослин хворобами й шкідниками, виникає алелопатична дія. При вирощуванні нагідок як монокультури, урожайність її кожного наступного року знижується на 10–25%.

Нагідки утворюють багато вегетативної маси, вимогливі до поживного режиму ґрунту і тому можуть включатися в сівозміну після культур, під які вносилися органічні добрива.

Кращими попередниками нагідок є: чистий пар, озимі, що йдуть після багаторічних трав й удобреного пару, однорічні кормові травосуміші, бобові культури, коренеплоди й бульбоплоди.

Проведені в Болгарії досліди виявили, що з досліджуваних сільськогосподарських культур (тюльпани, гладіолуси, айстри, чорнобривці, хризантеми, гвоздика, капуста, квасоля, горох, ячмінь, вико-вівсяна суміш) найбільш сприятливими попередниками для нагідок є гвоздика, квасоля й горох.

Підготовка ґрунту під нагідки лікарські включає основний й передпосівний обробіток. Якщо нагідки йдуть після зернових культур, то слідом за збиранням попередника проводиться лущення стерні. Ця операція повинна проводитися відразу після збирання, тому що запізнювання

призводить до втрати вологи й висушування більш глибоких шарів ґрунту [52].

Наприкінці серпня або на початку вересня проводиться основний обробіток ґрунту. При виборі способу основного обробітку потрібно враховувати агрофізичні властивості ґрунту й внесення мінеральних й органічних добрив. У Лабораторії агротехніки й агрохімії ВІЛАР вивчався вплив на рослини способів і глибини внесення добрив, що обумовлені різними системами обробітку ґрунту. При заробці мінеральних добрив дисковими боронами врожайність нагідок була на 8–13% вище, ніж при оранці з оборотом шару, що пояснюється зміною кислотності в різних шарах ґрунту.

Навесні, після настання фізичної зрілості ґрунту, проводять боронування в 2 сліди важкими або середніми боронами для закриття вологи й вирівнювання поверхні. Перед сівбою проводять передпосівну культивацію на глибину 3–4 см з одночасним боронуванням і наступним прикочуванням кільчасто-шпоровими котками [55].

При розрахунку норми добрив необхідно враховувати вміст поживних речовин у ґрунті й винос їх рослинами. За даними ВІЛАР, нагідки лікарські з урожаєм 5,8 ц/га сухих суцвіть виносять з 1 га 146 кг азоту, 34 кг фосфору і 190 кг калію.

За даними В. Дов’як, за густоти стояння 66 тис. шт. на 1 га одна рослина нагідок виносить 1,68 г азоту, 0,20 г фосфору й 1,57 г калію, що при перерахунку на 1 га становить 112 кг азоту, 14 кг фосфору й 104 кг калію. За аналогічної густоти стояння рослин і врожаю суцвіть 11,2 ц/га одна рослина нагідок виносила 0,94 г азоту, 0,17 г фосфору й 1,42 г калію, відповідно на 1 га – 62,8 кг азоту, 11,6 кг фосфору й 94,3 кг калію.

Дослідження, проведені А.П. Гореловою, показали, що внесення органічних добрив сприяє формуванню великої фітомаси нагідок за рахунок стимулювання росту рослин, що в свою чергу сповільнює інтенсивність цвітіння. Мінеральні добрива підвищують інтенсивність цвітіння, сприяють формуванню більших суцвіть і збільшують нагромадження екстрактивних

речовин. Спільне внесення органічних і мінеральних добрив підсилює ріст рослин, сприяє формуванню великих суцвіть, але дещо менше, ніж внесення тільки мінеральних добрив.

Найбільш повний ефект спостерігається за внесення повного мінерального добрива. Внесення тільки фосфорно-калійних добрив без азоту може не тільки не дати ефекту, але й викликати пригнічення росту рослин нагідок.

Внесення комбінованих добрив (нитроамофоска) у дозі по 90 кг/га д.р. сприяло збільшенню врожаю на 2,9 ц/га в порівнянні з варіантом без добрив (близько 45%).

І. Боркін, досліджуючи вплив азотних добрив на врожай нагідок сорту Пламен, встановив, що на фоні внесення $P_{70}K_{70}$ збільшення дози азоту від $N_0$ до $N_{120}$ підвищувало врожай сухих квіток на 5–7 ц/га. Максимальний урожай був отриманий при $N_{120}P_{70}K_{70}$ й склав 19,79 ц/га на чорноземних ґрунтах. При цьому вміст у квітках флавону підвищувався в міру збільшення дози азоту, у той час як вміст поліфенолів досяг максимуму на рівні дози $N_{40}$. Литовські дослідники підтверджують оптимальну дозу $N_{120}$, але відзначають, що азотні добрива не значно підвищують урожайність квіток.

На врожайність і якість сировини нагідок впливають як дози, так і способи внесення добрив. За даними В.Б. Загуменникова [51], локальне внесення $N_{50}P_{50}K_{50}$ при посіві дало практично таке ж збільшення врожаю суцвіть по роках (38–68%, або 3,7–4,6 ц/га), як і розкидне внесення $N_{100}P_{100}K_{100}$ під передпосівну культивацію (41–65%, або 4,0–4,4 ц/га). Локальне внесення добрив до сівби культиватором-підживлювачем КРН-2,8 поперек майбутніх посівів на глибину 5–7 см збільшувало врожай від 51 до 84% (5,7–6,0 ц/га), а внесення $N_{100}P_{100}K_{100}$ локально під час сівби – від 60 до 99% (5,9–6,7 ц/га). Вапнування парового поля разом із внесенням торфокомпосту в дозі 60 т/га сприяло збільшенню врожаю від 68 до 132% (9,6–11,5 ц/га) після локального внесення мінеральних добрив під час сівби у дозі $N_{100}P_{100}K_{100}$.

Е.А. Зінкова у співавторстві у своїх дослідженнях, орієнтованих на

одержання всієї надземної маси нагідок, рекомендує підвищену дозу калію й фосфору ($N_{90}P_{160}K_{120}$). Крім збільшення урожайності нагідок й підвищення вмісту біологічно активних речовин у суцвіттях, добрива підсилюють ріст рослин і, відповідно, ступінь проективного покриття рослинами міжрядь, що пригнічує розвиток бур'янів. Вивчення цього аспекту у ВІЛАР, дозволило встановити, що максимальне покриття міжрядь (шириною 60 см) рослинами нагідок спостерігалося за локального внесення $N_{100}P_{100}K_{100}$ під час сівби: від 32% – наприкінці червня до 100% – у серпні, що було вище, відповідно, на 19% і 40% від ступеня покриття рослинами без добрив і на 6% вище за внесення $N_{100}P_{100}K_{100}$ під час передпосівної культивації [36].

Нагідки  відносяться до групи рослин, що мало уражуються хворобами й шкідниками. Проте, у районах, де нагідки вирощуються багато років, можливе ушкодження рослин комахами, ураження вірусними та бактеріальними захворюваннями. За вологої погоди, на насіннєвих посівах спостерігається розвиток грибкових захворювань [56].

В умовах Криму, за даними В.Н. Покрищенко, нагідки уражувались борошнистою росою за 40–79% поширення – на 3–4 бала, фузаріозним в'яненням за 2–5% поширення – на 3–4 бала й церкоспорозом за 5–12% поширення – на 1–2 бала. Водночас, ці хвороби практично не знизили врожайність нагідок.

Нагідки в окремі роки ушкоджувалися борошнистою росою й пероноспорозом. Від борошнистої роси врожай суцвіть нагідок знижувався до 16%, але на вміст біологічно активних речовин це не впливало.

Крім хвороб, нагідки можуть ушкоджуватися також шкідниками. Рослини слабо ушкоджуються гусеницями совка-гами, капустяної совки, бурячним клопом і зіркокрилою мушкою.

За даними М. Кадамшоєва, у Таджикистані нагідки ушкоджуються гусеницями совок (капустяної, люцернової, бавовняної, циркумфлекса, озимої, ісландської, іпсилон, чорної). Сходи нагідок у травні-червні поїдаються гусеницями підгризаючих совок; гусениці наземних совок

молодшого віку харчуються переважно нижньою стороною листків, гусениці старшого віку вигризають у листках отвори, залишаючи тільки великі жилки. Для боротьби з гусеницями молодших віків застосовували бактеріальний препарат дендробацилін (його ефективність склала 88–90%). У Таджикистані для зараження лялечок використали Amblyteles (Ctenamblyteles) homocerus Wesm. Об'єктом біозахисту виступав наїзник Apanteles sp., що паразитує на гусеницях.

Однією з головних проблем у багатьох господарствах є забур’яненість полів. З багаторічними бур'янами доцільно боротися, починаючи з попередників. Тому агротехнічні способи обробітку ґрунту на забур’янених полях повинні поєднуватись із застосуванням ефективних гербіцидів з урахуванням видової забур’яненості поля.

На посівах лікарських рослин Б.С. Бондаренко рекомендує наступну систему заходів щодо боротьби із дводольними багаторічними бур'янами: післязбиральне лущення стерні дисковими лущильниками; обприскування гербіцидами; зяблева оранка. Проти злакових багаторічних бур'янів: післязбиральне лущення стерні лемішними лущильниками; зяблева оранка; вичісування кореневищ пружинними боронами; обприскування гербіцидом суцільної дії. Найбільш ефективним, як відзначає автор, є поєднання даних систем.

Обробка насіння ростовими регуляторами сприяє підвищенню схожості та стимулює розвиток проростків. Наприклад, застосування таких регуляторів для насіння нагідок сорту «Сахаровська жовтогаряча» подвоювало або більше показники схожості та забезпечувало збільшення довжини кореня й стебла на 20–25%.

Проведені в Полтавській області дослідження впливу розміру насіння на схожість, урожайність і якість сировини нагідок, не виявили істотних відмінностей за цими показниками. Звичайно, після обмолоту в масі залишається і йде у відхід частина великих насінин, що складає від 10 до 30% урожаю. Щоб виключити ці втрати, С.М. Бобоха рекомендує проводити

очищення усіх фракцій насіння. При цьому, регламентуючим фактором при виборі фракції насіння може бути розмір висіваючого отвору сівалки.

Сівба є найважливішою технологічною операцією, від якості й від строків проведення якої залежить майбутній урожай. Посів проводиться на глибину 2–3 см овочевими сівалками СКОН-4,2, СОН-2,8, обладнаними дисковими сошниками з обмежувачами глибини закладання насіння і каточками, що забезпечують рівномірне закладання насіння і прикочування рядків [57].

Догляд за посівами складається з міжрядних обробітків, прополки бур'янів у рядках і захисту рослин. Обробіток міжрядь проводиться кілька разів у міру появи бур'янів культиваторами КРН-2,8, КРН-4,2 та іншими, обладнаними плоскорізними бритвами й секціями ротаційно-голчастих дисків. Глибина обробки змінюється з 4–5 см (перша обробка) до 8–10 см. Обробіток проводиться до змикання рослин нагідок у міжряддях. Ручна прополка проводиться для видалення бур'янів у рядках й обробки захисних зон. При використанні гербіцидів ці операції можуть не проводитися.

У цей час для одержання сировини, що відповідає вимогам стандарту, найбільш якісним способом збирання залишається ручний збір.

До збирання суцвіть приступають із самого початку цвітіння. Суцвіття збирають при розкритті не менше половини язичкових (крайових) квіток у махрових форм і зацвітанні 2–4 кіл трубчастих (серединних) квіток у немахрових форм. Збір проводять періодично в міру розпускання нових суцвіть – через 2–7 днів. За сезон збір проводиться 15–20 разів.

Механізоване збирання ускладнюється розташуванням суцвіть на рослині на різній висоті (від 30 до 70 см), розтягнутим періодом цвітіння та нерівномірністю розпускання суцвіть. Тому, розроблені календуло-збиральні машини вичісуючого типу (УСК, РМ-1,4, ОС-2,8, чехословацька VZR-4) разом із суцвіттями видаляють частину бутонів, що скорочує кількість механізованих збирань до 4–5 разів за сезон і знижує урожайність. У зібрану масу попадають також листки й стебла, суцвіття із залишками квітконосів

більше допустимих меж, частина суцвіть залишається незібраними. Одержувана при цьому сировина вимагає ручного доочищення або сортування на машинах грохотного типу [57].

Зусилля відриву суцвіття становить 500–900 г, а зусилля висмикування самої рослини – 5–12 кг. Довжина залишків квітконоса при відриві суцвіть за механізованого збирання коливається від 1 до 5 мм на початку цвітіння, надалі зростає від 30 до 220 мм [52].

**Рис.1. Посіви нагідок лікарських**

# РОЗДІЛ 2

# УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

## 2.1. Ґрунтово-кліматичні умови

Дослідження елементів технології вирощування нагідок лікарських проводилися в 2024–2025 рр. на території ФОП Прудивус С.М., Кам'янець-Подільський район, Хмельницька область.

Кам'янець-Подільський район розташований у південній частині області та за рівнем зволоженості й теплозабезпеченості вегетаційного періоду належить до південного теплого агрокліматичного району, що прилягає до Дністра. Сума температур за вегетаційний період тут становить близько 2600 °С. Особливо теплий клімат спостерігається в долині Дністра та на гирлових ділянках його лівих приток. Опадів тут випадає приблизно 620 мм, що загалом забезпечує оптимальні умови для розвитку рослин.

Рельєф дослідної зони відноситься до Подільської височини, що є інверсійною за структурою фундаменту, з найвищими точками понад 350–400 м і значною ерозійною розчленованістю. Водорозділи вузькі й часто ерозійні. Основні складові височини – Гологори, Вороняки, Кременецькі гори, Росточчя, а також смуга Товтр довжиною близько 250 км із вузькими скелистими кряжами та ізольованими горбами. Важливими елементами рельєфу є глибоко врізані, місцями каньйоноподібні річкові долини [58].

Агрокліматичне районування визначає розподіл території за весь вегетаційний цикл або окремі його періоди, з урахуванням основних кліматичних характеристик, що впливають на сільськогосподарське виробництво. Для цього використовуються такі показники, як сума температур, кількість опадів, коефіцієнт атмосферного зволоження, фотосинтетична активна радіація тощо. Крім того, враховуються особливості росту й розвитку культур, їхні потреби за агрокліматичними умовами та

технологіями вирощування, а також вплив несприятливих явищ.

Головними ознаками агрокліматичного районування, що визначають ефективність сільськогосподарського виробництва, є врожайність і якість продукції. Порівняльний аналіз кліматичних факторів південної частини Лісостепу заходу України наведено в таблиці 2.1.

За результатами агроґрунтового районування території України, дослідна зона відноситься до південної частини західної провінції Лісостепу.

Таблиця 2.1

Характеристика регіону за кліматичними факторами

| Показник | В зоні досліджень | В межах України |
|---|---|---|
| Річна сума сонячної радіації | 3600–3800 МДж/м$^2$ | 3500–5200 МДж/м$^2$ |
| Сума поглинутої сонячної радіації | 2600–2800 МДж/м$^2$ | 2360–4240 МДж/м$^2$ |
| Річна сума радіаційного балансу | 1400–1500 МДж/м$^2$ | 1140–2200 МДж/м$^2$ |
| Сума фотосинтечно активної радіації за вегетаційний період (з температурою 5 ºС та вище) | 1750–1800 МДж/м$^2$ | 1550–2450 МДж/м$^2$ |
| Середня сума позитивної температури повітря за теплий період | 3000–3200 ºС | 2990–4378 ºС |
| Тривалість безморозного періоду | 180 діб | 160–220 діб |
| Сума ефективних температур, що перевищують 5 ºС | 2017 ºС | 1800–2852 ºС |
| Сума активних температур (перехід температури повітря через 10 ºС) | 2400–2600 ºС | 2400–3400 ºС |
| Річна сума опадів | 620 мм | 400–1250 мм |
| Гідротермічний коефіцієнт | 1,6–1,3 | 2,0–0,5 |

| | | |
|---|---|---|
| Селянінова | | |

Щодо ґрунтового покриву дослідного поля, то вказана ділянка представлена чорноземами типовими, чорноземами вилугуваними та лучно-чорноземними ґрунтами. Досліди з вивчення елементів технології вирощування нагідок лікарських закладалися на дослідному полі, ґрунтовий покрив якого складався із чорнозему вилугуваного.

Фізичні властивості ґрунту мали наступні показники:

– в шарі 0–30 см: об’ємна маса складає 1,40 г/см$^3$, щільність твердої фази – 2,62 г/см$^3$, загальна пористість – 48,0 %, частинок менших 0,01 мм – 63%, вологість в’янення – 27 мм, найменша польова вологомісткість – 38 мм і повна – 71 мм;
– в шарі 0–100 см; об’ємна маса – 1,43 г/см$^3$, щільність твердої фази – 2,67 г/см$^3$, загальна пористість – 45,1 %, вологість в’янення – 101 мм, найменша польова вологомісткість – 172 мм і повна – 339 мм.

Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

**Агрохімічна характеристика ґрунту дослідної ділянки**

| Глибина, см | Кислотність | | Сума ввібраних основ, мг-екв/100 г ґрунту | Гумус, % | Середньозважена забезпеченість елементами живлення, мг/кг | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Нг | pH | | | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0–10 | 0,76 | 6,7 | 22,1 | 4,11 | 121 | 91 | 173 |
| 10–20 | 0,87 | 6,6 | 20,9 | 4,02 | 113 | 90 | 179 |
| 20–30 | 0,80 | 6,7 | 21,5 | 3,86 | 111 | 91 | 172 |
| 30–40 | 1,03 | 6,8 | 21,1 | 3,80 | 120 | 83 | 143 |
| 40–50 | 0,94 | 6,9 | 20,1 | 3,72 | 118 | 79 | 122 |
| 50–60 | 0,88 | 6,8 | 19,7 | 3,60 | 110 | 94 | 134 |
| 60–70 | 0,62 | 6,9 | 30,3 | 3,58 | 71 | 112 | 128 |
| 70–80 | 0,79 | 7,0 | 29,2 | 3,22 | 90 | 114 | 125 |
| 80–90 | 0,50 | 7,1 | 39,4 | 2,59 | 65 | 114 | 130 |
| 90–100 | 0,45 | 7,2 | 45,2 | 2,47 | 63 | 118 | 128 |

Вміст рухомого фосфору в ґрунті становить 9,0–12,0 мг/100 г, обмінного калію – 18,0–23,0 мг/100 г. Сольовий pH – 6,8–7,0, ємність поглинання – 32–34 мг-екв/100 г, а сума поглинутих основ – 20–33 мг-екв/100 г ґрунту. Насичення основами майже повне – 94,7–99,0%.

Таким чином, ґрунт можна охарактеризувати як середньоокультурений, який для забезпечення високих врожаїв сільськогосподарських культур потребує достатнього внесення мінеральних та органічних добрив.

### 2.2. Погодні умови в роки досліджень

За агрокліматичними характеристиками територія дослідного поля відноситься до зони з помірно континентальним кліматом. За даними метеорологічних спостережень Хмельницького обласного центру з гідрометеорології, кліматичні умови в роки проведення досліджень в цілому відповідали середнім багаторічним показникам. Водночас спостерігалися певні відхилення, які вплинули на продуктивність рослин нагідок лікарських.

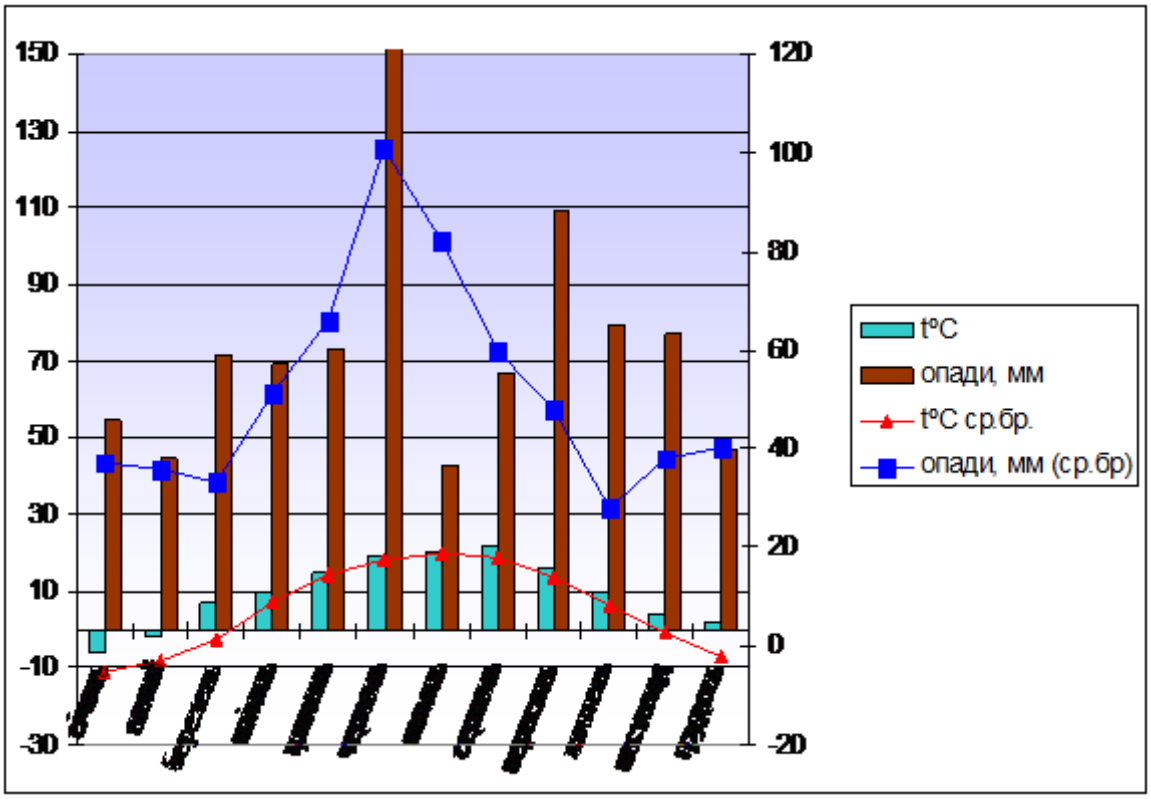


Рис.2.1. Погодно-кліматичні умови 2024 року

Характеризуючи умови 2024 року слід відмітити насамперед, що вони були досить сприятливі для росту і розвитку рослин нагідок лікарських. У січні було на 0,7$^0$С холодніше, а починаючи з лютого і до кінця року температури були на 0,6-5,4$^0$С вище за середні багаторічні показники.

Вже в березні температури в середньому за місяць підвищились на 5,4$^0$С, паралельно збільшилась кількість опадів на 38,3 мм порівняно із середніми багаторічними показниками. Умови, що склалися забезпечили появу дружніх сходів та швидке наростання надземної маси рослин. У червні під час масового цвітіння рослин температури були підвищеними і паралельно була достатня кількість опадів, тоді як у липні опадів випало на 39,1 мм менше, ніж в середньому за останні десять років. Такі умови задовольняли біологічні потреби рослин нагідок лікарських і дали змогу сформувати високу урожайність суцвіть.

У 2025 році, порівняно із середніми багаторічними показниками температура була близька до середніх багаторічних показників.

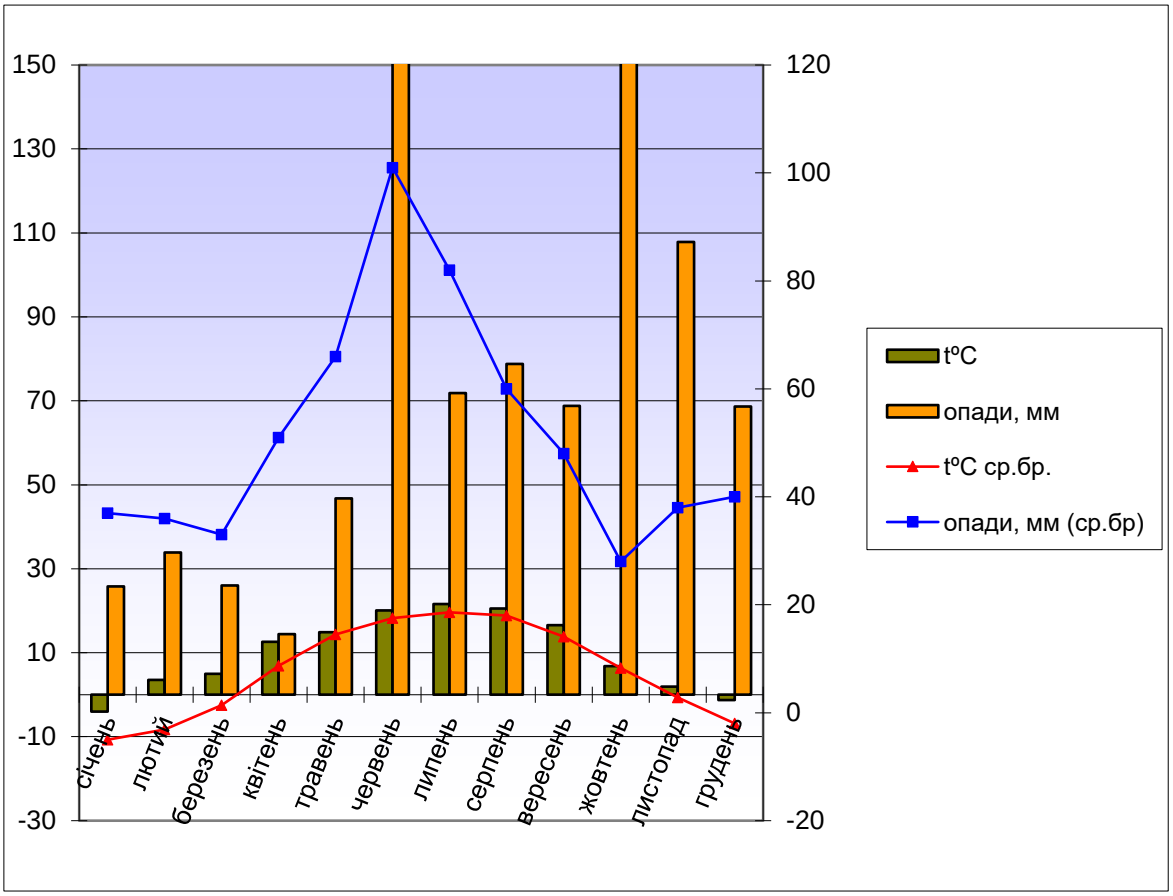


Рис.2.2. Погодно-кліматичні умови 2025 року

На рис. 2.2, видно, що відхилення у температурних показниках складали 0,4-3,9$^0$С, поступалися показники на 0,7-1,5$^0$С, а з лютого по вересень температури були вищими на 0,4-3,9$^0$С. Істотне підвищення – на 3,6-3,9$^0$С відмічалось в середньому за березень та квітень місяці, що для сафлору цілком прийнятно.

Щодо опадів, слід відмітити, що відбувся їх повний перерозподіл. Так, до квітня місяця їх було менше порівняно з багаторічними показниками, особливо у квітні місяці, коли показник зменшився на 38,4 мм, тоді як у червні перевищення багаторічних показників склало аж 242,8 мм, тобто по факту опадів було в середньому за місяць 343,8 мм, що майже утричі перевищує багаторічні дані. Такі умови не зовсім підходять для рослин нагідок лікарських, надлишок вологи спричинив незначне ураження рослин хворобами.

## 2.3. Матеріал і методика досліджень

Дослідження елементів технології вирощування нагідок лікарських проводилися шляхом закладання польового досліду за загальноприйнятою методикою. Схема досліду була двофакторною з чотириразовим повторенням. Посівна площа елементарної ділянки становила 70,85 м², облікова – 50,04 м².

Досліди закладали після озимої пшениці. Основний обробіток ґрунту включав дворазове лущення стерні на глибину 10–12 см. Фосфорно-калійні добрива у вигляді амонізованого суперфосфату (ТУ 113–08–0209431–119–91) та сірчанокислого калію (ТУ 113–13–17–83) вносили лише під попередник із нормою 50 кг/га [59].

У досліді вивчали вплив та взаємодію двох факторів:

А – спосіб сівби;

В – відстань між рослинами в рядку (табл. 2.3).

Протягом проведення досліджень виконували такі спостереження та обліки:

Фенологічні спостереження – проводили у ключові фази росту і розвитку рослин відповідно до «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур». Відмічали основні фази росту та етапи органогенезу. Початок фази фіксували, коли вона настає у 10% рослин, а повне її проявлення – у 75% рослин [60].

Підрахунок густоти стояння рослин – здійснювали у фазі сходів та перед збиранням врожаю на постійно закріплених площадках у триразовій повторності на двох різних повтореннях. Висоту рослин визначали шляхом вимірювання 10 рослин на закріплених кілочках.

Таблиця 2.3

**Схема польового досліду**

| А – способи сівби (ширина міжрядь, см) | В – відстань між рослинами в рядку, см | Шифр варіантів |
|---|---|---|
| $A_0$ – звичайний рядковий (15 см) | $B_0$ – 5 см | $A_0B_0$ |
| | $B_1$ – 10 см | $A_0B_1$ |
| | $B_2$ – 15 см | $A_0B_2$ |
| | $B_3$ – 20 см | $A_0B_3$ |
| $A_1$ – широкорядний (30 см) | $B_0$ – 5 см | $A_0B_0$ |
| | $B_1$ – 10 см | $A_0B_1$ |
| | $B_2$ – 15 см | $A_0B_2$ |
| | $B_3$ – 20 см | $A_0B_3$ |
| $A_2$ – широкорядний (45 см) | $B_0$ – 5 см | $A_0B_0$ (Контроль) |
| | $B_1$ – 10 см | $A_0B_1$ |
| | $B_2$ – 15 см | $A_0B_2$ |
| | $B_3$ – 20 см | $A_0B_3$ |
| $A_3$ – широкорядний (60 см) | $B_0$ – 5 см | $A_0B_0$ |
| | $B_1$ – 10 см | $A_0B_1$ |
| | $B_2$ – 15 см | $A_0B_2$ |
| | $B_3$ – 20 см | $A_0B_3$ |
| $A_0$ – звичайний рядковий (15 см) | $B_0$ – 5 см | $A_1B_0$ |
| | $B_1$ – 10 см | $A_1B_1$ |
| | $B_2$ – 15 см | $A_1B_2$ |
| | $B_3$ – 20 см | $A_1B_3$ |
| $A_1$ – широкорядний (30 см) | $B_0$ – 5 см | $A_1B_0$ |
| | $B_1$ – 10 см | $A_1B_1$ |
| | $B_2$ – 15 см | $A_1B_2$ |
| | $B_3$ – 20 см | $A_1B_3$ |

| | | |
|---|---|---|
| $A_2$ – широкорядний (45 см) | $B_0$ – 5 см | $A_1B_0$ |
| | $B_1$ – 10 см | $A_1B_1$ |
| | $B_2$ – 15 см | $A_1B_2$ |
| | $B_3$ – 20 см | $A_1B_3$ |
| $A_3$ – широкорядний (60 см) | $B_0$ – 5 см | $A_1B_0$ |
| | $B_1$ – 10 см | $A_1B_1$ |
| | $B_2$ – 15 см | $A_1B_2$ |
| | $B_3$ – 20 см | $A_1B_3$ |

1. Оцінку фотосинтетичної продуктивності встановлювали за наступними показниками:

– площу листкової поверхні визначали за фазами розвитку методом «висічок» і розраховували за формулою:

$$П = \frac{МП_1К}{М_1}, \quad (2.1)$$

де $М$ – маса листків у пробі, г; $П_1$ – площа однієї висічки, см$^2$; $К$ – число висічок; $М_1$ – маса висічок, г.

– фотосинтетичний потенціал ($ФП$) визначали за формулою:

$$ФП = \frac{[(Л_1 + Л_2) \times T_1 + (Л_2 + Л_3) \times T_2 ..]}{2}, \quad (2.2)$$

де $Л_1$+$Л_2$ – сума площі листків по періодах в тис. м$^2$/га; $T_1$, $T_2$ ... – тривалість роботи листків, дн.

– чисту продуктивність фотосинтезу ($ЧПФ$) розраховували за формулою:

$$ЧПФ = \frac{X}{ФП}, \quad (2.3)$$

де $X$ – вміст абсолютно сухої речовини, т; $ФП$ – фотосинтетичний потенціал, млн. м$^2$дн./га.

2. Інтенсивність накопичення сухої речовини визначали за фазами

росту і розвитку шляхом висушування паралельних наважок до постійної маси при температурі 105ºС та розраховували за формулою:

$$C_p = \frac{100 \times M_2}{M_1}, \quad (2.4)$$

де $M_1$ та $M_2$ – маса відповідно "сирого" зразка та сухої речовини, г.

3. Абсолютну швидкість росту ($K$) – величину приросту за певний проміжок часу, віднесену до одиниці часу визначали за формулою:

$$K = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \quad (2.5)$$

де $W_1$ і $W_2$ – параметри рослини або її окремого органа в моменти часу $T_1$ і $T_2$.

4. Для повного аналізу ростових процесів ми визначали відносний або процентний ріст ($R$) нагідок:

$$R = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100, \quad (2.6)$$

5. де $W_2$ – параметр, що характеризує розмір рослини в момент виміру, $W_0$ – вихідний параметр [61].
6. Показники структури врожаю визначали за біометричним аналізом пробних снопів, які відбирали з двох погонних метрів у двох несуміжних повтореннях в різних місцях ділянки.
7. Вміст каротиноїдів у суцвіттях нагідок встановлювали користуючись методикою П.П. Вєтрова. Визначення проводилося на основі екстрагування сухих подрібнених суцвіть нагідок гексаном і визначення оптичної щільності розчину на спектрофотометрі. Вміст суми каротиноїдів (у перерахунку на β-каротин) розраховувався за формулою:

$$C = (D_1 \times 0.00208 \times 25 \times 25 \times 10) / (D_0 \times 0.2 \times A), \quad (2.7)$$

де $C$ – вміст каротиноїдів (у перерахунку на β-каротин), міліграм%;

$D_1$ – оптична щільність досліджуваного розчину;

$D_0$ – оптична щільність розчину стандартного зразка біхромату калію;

0,00208 – кількість β-каротину (мг) в розчині, відповідному щодо забарвлення

розчину стандартного зразка біхромату калію.

8. Вміст флавоноїдів у суцвіттях визначався за методикою В.В. Белікова в перерахунку на ГСО рутина. [62].
9. Математичний аналіз показників урожайності та її якісних показників проводили за допомогою дисперсійного та кореляційно-регресійного методів на комп’ютері з використанням сучасних пакетів прикладних програм типу Exel, Statistica-6.0. [63].
10. Економічну ефективність технології вирощування визначали після проведення виробничих дослідів і складання технологічних карт [64, 65].
11. Біоенергетичну оцінку технологій вирощування встановлювали за методикою і довідковими даними, які визначені О.К. Медведовським та П.І. Іваненко. [66, 67].

# РОЗДІЛ 3

# РІСТ, РОЗВИТОК ТА ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ

Ріст, розвиток та формування показників індивідуальної продуктивності є ключовими характеристиками продуційного процесу сільськогосподарських культур, зокрема нагідок лікарських. Регулювання ростових процесів та їх інтенсифікація прямо впливає на формування генеративних органів і створює сприятливі умови для досягнення високої індивідуальної продуктивності рослин. Відомо, що інтенсивність росту та розвитку визначається дією екологічних, едафічних і біотичних факторів, проте значну роль відіграє також антропогенний вплив. В умовах зони нестійкого зволоження частка технологічних заходів у формуванні продуктивності сільськогосподарських культур становить 56–78%, а при оптимальній взаємодії природних факторів може досягати 85% і більше. Тому для виявлення закономірностей формування врожайності та якості суцвіть нагідок лікарських необхідно детально досліджувати динаміку росту, розвитку та індивідуальної продуктивності рослин.

## 3.1. Вегетаційний період нагідок лікарських

Тривалість вегетаційного періоду польових культур визначається генетично. У однорічних культурах норма реакції на зміну умов зовнішнього середовища складає 5–10%. Для різних сортів однієї культури цей показник може відрізнятися, що обумовлено низкою факторів: екотипом сорту, групою стиглості, типом росту (завершений або незавершений), потенціалом модифікаційної мінливості тощо.

Тривалість вегетаційного періоду та окремих етапів органогенезу є важливими чинниками, що визначають реалізацію потенціалу продуктивності

сорту або гібриду. Зміни тривалості цих періодів впливають на використання рослинами фотосинтетично активної радіації, води та елементів живлення. Таким чином, тривалість вегетації прямо та опосередковано впливає на формування продуктивності посіву. Аналіз тривалості фаз росту і розвитку дозволяє оцінити забезпеченість рослин основними факторами життя.

Встановлено, що тривалість етапів органогенезу та міжфазних періодів росту і розвитку найбільше залежить від швидкості накопичення суми активних температур, особливо на ранніх етапах вегетації. Тому в наших польових дослідженнях проводили спостереження за фенологією нагідок лікарських, фіксуючи дати початку та завершення фаз росту, їх тривалість, суму активних температур і кількість опадів у міжфазні періоди.

Аналіз показників середньої тривалості фаз росту і розвитку показав, що незалежно від відстані між рослинами в рядку та ширини міжрядь, сходи з’являлися на 14–15-й день після сівби (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Тривалість проходження періодів росту і розвитку рослинами нагідок лікарських, діб (середнє за 2024–2025 рр.)**

| Ширина міжрядь, см (фактор А) | Відстань між рослинами в рядку, см (фактор В) | Тривалість періоду | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | сівба-сходи | сходи-бутонізація | сходи-цвітіння | сходи-кінець вегетації | цвітіння |
| 15 | 5 | 13 | 42 | 58 | 170 | 112 |
| | 10 | 14 | 40 | 56 | 169 | 113 |
| | 15 | 14 | 38 | 54 | 169 | 115 |
| | 20 | 13 | 37 | 53 | 170 | 117 |
| 30 | 5 | 15 | 41 | 57 | 168 | 111 |
| | 10 | 14 | 40 | 56 | 169 | 113 |
| | 15 | 14 | 38 | 54 | 169 | 115 |
| | 20 | 13 | 37 | 52 | 170 | 118 |
| 45 | 5 | 13 (К) | 41 (К) | 57 (К) | 170 (К) | 113 (К) |
| | 10 | 14 | 39 | 55 | 169 | 114 |
| | 15 | 15 | 38 | 53 | 168 | 115 |
| | 20 | 14 | 36 | 51 | 169 | 118 |
| 60 | 5 | 15 | 40 | 56 | 168 | 112 |
| | 10 | 13 | 39 | 54 | 170 | 116 |
| | 15 | 14 | 37 | 52 | 169 | 117 |
| | 20 | 14 | 36 | 51 | 169 | 118 |
| Середнє по фактору А | | 14 | 39 | 54 | 169 | 115 |
| $НІР_{05}$ | | 2,0 | 4,8 | 4,9 | 8,0 | 7,2 |

.

Достовірний вплив досліджуваних факторів А і В (ширина міжрядь і відстань між рослинами в рядку) доведена результатами дисперсійного аналізу в період бутонізації, цвітіння і до кінця вегетації. В період сходів достовірним був лише вплив ширини міжрядь.

Вплив відстані між рослинами в рядку і ширини міжрядь на тривалість періодів росту і розвитку рослин зображена на тривимірному графіку (рис. 3.1.). З рисунка видно, що в період сходи-бутонізація збільшення відстані між рослинами а також незначне збільшення ширини міжрядь сприяло зменшенню цього періоду. Теж саме, але в меншій мірі спостерігалося і в період бутонізація-цвітіння. І навпаки, в період цвітіння-кінець вегетації збільшення відстані між рослинами в рядку і самими рядками призводило до збільшення тривалості цього періоду.

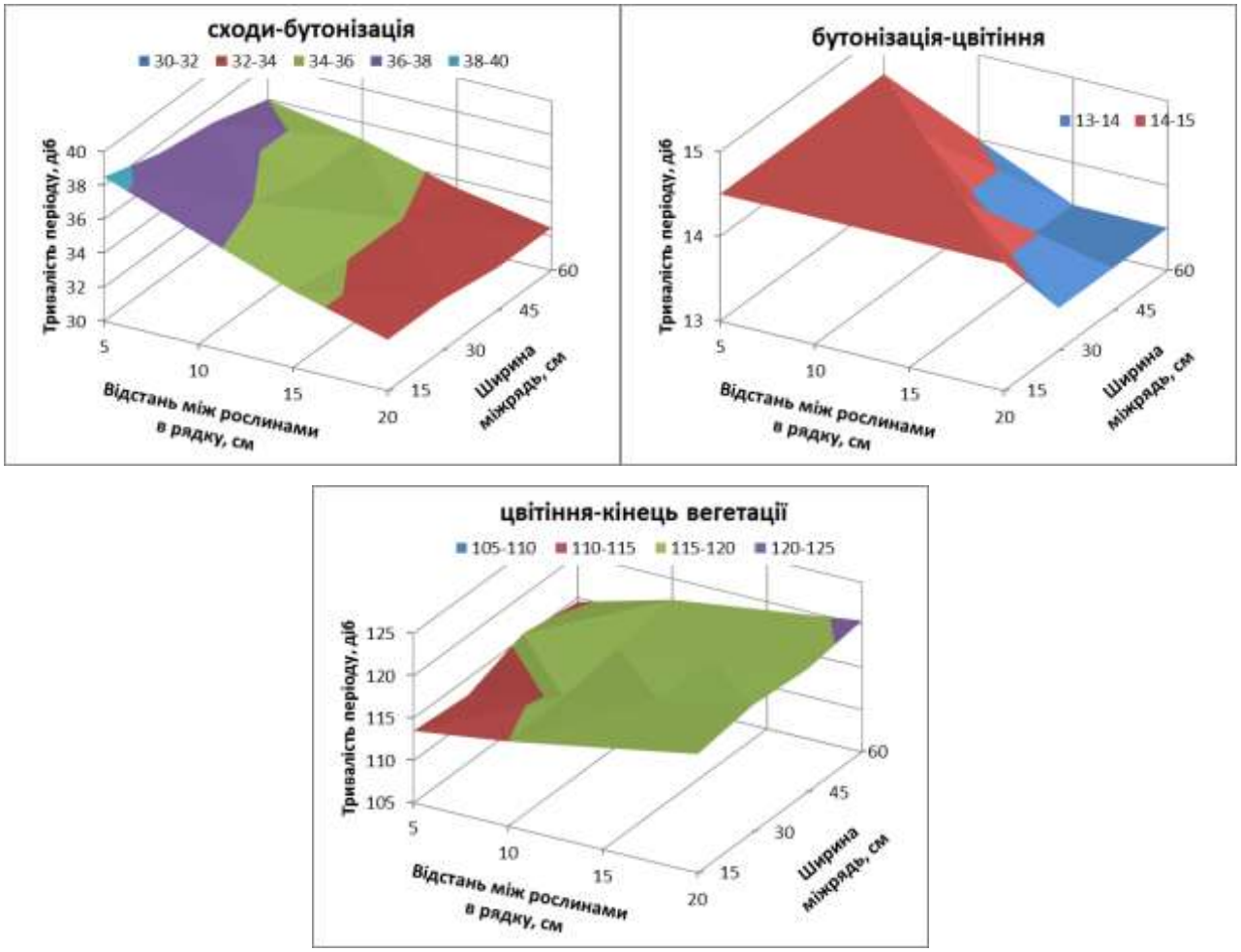


Рис. 3.1. Вплив відстані між рослинами в рядку і ширини міжрядь на тривалість періодів росту і розвитку нагідок лікарських

Встановлено, що у варіантах із відстанню між рослинами в рядку в межах 20 см, бутонізація, за сівби культури в перший строк, наступала на 37-у, в другий – на 29-у добу.

В цей період накопичувалось відповідно: 236–247 та 226–240ºС активних температур і випадало 62 та 64 мм опадів. При вирощуванні нагідок лікарських із відстанню між рослинами 15 та 10 см, період від сходів до бутонізації збільшувався на 2–3 доби, що пов’язано із початком пагоноутворення. Відмічено, що гілкування рослин, особливо з відстанню між рослинами в рядку в межах 20 см, починалось із пазух першої пари справжніх листків або з пазухи другого чи третього листка.

Відмічено, що цвітіння починалось на 4 та 9 днів раніше при висіві насіння з відстанню між рослинами в рядку 5 і 10 см, у порівнянні з варіантами, де ця відстань становила 20 см. При цьому посіви нагідок лікарських акумулювали суму активних температур на 59–65ºС більше, ніж при відстані 20 см. Така ж залежність стосується і відстані між рядками.

В цілому, тривалість вегетаційного періоду нагідок лікарських коливалась в межах від 162 до 170 діб. Оскільки, за рівнем зволоження та температурним режимом упродовж вегетаційного періоду культури, роки досліджень були подібними, то ми можемо зробити об’єктивний висновок про достовірний вплив ширини міжрядь, відстані між рослинами в рядку і строків сівби на динаміку цього показника.

Так, нами встановлено, що при зменшенні відстані між рослинами в рядку та ширини міжрядь, тривалість періоду сходи-цвітіння культури збільшувалась на 3 та 7 днів, а тривалість періоду цвітіння-кінець-вегетації навпаки зменшувалась. Найбільша тривалість вегетаційного періоду нагідок лікарських в середньому склала 169 діб. Сума активних температур, акумульованих упродовж періоду сходи-цвітіння нагідок лікарських, у варіантах становила в середньому 425ºС. В період від цвітіння до кінця вегетації сума акумульованих активних температур у варіантах становила в середньому 1205ºС.

Отже, в результаті проведених обліків і спостережень було встановлено, що на тривалість міжфазних періодів росту і розвитку та вегетаційного періоду в цілому, більший вплив мала відстань між рослинами в рядку та гідротермічні ресурси.

### 3.2. Густота рослин і ступінь виживаності рослин нагідок лікарських

Відомо, що продуктивність будь-якої сільськогосподарської культури є функцією показників індивідуальної продуктивності середньозваженої рослини та середньої кількості рослин на одиниці площі. Ще у 1962 р. вчений-селекціонер Г.В. Гуляєв довів, що врожайність сільськогосподарських культур здебільшого визначається густотою посіву.

За результатами дисперсійного аналізу експериментальних даних густоти рослин на початку вегетації і в кінці вегетаційного періоду встановлено, що схожість насіння нагідок лікарських неістотно залежала від строків сівби та достовірно на 95% рівні значимості варіювала залежно від відстані між рослинами в рядку і ширини міжрядь. В таблиці 3.2 наведено данні, усереднені за досліджуваними факторами, для кращого сприйняття отриманих залежностей щодо впливу ширини міжрядь та відстані між рослинами в рядку на густоту рослин і ступінь виживаності нагідок лікарських.

Аналізуючи стан виживаності рослин нагідок лікарських у фазі бутонізації слід відмітити, що її рівень зменшувався після зменшення відстані між рослинами та ширини міжрядь і найменшим був у варіантах з шириною міжрядь 15 см та відстанню між рослинами в рядку в межах 5 см. За сівби культури з відстанню між рослинами 20 см і шириною міжрядь 30 см, показник виживаності складав 90%.

Таблиця 3.2

**Густота рослин і ступінь виживаності нагідок лікарських залежно від ширини міжрядь і відстані між рослинами в рядку (середнє за 2024–2025 рр.)**

| Варіанти | Густота сходів, шт /м$^2$ | Ступінь виживаності (%) у фазу | | | | Кінцева густота, шт./м$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | утворення розетки листків | бутоні-зації | цвітіння | початку відми-рання | |
| Ширина міжрядь, см (фактор А) | | | | | | |
| 15 | 55 | 83 | 81 | 81 | 80 | 43 |
| 30 | 28 | 89 | 88 | 86 | 85 | 23 |
| 45 | 19 | 93 | 92 | 90 | 88 | 16 |
| 60 | 14 | 97 | 96 | 93 | 91 | 12 |
| $НІР_{05В}$ | 3,2 | | | | | 3,8 |
| Відстань між рослинами в рядку, см (фактор В) | | | | | | |
| 5 | 55 | 86 | 85 | 83 | 82 | 44 |
| 10 | 27 | 89 | 88 | 86 | 85 | 23 |
| 15 | 18 | 92 | 91 | 89 | 87 | 16 |
| 20 | 14 | 95 | 94 | 92 | 90 | 12 |
| $НІР_{05С}$ | 3,2 | | | | | 3,8 |

Найменший рівень виживаності в фазу бутонізації – 77% спостерігався при вирощуванні нагідок лікарських у варіантах з відстанню між рослинами 5 см, шириною міжрядь 15 см.

Отже, найбільш сприятливі умови для формування високої виживаності рослин нагідок лікарських складалися при ширині міжрядь 60 см, із відстанню між рослинами в рядку в межах 20 см.

### 3.3. Морфо-біологічні особливості формування індивідуальної продуктивності рослин

Індивідуальна продуктивність рослин є важливим показником, що відображає ефективність використання ґрунтово-кліматичного потенціалу та технологічних заходів вирощування для інтенсифікації росту і розвитку рослин. На основі абсолютних значень цих показників можна об’єктивно визначити найоптимальніші варіанти взаємодії технологічних прийомів, які в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах регіону визначатимуть рівень урожайності та якість суцвіть нагідок лікарських у виробничих посівах.

Спадкові особливості, вікові та фізіолого-біохімічні зміни рослин, а також добові й сезонні коливання основних факторів середовища (температури, вологості, рівнів ґрунтового та повітряного живлення тощо) зумовлюють майже постійні й значні зміни інтенсивності та локалізації ростових процесів.

Спостереження за ростом і розвитком нагідок лікарських за шкалою біологічного часу показали, що до фази бутонізації інтенсивність росту рослин залишається високою незалежно від щільності посіву та строків сівби. Після переходу до фази цвітіння ріст надземної частини сповільнюється, тоді як приріст кореневої системи протягом вегетації відбувається поступово, без стрибків, що забезпечує рослині необхідні поживні речовини для формування вегетативної, а згодом і генеративної частини.

Серед досліджуваних факторів достовірний вплив на біометричні показники рослин мала ширина міжрядь. При сівбі з міжряддям 60 см лікарські рослини виростали в середньому на 15–20% вищими та мали корінь на 10–12% довший порівняно з контролем і шириною міжрядь 45 см.

**Погодні умови вегетаційного періоду безпосередньо впливають на основні біометричні показники росту і розвитку нагідок.**

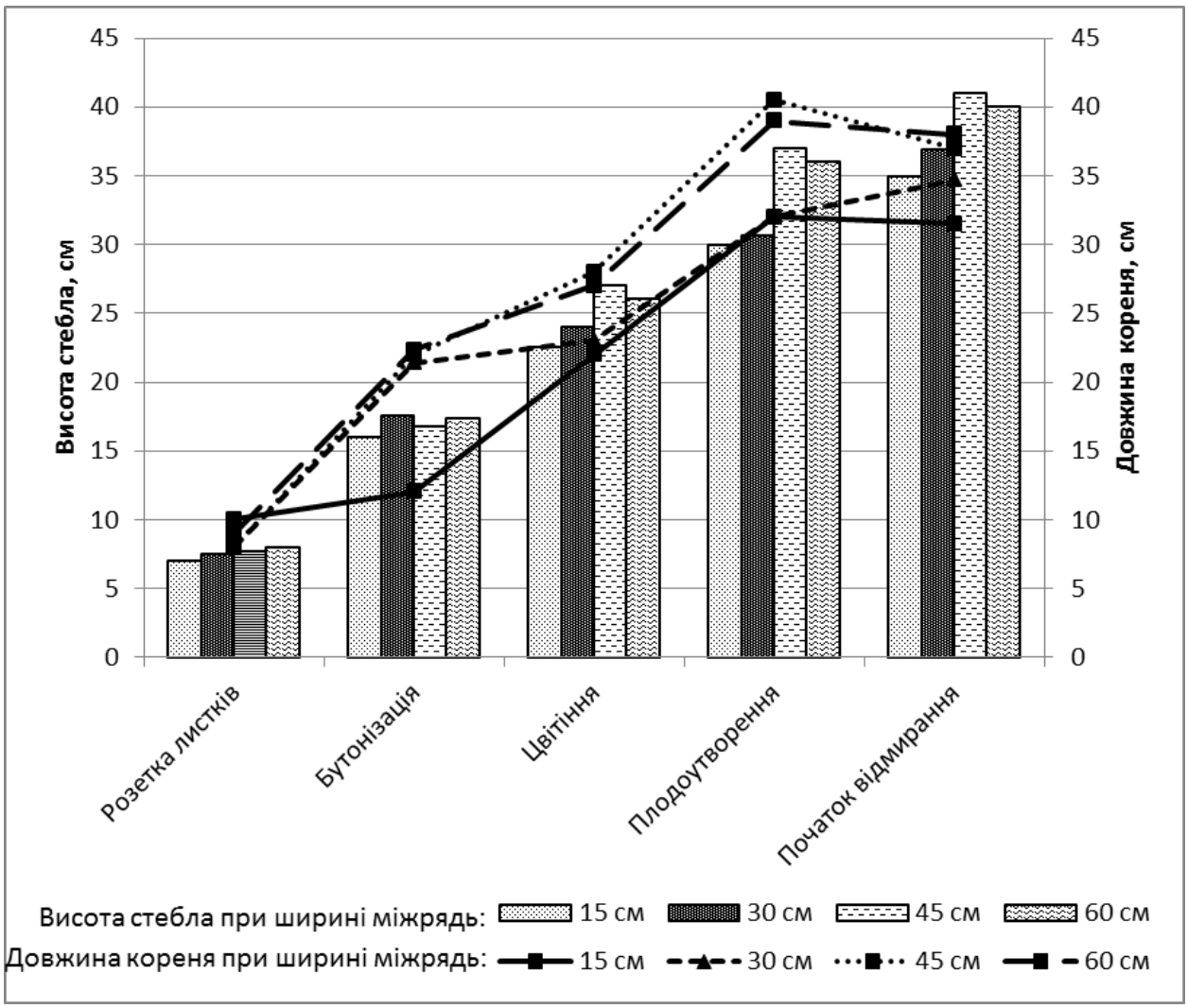


Рис. 3.2. Основні біометричні показники росту й розвитку нагідок лікарських

В результаті досліджень між ростом пагона й кореня виявлено сильно виражену позитивну кореляцію (г=0,98), що свідчить про збалансований розподіл поживних речовин у рослинних тканинах, і відповідно про оптимальні умови живлення в наявній агроекосистемі.

В онтогенезі співвідношення маси надземної й підземної частин нагідок лікарських визначається генотипом рослини та умовами зростання (табл. 3.3).

До кінця вегетаційного періоду нагідок, втім, як і в однолітніх трав та зернових, це співвідношення збільшується. У середньому по варіантах, приріст маси не перевищував 20–35% від попередньої фази.

Таблиця 3.3

**Співвідношення повітряно-сухої маси надземної й підземної частин нагідок лікарських залежно від ширини міжрядь (2024–2025 рр.)**

| Показники | Ширина міжрядь, см | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 | | 45 | | 60 | |
| | x±Sx, г | % | x±Sx, г | % | x±Sx, г | % |
| Фаза бутонізації | | | | | | |
| Загальна маса рослини | 5,8±0,82 | 100 | 3,6±0,50 | 100 | 3,9±0,62 | 100 |
| – надземна частина, | 4,5±0,43 | 77 | 3,0±0,32 | 82 | 3,0±0,34 | 75 |
| У т.ч. листки | 3,0±0,61 | 57 | 2,2±0,61 | 61 | 2,6±0,72 | 66 |
| бутони й стебло | 1,5±0,11 | 20 | 0,8±0,07 | 21 | 0,4±0,10 | 9 |
| – підземна частина | 1,3±0,29 | 23 | 0,6±0,05 | 18 | 0,9±0,18 | 23 |
| Фаза цвітіння | | | | | | |
| Загальна маса рослини | 7,9±0,86 | 100 | 7,7±0,78 | 100 | 8,9±0,91 | 100 |
| – надземна частина, | 6,2±0,61 | 79 | 6,2±0,53 | 79 | 7,0±0,60 | 79 |
| У т.ч. листки | 3,3±1,01 | 42 | 2,6±0,59 | 34 | 3,0±0,81 | 64 |
| бутони й стебло | 2,5±0,42 | 31 | 3,1±0,34 | 39 | 3,4±0,40 | 68 |
| суцвіття | 0,4±0,06 | 6 | 0,5±0,02 | 6 | 0,6±0,11 | 7 |
| – підземна частина | 1,6±0,24 | 21 | 1,5±0,22 | 21 | 1,9±0,25 | 21 |
| Фаза плодоутворення | | | | | | |
| Загальна маса рослини | 14,4±1,5 | 100 | 14,8±1,8 | 100 | 19,1±1,5 | 100 |
| – надземна частина, | 11,4±0,7 | 77 | 10,9±1,1 | 74 | 15,7±1,0 | 82 |
| У т.ч. листки | 4,6±0,8 | 32 | 5,1±0,8 | 34 | 5,6±0,3 | 29 |
| стебло й насіння | 5,5±0,3 | 38 | 4,3±0,5 | 29 | 8,5±0,8 | 45 |
| суцвіття | 1,3±0,1 | 7 | 1,5±0,5 | 11 | 1,5±0,1 | 8 |
| – підземна частина | 3,0±0,5 | 23 | 3,9±0,4 | 26 | 3,4±0,1 | 18 |

На кінець вегетаційного періоду рослини нагідок лікарських досягають висоти близько 40 см і середньої маси 14–17 г, при цьому надземна частина складає приблизно 80%, а коренева – 20% від загальної біомаси. Важливим фактором, що впливає на розвиток надземних органів, є ширина міжрядь.

Встановлено позитивну кореляцію між шириною міжрядь та масою надземної частини рослини (г=0,55). Зменшення міжрядь зумовлювало зниження маси стебла (г=0,64) та листків (г=0,2).

При сівбі з міжряддям 60 см формуються рослини з більшою листковою поверхнею та товщиною стебла. Під час плодоутворення надземна маса таких рослин перевищує аналогічні показники інших варіантів на 38–44%. Розвиток кореневої системи безпосередньо впливає на масу утворюваних суцвіть (г=0,96).

Протягом вегетації змінюється процентний розподіл маси надземних органів. На ранніх етапах розвитку листки становлять 57–66% від загальної маси рослини, тоді як у фазу плодоутворення – лише 29–34%, що не свідчить про зниження облистяності. До кінця вегетації надземна частина рослини включає листки, стебло, суцвіття та насіння, тоді як на початкових етапах – лише листки й стебло. Істотних відмінностей у процентному співвідношенні надземної та підземної частин між варіантами досліду не спостерігалося.

Швидкість росту є важливим показником фізіологічного стану рослин, що залежить від впливу абіотичних факторів (світла, температури, вологості, поживних речовин, механічного опору ґрунту) та біотичних взаємодій із мікроорганізмами і іншими рослинами. Для оцінки ростових процесів були використані прямі спостереження, що дозволили обчислити абсолютну та відносну швидкість росту й приросту біомаси.

На початку вегетації нагідки ростуть відносно повільно – 2–3 см за декаду, проте у другій половині періоду швидкість росту надземної частини збільшується до 7–10 см, тоді як коренева система розвивається рівномірно – близько 2 см за декаду. Погодні умови безпосередньо впливають на темпи росту рослин, а ширина міжрядь 60 см сприяє інтенсивнішому розвитку надземної маси (на 20–25%), що позитивно відображається на індивідуальній продуктивності (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Індивідуальна продуктивність рослин нагідок лікарських залежно від ширини міжрядь та відстані між рослинами в рядку, (x±Sx) (середнє за 2024–2025 рр.)**

| Варіанти | Загальне число суцвіть за вегетацію, шт. | Загальна продуктивність однієї рослини, г |
|---|---|---|
| Ширина міжрядь, см (фактор А) | | |
| 15 | 27,57 ± 11,2 | 4,22 ± 1,74 |
| 30 | 60,98 ± 23,7 | 9,19 ± 3,63 |
| 45 | 73,64 ± 30,3 | 11,02 ± 4,51 |
| 60 | 89,80 ± 34,6 | 13,43 ± 5,24 |
| Відстань між рослинами в рядку, см (фактор В) | | |
| 5 | 28,16 ± 11,49 | 4,19 ± 1,70 |
| 10 | 52,79 ± 18,66 | 7,95 ± 2,79 |
| 15 | 79,68 ± 28,91 | 11,97 ± 4,23 |
| 20 | 91,36 ± 34,34 | 13,76 ± 5,13 |

Визначення відносного росту дозволило наочно відобразити динаміку приростів головного пагона та кореневої системи протягом онтогенезу нагідок лікарських. Отримані дані свідчать про прямий і опосередкований вплив екологічних чинників на ріст рослин, зокрема через їхній вплив на інші фізіологічні процеси.

Нагідки мають прямостояче стебло з гілкуванням, де кожна гілочка закінчується генеративною брунькою, тобто кількість гілочок визначає число майбутніх генеративних органів. За спостереженнями, одна рослина здатна утворювати від 11 до 134 суцвіть протягом вегетаційного періоду на ґрунті з природною родючістю.

Аналіз фактичної та потенційної продуктивності рослин показав, що нагідки можуть активно формувати суцвіття навіть без внесення мінеральних добрив і хімічного захисту. При цьому виявлена сильна негативна кореляція

між кількістю суцвіть і середньомісячною температурою (г = –0,74) та слабка негативна кореляція з вологозабезпеченістю вегетаційного періоду (г = –0,26).

Найвищі показники індивідуальної продуктивності спостерігалися при сівбі з міжряддям 60 см. Середня маса надземної сировини в цьому варіанті становила 13,43 г, що перевищує результати інших схем на 2,41–9,21 г. Подібна тенденція проявляється і при зміні відстані між рослинами в рядку: збільшення цього показника сприяє зростанню кількості суцвіть і загальної продуктивності рослини. Так, при відстані 5 см число суцвіть становило 28,16 ± 11,49 шт., а загальна маса – 4,19 ± 1,70 г; тоді як при 20 см – 91,36 ± 34,34 шт. і 13,76 ± 5,13 г відповідно.

Незначне підвищення індивідуальної продуктивності відзначалося також при сівбі насіння в ґрунт із термічним режимом 6–8°С на глибині загортання.

Отже, в умовах Лісостепу західного, при своєчасному й ретельному зборі суцвіть нагідок, виходячи з біологічних можливостей культури, у сприятливі за погодними умовами роки, можна одержувати до 2,0 т/га лікарської сировини. Період цвітіння нагідок в регіоні триває в середньому 115 діб.

Нагідки лікарські – високопластична рослина, що добре пристосовується до існуючих погодних і ґрунтових умов. Потенційні можливості ґрунтів з вихідними агрохімічними показниками дослідних ділянок є оптимальними для росту й розвитку нагідок.

Таким чином, на тривалість міжфазних періодів росту і розвитку та вегетаційного періоду нагідок лікарських в цілому, більший вплив мали відстань між рослинами в рядку та гідротермічні ресурси.

Найбільш сприятливі умови для формування високої виживаності рослин нагідок лікарських складаються за ширини міжрядь 30 см із відстанню між рослинами в рядку в межах 20 см. Збільшення міжрядкової відстані та відстані між рослинами в рядку позитивно впливає на індивідуальний розвиток нагідок лікарських, підвищуючи масу рослини, загальну кількість

суцвіть протягом вегетації та продуктивність кожної рослини.

### 3.4. Площа листкової поверхні

К.А. Тімірязєв надавав величезного значення листку як основному органу синтезу органічних речовин у рослині, підкреслюючи, що в житті листка відображається суть рослинного життя і що сама рослина – це, по суті, листок. Сучасні дослідження з фізіології рослин показують, що основу рослини складають і листок, і корінь, адже саме в цих органах функціонують дві синтетичні «лабораторії», які взаємодоповнюють і регулюють діяльність одна одної.

Продуктивність рослин, зокрема нагідок лікарських, значною мірою визначається розмірами і ефективністю фотосинтетичного апарату. За даними А.О. Ничипоровича, добре розвинений фотосинтетичний апарат є ключовим показником високої продуктивності сучасних сортів і повинен забезпечувати оптимальну роботу протягом усіх фаз росту та розвитку рослин.

Як і у інших сільськогосподарських культур, у нагідок лікарських спостерігаються значні коливання площі асиміляційної поверхні, які залежать від генотипу, тривалості вегетації, фітоценотичних взаємостосунків, а також гідрометеорологічних і екологічних умов зростання.

Динаміка наростання листкової поверхні у наших дослідах відповідала типовій кривій: між сходами і фазою бутонізації темпи росту були невисокими, тоді як у період бутонізації – початку цвітіння спостерігалося різке збільшення площі листків. Після цього темпи росту рослин і наростання листкової поверхні уповільнювались.

За роки досліджень у фазу бутонізації площа листкової поверхні однієї рослини коливалась від 4,7 до 9,0 см², на початку цвітіння – від 19 до 126 см². Подальше наростання тривало до початку серпня, після чого площа листкової поверхні зменшувалася внаслідок відмирання нижніх листків.

В середньому за роки досліджень найвищий показник площі листкової поверхні середньозваженої рослини нагідок лікарських – 491 см²

спостерігався у фазу кінця цвітіння за умов висіву насіння при термічному режимі ґрунту 6–8°С, глибині загортання насіння та ширині міжрядь 45 см і відстані між рослинами 20 см. Цей результат перевищував контроль на 83 см² (табл. 3.5).

Збільшення ширини міжрядь з 15 до 45 см і відстані між рослинами в рядку з 5 до 20 см достовірно ($p \leq 0,05$) сприяє підвищенню площі листкової поверхні рослин нагідок лікарських.

Таблиця 3.5

**Площа листкової поверхні рослин нагідок лікарських залежно від ширини міжрядь та відстані між рослинами в рядку, см²/рослину (середнє за 2024–2025 рр.)**

| Ширина міжрядь, см (фактор В) | Відстань між рослинами в рядку, см (фактор С) | Показник |
|---|---|---|
| 15 | 5 | 370 |
| | 10 | 379 |
| | 15 | 381 |
| | 20 | 394 |
| 30 | 5 | 396 |
| | 10 | 399 |
| | 15 | 408 |
| | 20 | 418 |
| 45 | 5 | 416 (К) |
| | 10 | 420 |
| | 15 | 428 |
| | 20 | 432 |
| 60 | 5 | 414 |
| | 10 | 425 |
| | 15 | 430 |
| | 20 | 439 |
| $НІР_{05(A)}$=11; $НІР_{05(B)}$=11; $НІР_{05(AB)}$=25 | | |

Достовірність отриманих результатів підтверджується даними дисперсійного аналізу експериментальних показників. На рівні значущості 95% встановлено, що на площу листкової поверхні рослин нагідок лікарських істотно впливали всі досліджувані фактори, а також взаємодія факторів А і В (ширина міжрядь та відстань між рослинами в рядку).

Погодні умови також мали помітний вплив на розвиток листкової поверхні рослин. Було виявлено високий кореляційний зв'язок між площею листкової поверхні і сумою опадів у період від сходів до кінця вегетації, з коефіцієнтом кореляції 0,88 ± 0,07.

### 3.5. Динаміка накопичення сухої речовини

В результаті проведених досліджень було встановлено, що на показник накопичення сухої маси рослин мали суттєвий вплив всі фактори, які були поставлені для вивчення у нашому досліді. З метою більш об'єктивної оцінки впливу ширини міжрядь і відстані між рослинами в рядку на формування цих показників, ми оцінювали динаміку накопичення сухої маси однієї середньозваженої рослини та нагромадження сухої маси рослин на одиниці площі. При цьому перший показник давав можливість оцінити біологічні особливості нагідок лікарських щодо ефективності використання фотосинтетичного потенціалу залежно від впливу агротехнічних факторів, а другий – висвітлював особливості формування високопродуктивних посівів культури.

Виявлено зменшення маси однієї рослини на 1,0–1,5 г (зі збереженням описаної вище тенденції) за сівби культури з шириною міжрядь 45 та 60 см за тієї ж відстані між рослинами в рядку.

За збільшення відстані між рослинами в рядку до показника 15 см, загальні тенденції щодо накопичення маси однієї рослини збереглись за всіх способів сівби.

Таблиця 3.6

**Динаміка накопичення сухої маси рослин в посівах нагідок лікарських, г/рослину, (середнє за 2024–2025 рр.)**

| Ширина міжрядь, см *(А)* | Відстань між рослинами в рядку, см *(В)* | Фази росту і розвитку | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | сходи | розетка листків | буто-нізація | початок цвітіння | кінець цвітіння | початок відми-рання |
| 30 | 20 | 0,7 | 1,5 | 3,7 | 4,4 | 5,5 | 11,3 |
| | 15 | 0,6 | 1,4 | 3,6 | 4,2 | 5,3 | 10,8 |
| | 10 | 0,6 | 1,4 | 3,4 | 4,0 | 5,0 | 10,3 |
| | 5 | 0,6 | 1,4 | 3,4 | 4,0 | 5,0 | 10,2 |
| 45 | 20 | 0,6 | 1,4 | 3,5 | 4,1 | 5,2 | 10,7 |
| | 15 | 0,6 | 1,4 | 3,4 | 4,0 | 5,0 | 10,3 |
| | 10 | 0,6 | 1,3 | 3,2 | 3,8 | 4,8 | 9,8 |
| | 5 (К) | 0,6 | 1,3 | 3,2 | 3,8 | 4,7 | 9,6 |

При оцінці динаміки накопичення сухої маси рослин на одиниці площі ми спостерігали інші залежності (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

**Динаміка накопичення сухої маси рослин у посівах нагідок лікарських, кг/м$^2$ (середнє за 2024–2025 рр.)**

| Ширина міжрядь, см *(А)* | Відстань між рослинами в рядку, см *(В)* | Фази росту і розвитку | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | сходи | розетка листків | буто-нізація | початок цвітіння | кінець цвітіння | початок відмирання |
| 30 | 20 | 0,05 | 0,14 | 0,34 | 0,40 | 0,48 | 0,69 |
| | 15 | 0,05 | 0,13 | 0,32 | 0,37 | 0,46 | 0,85 |
| | 10 | 0,07 | 0,13 | 0,30 | 0,35 | 0,43 | 0,98 |
| | 5 | 0,7 | 0,13 | 0,29 | 0,34 | 0,41 | 0,99 |
| 45 | 20 | 0,04 | 0,13 | 0,31 | 0,36 | 0,45 | 0,64 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | 0,05 | 0,13 | 0,30 | 0,35 | 0,43 | 0,78 |
| | 10 | 0,07 | 0,12 | 0,28 | 0,33 | 0,41 | 0,92 |
| | 5 (К) | 0,07 | 0,12 | 0,27 | 0,32 | 0,40 | 0,92 |

Збільшення відстані між рослинами в рядку, а також відстані між рядками після цвітіння нагідок лікарських, призводило до зменшення сухої маси рослин на одиницю площі.

Отже, максимальна маса сухої речовини однієї середньозваженої рослини формувалася у варіанті із шириною міжрядь 30 см і відстанню між рослинами в рядку в межах 20 см.

### 3.6. Урожайність суцвіть нагідок лікарських

Формування урожайності і якості суцвіть нагідок лікарських, як і всіх сільськогосподарських культур, є результатом складних біохімічних перетворень простих органічних і мінеральних речовин, які відбуваються в рослинному організмі в процесі фотосинтетичної діяльності. Процес утворення і накопичення органічної речовини рослинами є цілком самодостатнім і не потребує антропогенного впливу. Проте, інтенсивність накопичення сухої органічної речовини у господарсько-цінній частині врожаю та її якісний склад, є показниками змінними, оскільки їх величина залежить від впливу організованих і неорганізованих факторів довкілля.

Найбільший вплив на інтенсивність фотосинтетичної діяльності та продуктивність сільськогосподарських культур мають густота посіву та рівномірність розміщення рослин на площі. Оптимальне поєднання цих чинників забезпечує сприятливу оптико-біологічну структуру посіву, яка гарантує рівномірний доступ рослин до світла, води та основних елементів живлення, а також сприяє поліпшенню фітосанітарного стану агроценозу.

Таблиця 3.8

**Урожайність суцвіть нагідок лікарських залежно від впливу строків сівби, ширини міжрядь і відстані між рослинами в рядку, т/га (2024-2025 рр.)**

| Ширина міжрядь, см *(А)* | Відстань між рослинами, см *(В)* | Рік | |
|---|---|---|---|
| | | 2024 | 2025 |
| 15 | 20 | 1,39 | 1,24 |
| | 15 | 1,55 | 1,25 |
| | 10 | 1,38 | 1,21 |
| | 5 | 1,34 | 1,17 |
| 30 | 20 | 1,38 | 1,24 |
| | 15 | 1,58 | 1,31 |
| | 10 | 1,59 | 1,37 |
| | 5 | 1,40 | 1,21 |
| 45 | 20 | 1,29 | 1,16 |
| | 15 | 1,37 | 1,20 |
| | 10 | 1,32 | 1,17 |
| | 5 (К) | 1,37 | 1,22 |
| 60 | 20 | 1,12 | 1,00 |
| | 15 | 1,24 | 1,18 |
| | 10 | 1,28 | 1,11 |
| | 5 | 1,31 | 1,24 |
| 2024 рік: $НІР_{05А}$=0,054; $НІР_{05В}$=0,054; $НІР_{05АВ}$=0,108<br>2025 рік: $НІР_{05А}$=0,051; $НІР_{05В}$=0,051; $НІР_{05АВ}$=0,103 | | | |

Ще одним важливим фактором, що визначає врожайність культур, є строк сівби. Він опосередковано впливає на темпи формування та накопичення сухої речовини, а також на її якісний склад у господарсько цінних частинах рослини. Різні строки сівби створюють неоднакові умови для проростання

насіння: різні водний, температурний та повітряний режими ґрунту та атмосфери, різну кількість фотосинтетично активної радіації з різним спектральним складом, відмінну тривалість світлового дня на різних етапах онтогенезу та різний фітосанітарний стан агроценозу.

У 2024 році середня урожайність у досліді становила 1,45 т/га. У контрольному варіанті (ширина міжрядь 45 см, відстань між рослинами 5 см) урожайність склала 1,37 т/га (табл. 3.8). Найвищий рівень урожайності – 1,59 т/га – спостерігався на варіанті з шириною міжрядь 30 см та відстанню між рослинами 10 см.

2025 року ми отримали менший рівень урожайності, який в середньому по досліду становив 1,28 т/га. У контрольному варіанті урожайність була меншою на 0,06 т/га від середнього по досліду значення і становила 1,26 т/га.

Усереднена врожайність по ширині міжрядь показує, що найбільший рівень її отримано у варіанті 30 см, що в середньому становило 1,42 т/га і було на 0,14–0,22 т/га більше ніж в інших варіантах ($НІР_{05В}$=0,051 т/га).

Із досліджуваних відстаней між рослинами в рядку, найбільшу врожайність отримали у варіанті 15 см між рослинами в рядку, за ширини міжрядь 15 см і у варіанті 10 см між рослинами в рядку при ширині міжрядь 30–45 см.

Таким чином, за середніми показниками багаторічних досліджень, найсприятливіші умови для росту, розвитку та формування високої врожайності суцвіть нагідок лікарських створювались у варіантах із шириною міжрядь 30 см і відстанню між рослинами 10 см.

### 3.7. Показники якості суцвіть нагідок лікарських

Одними з найбільш важливих діючих речовин у суцвіттях нагідок лікарських є каротиноїди. Саме вони забарвлюють суцвіття нагідок. Вміст суми каротиноїдів (у перерахунку на β-каротин) у суцвіттях за роки досліджень становив від 36,8 до 57,4 мг% (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Якісні показники суцвіть нагідок лікарських залежно від впливу ширини міжрядь і відстані між рослинами в рядку**

| Ширина міжрядь, см (А) | Відстань між рослинами в рядку, см (В) | Суха речовина, % | Сума цукрів, % | Аскорбі-нова кислота, мг% | Каротин, мг% |
|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 20 | 14,5 | 2,8 | 21,8 | 40,9 |
| | 15 | 14,7 | 3,1 | 20,5 | 43,1 |
| | 10 | 14,8 | 2,5 | 21,6 | 43,6 |
| | 5 | 14,7 | 2,3 | 21,5 | 43,5 |
| 45 | 20 | 14,0 | 3,0 | 23,3 | 40,5 |
| | 15 | 14,3 | 3,2 | 20,4 | 41,3 |
| | 10 | 14,8 | 3,3 | 20,2 | 42,2 |
| | 5 | 14,7 | 3,2 | 20,1 | 42,2 |
| $НІР_{05}$ | | 0,2 | 0,4 | 2,1 | 3,2 |

Дослідження вмісту суми каротиноїдів не виявило достовірного зв'язку цього показника із відстанню між рослинами в рядку (r = 0,064 ± 0,092) і шириною міжрядь (r = 0,010 ± 0,092). З.Д. Ляшенко також відзначає відсутність істотного впливу ширини міжрядь і відстані між рослинами на вміст каротиноїдів.

У ході досліджень було встановлено, що значний вплив на вміст каротиноїдів мали опади, що випадали під час цвітіння. Коефіцієнт кореляції цього зв'язку склав 0,837 ± 0,050. Залежність вмісту суми каротиноїдів у суцвіттях від суми опадів протягом 10 днів перед збором суцвіть описується наступним рівнянням регресії (рис. 3.3):

$$y = 0,4026\,x + 35,053,$$

де $y$ – вміст суми каротиноїдів у суцвіттях, мг%;

$x$ – сума опадів за період 10 днів перед збором суцвіть, мм.

З рівняння видно, що збільшення суми опадів у відповідний період на 10

мм підвищує вміст суми каротину у суцвіттях на 4 мг%.

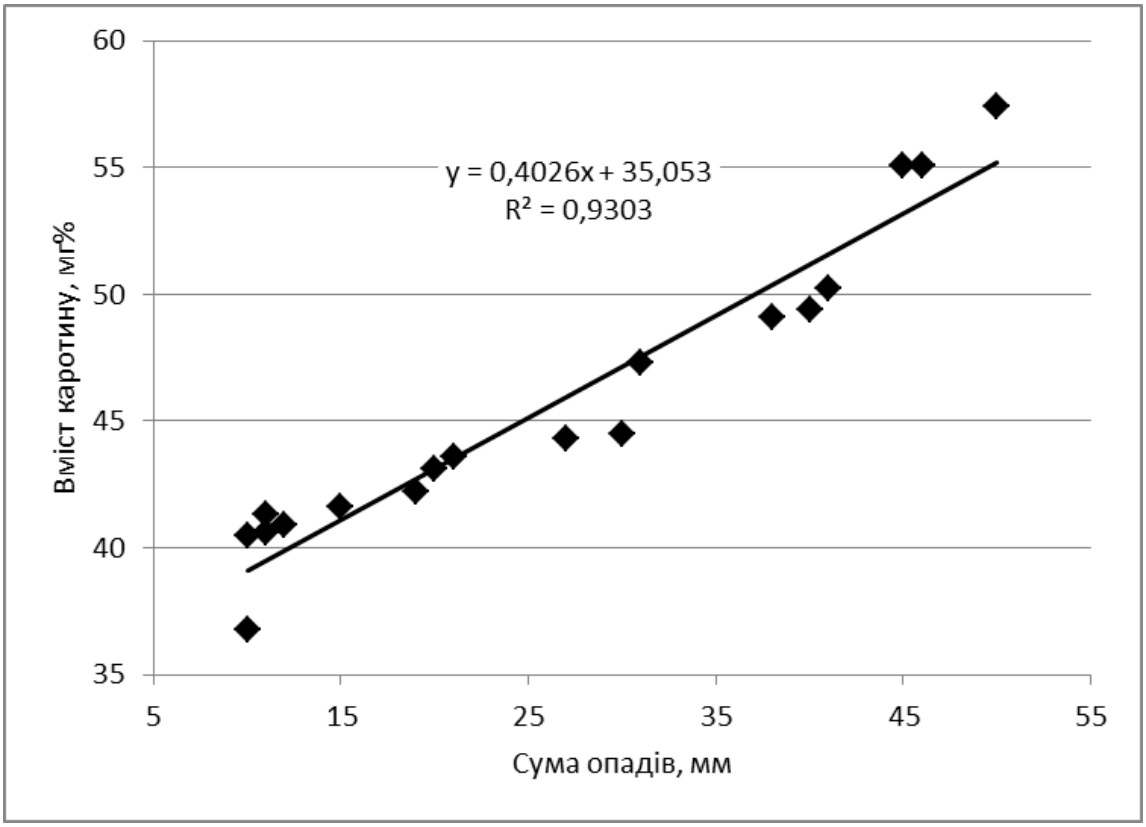


Рис. 3.3. Залежність вмісту суми каротину в суцвіттях від суми опадів протягом 10 днів перед збором суцвіть

Між вмістом каротиноїдів і середньодобовою температурою спостерігалася негативна залежність (r = – 0,871 ± 0,045), що пояснюється зниженням температури при випаданні опадів.

Дослідження вмісту флавоноїдів й екстрактивних речовин у суцвіттях не виявило статистично достовірного зв'язку цих показників із відстанню між рослинами в рядку й шириною міжрядь. У середньому, вміст флавоноїдів у суцвіттях становив 1,89%, екстрактивних речовин – 37,89%.

Вміст сухої речовини в суцвіттях нагідок залежав від досліджуваних факторів і найбільшим він був у варіанті з шириною міжрядь 30 см і відстанню між рослинами в рядку 10 см (18,2%). Найменший вміст сухої речовини спостерігався у варіанті з шириною міжрядь 45 см і найбільшої відстані між рослинами в рядку в межах 20 см (14,0%).

Достовірного впливу досліджуваних факторів на вміст цукрів у квітках нагідок лікарських нам встановити на вдалось. Вміст аскорбінової кислоти залежав лише від строків сівби, і вищим був при сівби нагідок лікарських за рівня термічного режиму ґрунту на глибині загортання насіння 6–8°С.

Отже, найкращі якісні показники: вміст сухої речовини – 14,8%, вміст каротину – 43,6 мг% отримано за сівби нагідок лікарських із шириною міжрядь 30 см і відстанню між рослинами 10 см.

# РОЗДІЛ 4

# ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ

В умовах обмеженого ресурсного потенціалу виробництво продукції лікарського рослинництва потребує перегляду традиційних підходів, що застосовувалися за розподільно-планової економіки щодо розподілу виробничих витрат під час розробки технологій вирощування лікарських культур. Сучасні технології вирощування цих культур, зокрема нагідок лікарських, повинні ґрунтуватися на принципах економії фінансових, матеріальних та енергетичних ресурсів, а також бути конкурентоспроможними на ринку технологій. У зв’язку з цим у наших дослідженнях проводився аналіз економічної та біоенергетичної ефективності, а також оцінка конкурентоспроможності удосконалених елементів технологій порівняно з традиційними методами вирощування нагідок лікарських.

## 4.1. Економічна ефективність вирощування нагідок лікарських

Для оцінки економічної ефективності вирощування лікарських культур, включно з нагідками лікарськими, рекомендується використовувати такі показники: урожайність продукції та приріст врожаю, що визначають ціну реалізації, а також виробничі витрати, які формують собівартість продукції.

Виробничі витрати були розраховані на основі технологічних карт вирощування нагідок лікарських, складених з урахуванням особливостей кожного варіанта досліду. При побудові технологічних карт використовувалися довідкові матеріали, зокрема:

типові норми виробітку та витрати палива на механізовані польові роботи;

типові норми на ручні роботи в рослинництві;

типові норми виробітку та витрачання палива на тракторно-транспортні роботи;

методика розрахунку та норми витрат пального на тракторно-транспортні роботи.

Структура витрат на вирощування нагідок лікарських, розрахованих у технологічній карті, наведена на рис. 4.1.

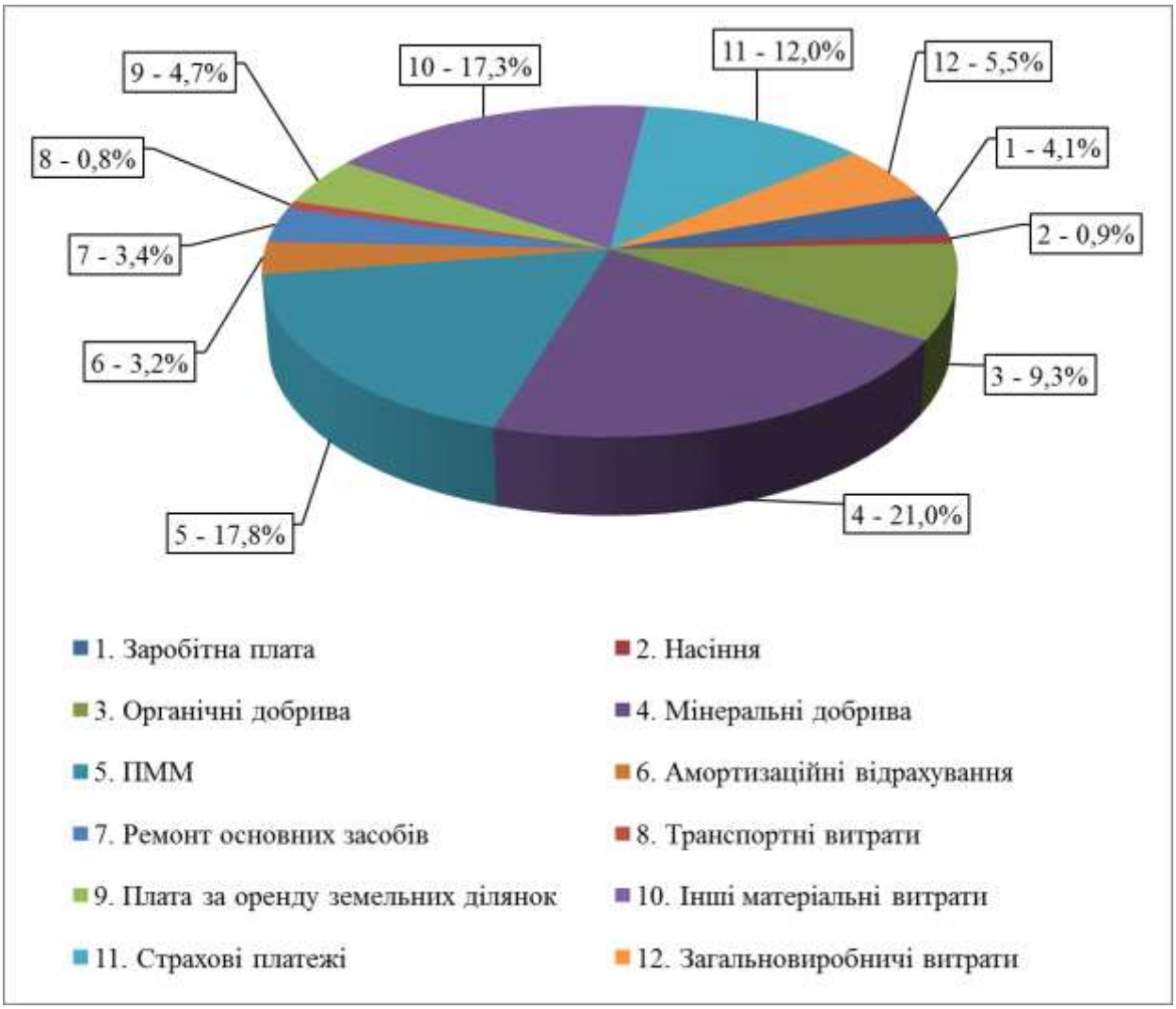


Рис. 4.1. Структура витрат при вирощуванні нагідок лікарських

Вартість закупівельних цін на продукцію врожаю нагідок лікарських і його прибавку розраховували відповідно до ринкових цін в середньому за 2024–2025 роки (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Економічна ефективність вирощування нагідок лікарських, в розрахунку на 1 га (2024–2025 рр.)**

| Ширина міжрядь, см (А) | Відстань між рослинами в | Урожайність, т | Вартість продукції, грн. | Виробничі витрати, грн. | Чистий прибуток, грн. | Рівень рентабельності, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 20 | 1,43 | 143000 | 59210 | 83790 | 141 |
| | 15 | 1,52 | 152000 | 59450 | 92550 | 156 |
| | 10 | 1,42 | 142000 | 59500 | 82500 | 139 |
| | 5 | 1,38 | 138000 | 59620 | 78380 | 131 |
| 30 | 20 | 1,44 | 144000 | 61620 | 82380 | 134 |
| | 15 | 1,60 | 160000 | 61900 | 98100 | 158 |
| | 10 | 1,63 | 163000 | 62210 | 100790 | 162 |
| | 5 | 1,44 | 144000 | 63540 | 80460 | 127 |
| 45 | 20 | 1,32 | 132000 | 59240 | 72760 | 123 |
| | 15 | 1,37 | 137000 | 59500 | 77500 | 130 |
| | 10 | 1,37 | 137000 | 59910 | 77090 | 129 |
| | 5 (К) | 1,41 | 141000 | 60240 | 80760 | 134 |
| 60 | 20 | 1,15 | 115000 | 59320 | 55680 | 94 |
| | 15 | 1,31 | 131000 | 59450 | 71550 | 120 |
| | 10 | 1,32 | 132000 | 59690 | 72310 | 121 |
| | 5 | 1,35 | 135000 | 60010 | 74990 | 124 |

Розрахунки показали, що досліджувані фактори суттєво впливали на економічну ефективність вирощування нагідок лікарських. За даними таблиці, у контрольному варіанті виробничі витрати становили 60 240 грн/га. Вирощування нагідок із відстанню між рослинами 10 см та шириною міжрядь 30 см спричиняло зростання витрат, що було пов’язано з подорожчанням

посівного матеріалу та транспортних послуг.

Найвищий чистий прибуток – 100 790 грн/га – отримано при посіві нагідок із відстанню між рослинами 10 см і шириною міжрядь 30 см у другий строк. Аналіз рентабельності показав, що всі варіанти вирощування культури є економічно вигідними, проте максимальне значення рентабельності – 162 % – спостерігалось для зазначеного варіанту другого строку сівби.

На сучасному етапі розвитку ринкових відносин у сільському господарстві особливе значення набуває конкурентоспроможність технологій вирощування культур, зокрема елементів технології нагідок лікарських, удосконалених нами для умов південної частини західного Лісостепу України. Існуючі методи вирощування потребують перегляду підходів до формування витратної частини ресурсно-технологічного забезпечення, оскільки застосування застарілих технологій, малопродуктивної або некваліфікованої техніки може призводити до виробництва неконкурентоспроможної продукції на внутрішньому ринку.

Нові технології повинні бути більш гнучкими, що дозволить адаптувати їх до умов різного ресурсно-технологічного забезпечення. Вони повинні забезпечувати максимальне використання продуктивного потенціалу культури, зокрема через раціональне використання наявних біокліматичних ресурсів для задоволення біологічних потреб рослин, що дозволить оптимізувати витрати та зменшити собівартість продукції.

Метою оцінки конкурентоспроможності технологій вирощування нагідок лікарських було проведення всебічного аналізу впливу строків сівби, способів висіву насіння та відстані між рослинами в рядку на показники конкурентоспроможності удосконалених елементів технологій.

Комплексна оцінка проводилася за методикою А.Д. Гаркава, В.Ф. Петриченка та А.В. Спіріна. Традиційна технологія приймалася за базову з коефіцієнтом конкурентоспроможності 1. Якщо показник у нових або удосконалених елементів технології був ≥1, їх вважали конкурентоспроможними. Оскільки для умов південної частини західного

Лісостепу України не існує офіційно рекомендованої технології вирощування нагідок лікарських, за базову взято модель із найменшим ресурсно-технологічним навантаженням.

Оцінка конкурентоспроможності елементів технологій враховувала їх економічні та енергетичні показники, а також технічний рівень машин, що застосовувалися при реалізації технології. Одним із компонентів комплексного коефіцієнта була оцінка технічного рівня технології (КТР), яка враховувала якість машин та їхні переваги або недоліки порівняно з існуючими аналогами. Для розрахунку КТР порівнювалися наступні показники:

питома металоємність технології, кг/га;

сумарна витрата пального за технологією, л/га;

загальні трудові витрати за технологією, люд.-год./га.

Виявлено, що удосконалені елементи технології майже не відрізнялися між собою за питома металоємність, витратами пального та трудовими затратами, що вплинуло на КТР. Основні відмінності спостерігалися лише у витратах на транспортування та доробку врожаю.

Коефіцієнт технічного рівня технології вирощування вираховували за формулою:

$$K_{TP} = 0{,}4 \cdot \frac{M_Б}{M_H} + 0{,}4 \cdot \frac{G_Б}{G_H} + 0{,}2 \cdot \frac{З_Б}{З_H},$$

де $K_{TP}$ – коефіцієнт технічного рівня;

$M_Б$ і $M_H$ – відповідно металоємність традиційної та вдосконаленої технологій, кг/га;

$G_Б$ і $G_H$ – питома витрата пального за традиційною та вдосконаленою технологіями, л/га;

$З_Б$ і $З_H$ – затрати праці у традиційній та вдосконаленій технологіях, люд.год/га;

Розраховували вищезазначені показники окремо по кожній вдосконаленій технології з використанням технологічної карти та характеристики сільськогосподарських машин.

Одним із критеріїв оцінки технологій вирощування на конкурентоспроможність є енергетична оцінка. Енергетичний аналіз дозволяє оцінювати існуючі й удосконалені технології та показувати їх перспективність з точки зору енергетичної ефективності. Енергетичний аналіз не замінює, а лише доповнює запропоновану оцінку технологій за іншими критеріями (затрати праці, енергетична ефективність). Аналіз витрат енергії дозволяє оцінити відносний вклад певної операції, визначити найбільш енергоємну та знайти шляхи зменшення енергозатрат в технологічному процесі вирощування. Оцінювали її за коефіцієнтом енергетичної ефективності технології *($K_{EE}$)*, який розраховували згідно з методикою(табл. 4.2).

Енергетичні затрати на вирощування нагідок лікарських з одиниці площі (1 га) та вихід енергії з отриманим урожаєм основної продукції брали з технологічної карти.

*Таблиця 4.2*

**Конкурентоспроможність елементів технологій вирощування нагідок лікарських (2024–2025 рр.)**

| Показники | Контроль (перший строк сівби, ширина міжрядь – 45 см, відстань між рослинами 5 см) | Ширина міжрядь – 30 см, відстань між рослинами в рядку в межах 10 см | |
|---|---|---|---|
| | | перший строк сівби | другий строк сівби |
| Коефіцієнт технічного рівня ($K_{TP}$) | × | 0,968 | 0,952 |
| Коефіцієнт енергетичної оцінки ($K_{EE}$) | × | 1,371 | 1,440 |
| Коефіцієнт інтегральної оцінки | × | 1,350 | 1,420 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| (*J*) | | | |
| Оцінка технології вирощування за комплексним показником конкуренто-спроможності | 1,000 | 1,205 | 1,241 |

Іншою складовою оцінки технології вирощування щодо конкурентоздатності є коефіцієнт інтегральної оцінки *(J)*. Він дає можливість оцінити економічні показники технології вирощування культури у порівнянні з базовою технологією. Цей показник розраховують за формулою:

$$J = \frac{Q^{Н}}{Q^{Б}},$$

де $Q^{Н}$ і $Q^{Б}$ – грошовий вираз вартості продукції, виробленої на 1 га на 1 грн. наведених затрат, відповідно до удосконаленої та традиційної технологій.

Після обґрунтування традиційної і вибору вдосконаленої технології оцінюють вироблену продукцію на конкурентоздатність. Оцінкою конкурентоздатності технології вирощування є коефіцієнт комплексної оцінки *($К_К$)* на конкурентоспроможність, який враховує усі вказані вище аспекти технологій: енергетичні (коефіцієнт енергетичної оцінки або енергетичної ефективності *($К_{ЕЕ}$)*), економічні (коефіцієнт інтегральної оцінки *(J)*), технічний рівень сільськогосподарських машин і знарядь, які виконують технологічні процеси (коефіцієнт технічного рівня *($К_{ТР}$)*). Цей коефіцієнт визначається за формулою:

$$К_К = m \cdot K_{TP} + n \cdot J + p \cdot K_E,$$

де $m$, $n$, $p$ – показники вагомості при відповідних коефіцієнтах.

Поряд з тим необхідно враховувати, що між показниками вагомості

повинно зберігатись співвідношення: $m+n+p=1$. Величина показників вагомості визначається, як правило, методом експертних оцінок, або безпосередньо дослідником на основі завдань і особливостей оцінки технології. В дослідженнях показники вагомості відповідно складали: 0,4+0,4+0,2=1.

Після визначення комплексного показника *($K_K$)*, його оцінюють так: якщо $K_K \geq 1$, то запропонована технологія більш конкурентна ніж базова, і навпаки.

Комплексна оцінка технологій вирощування, досліджених у досліді, показала, що удосконалення методики вирощування нагідок лікарських шляхом оптимізації строків сівби, способів висіву насіння та відстані між рослинами в рядку підвищує комплексний коефіцієнт конкурентоспроможності. Це, у свою чергу, сприяє зростанню конкурентоздатності продукції, отриманої за цією технологією.

Найбільш перспективною для впровадження в приватних агроформуваннях регіону є технологія, що передбачає висівання насіння у другий строк із відстанню між рослинами 10 см і шириною міжрядь 30 см. Продукція, вирощена за такою методикою, матиме найвищий рівень конкурентоспроможності.

## 4.2. Біоенергетична оцінка моделей технологій вирощування нагідок лікарських

При розробці будь-якої технології вирощування польових культур, у тому числі нагідок лікарських, важливо приділяти увагу раціональному використанню енергетичних ресурсів. Екологічна та природоохоронна цінність агроценозів значною мірою залежить від інтенсивності енергетичного обміну всередині екосистеми, тому в дослідженнях ми також визначали енергетичні показники удосконаленої технології.

Технологія вирощування нагідок лікарських передбачає прямі та непрямі енергетичні витрати. До прямих витрат відносять енергію палива,

електроенергію та працю людей; до непрямих – енергію, витрачену на видобуток і переробку руди, нафти, газу та іншої сировини, а також на виробництво сільськогосподарської техніки, добрив, засобів захисту рослин та агрохімікатів. Розрахунок непрямих енергетичних витрат є складним, тому ми застосували метод, рекомендований міжнародними дослідниками, який передбачає, що величина непрямих витрат приблизно вдвічі перевищує прямі. Це положення використовувалося у подальших обчисленнях.

Коефіцієнт енергетичної ефективності (Кее) визначали як відношення енергії, накопиченої в урожайних суцвіттях та побічній продукції, до енергії, витраченої на вирощування культури. Біоенергетичний коефіцієнт (Кбее) розраховували як відношення чистого енергетичного прибутку до витрат енергії на отримання основного та побічного врожаю нагідок лікарських.

За середніми показниками багаторічних досліджень, у контрольному варіанті з базовою технологією посіви нагідок накопичували 53,02 ГДж/га енергії при витратах 11,61 ГДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності становив 4,57, а біоенергетичний коефіцієнт – 3,57 (табл. 6.3).

Варіант технології з висівом насіння у другий строк, із відстанню між рослинами 10 см та шириною міжрядь 30 см, забезпечував акумуляцію 79,71 ГДж/га енергії при енергоємності технології 12,11 ГДж/га. При цьому Кее становив 6,58, а Кбее – 5,58. Найменші значення цих показників спостерігались у варіантах з першим строком сівби – відповідно 3,78 та 2,78.

Отже, дослідження підтвердили високу енергетичну ефективність вирощування нагідок лікарських за технологією з другим строком сівби, відстанню між рослинами 10 см та шириною міжрядь 30 см.

Таблиця 4.3

**Енергетична ефективність вирощування нагідок лікарських, в розрахунку на 1 га (середнє за 2024–2025 рр.)**

| Показники | Варіанти | | |
|---|---|---|---|
| | Контроль (перший строк сівби, ширина міжрядь – 45 см, відстань між рослинами 5 см) | Ширина міжрядь – 30 см, відстань між рослинами в рядку в межах 10 см | |
| | | перший строк сівби | другий строк сівби |
| Отримано енергії з урожаєм продукції, ГДж | 53,02 | 75,20 | 79,71 |
| Витрачено енергії на вирощування, ГДж | 11,61 | 12,01 | 12,11 |
| Чистий енергетичний прибуток, ГДж | 41,41 | 63,19 | 67,60 |
| Енергетична собівартість 1 т суцвіть і відповідної кількості побічної продукції, ГДж | 4,12 | 3,00 | 2,86 |
| Коефіцієнт енергетичної ефективності | 4,57 | 6,26 | 6,58 |
| Коефіцієнт біоенергетичної ефективності | 3,57 | 5,26 | 5,58 |

У цьому варіанті отримано найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності – 6,58 і найвищий коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 5,58.

# РОЗДІЛ 5

# ЕКОЛОГІЯ

## СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ УКРАЇНИ

Сучасна епоха – це епоха бурхливого розвитку науки і техніки, неконтрольованого зростання населення Землі, поступової деградації природного середовища під впливом негативних антропогенних чинників. В сучасних умовах швидкість науково-технічного прогресу на кілька порядків перевищує адаптаційні можливості існуючих живих організмів. Тому надзвичайно загострились багато проблем, а серед них одна з головних – проблема взаємозв'язку суспільства і природи, людини і навколишнього середовища. Все це призводить до порушення екологічної рівноваги, що складалася протягом тривалого часу і спричинює появу екологічної кризи, небезпечної для людей і довкілля [68].

Зростаючий антропогенний вплив на навколишнє середовище, його забруднення різними відходами виробництва, поряд з надмірним використання природних ресурсів, стали предметом широкого обговорення і всестороннього вивчення. Саме тому метою нашої роботи є дослідження сучасних екологічних проблем України і пошук шляхів гармонізації відносин природи і суспільства.

Найбільший антропогенний вплив на навколишнє середовище в сучасну епоху чинить транспорт, промисловість, енергетика, сільське господарство.

Транспорт належить до головних забруднювачів атмосферного повітря, водоймищ і грунтів. Відбувається деградація екосистем під впливом транспортних забруднень, особливо інтенсивно на урбанізованих територіях. Гостро стоїть проблема утилізації і переробки відходів, що з'являються при експлуатації транспортних засобів. Для потреб транспорту у великій кількості споживаються природні ресурси. Вихлопні гази автомобілів містять більш ніж 200 хімічних сполук-продуктів згорання палива, більшість з яких токсичні. Особливо гостро постає проблема аварій крупнотонажних вантажних суден,

які здійснюють перевезення нафтопродуктів. Такі аварії завдають велику шкоду водному середовищу і викликали вже не одну екологічну катастрофу.

Не менш небезпечним забруднювачем оточуючого середовища є промислові відходи. В Україні основним джерелом утворення відходів є підприємства гірничо-промислового, хіміко-металургійного, машинобудівного, паливно-енергетичного, будівельного, агропромислового комплексів, а також комунальне господарство. Найтоксічнішими серед них є відходи, що містять важкі метали, нафтопродукти, непридадті для застосування отрутохімікати (пестициди). Під сховищами токсичних відходів перебуває майже 20 тис.га земель. Це сміття звозиться на звалища, переважна більшість яких є джерелом інтенсивного забруднення води і повітря.

Як свідчать статистичні данні, приблизно 80% всіх видів забруднення повітря – наслідок енергетичних процесів (добування, переробка й використання енергоресурсів). Особливо шкідливими є викиди сполук сірки в районах металургійних заводів. Сполучаючись з парами води в атмосфері, триоксид сірки утворює сірчану кислоту, суспензії якої є дуже небезпечними. У викидах ТЕЦ небезпечні також оксиди важких металів, фтористі сполуки, бензоперен, що відносяться до канцерогенних речовин. АЕС разом із електроенергією виробляють велику кількість надзвичайно небезпечних речовин.

Основними негативними наслідками сільськогосподарської діяльності людини є збідніння і виснаження родючих українських чорноземів, промислове забруднення ґрунтів та інтенсивне освоєння цілинних земель, широке розповсюдження монокультур, застосування азотних і нітратних мінеральних добрив.

Всі вище зазначенні чинники згубно впливають на екологічну ситуацію в Україні і викликають такі негативні наслідки як парниковий ефект,кислотні дощі, руйнування озонового шару.

Озоновий шар Землі – це верхній найтонший (близько 3мм) шар атмосфери, що знаходиться на висоті від 10-17 до 50 км (в залежності від

широти і пори року). Він виконує одну з найважливіших функцій на нашій планеті – захищає від ультрафіолетового випромінювання ,яке згубно впливає на всі живі організми. Глобальні зміни клімату і господарча діяльність людини призводять до стоншення озонового шару, що впливає на рівень інтенсивності ультрафіолетового випромінювання Сонця. Ще одною серйозною проблемою сучасності є підвищення концентрації озону біля земної поверхні, тому що у великій кількості він отруйний для живих організмів. Зокрема, у рослинах він руйнує клітинні мембрани листків, що призводить до вимирання лісів, у людей і тварин - знижує опірність організму інфекційним захворюванням легень і дихальних шляхів. Основною причиною дисбалансу між вмістом озону в атмосфері і біля поверхні Землі є викиди забруднюючих речовин в атмосферу: вихлопні гази автомобілів, хлорфторвуглеводні (холодильна техніка, аерозолі), хімічні добрива, продукти згоряння промислового пального, викиди відпрацьованих газів при запуску ракет і висотних літаків, атомні взриви.

Наступною глобальною екологічною проблемою нашого часу, що потребує негайного вирішення є проблема парникового ефекту. За останні 100 років концентрація в атмосфері вуглекислого газу збільшилась на 25%, а метану - на 100%. Ці гази зумовлюють виникнення так званого «парникового ефекту»: пропускаючи сонячне світло, вони частково затримують теплове випромінювання, яке надходить від поверхні Землі. Цей процес супроводжується глобальним підвищенням температури приблизно на 0,5°С. У найближчий час викиди в атмосферу метану та вуглекислого газу будуть зростати, з чого більшість вчених роблять висновок, що через парниковий ефект протягом 50 років середня температура на Землі може підвищитися майже на 2-5°С. Це потепління може викликати підвищення рівня Світового океану на 0,5 - 1,5м , що призведе до затоплення густонаселених прибережних районів. Підвищення планетарної температури створює умови для відходження криги з полюсів на Північ, що призведе до їх розтавання.

В таких умовах бездумної експлуатації багатств природи, активної неконтрольованої діяльності людини, виникає питання про існування самого

людства, оскільки існує реальна загроза його знищення. Люди поставили себе над природою, забувши, що вони є її частиною і підкоряються її законам. Тож для успішного розв’язання складних екологічних проблем насамперед потрібен перехід до утвердження екологічної свідомості як на індивідуальному, так і на суспільному рівні. Природні ресурси і довкілля як загальнолюдську спадщину треба використовувати з дотриманням принципу рівних прав нинішнього і майбутніх поколінь на доброякісне природне життєве довкілля і достатню кількість і якість природних ресурсів.

# РОЗДІЛ 6

# ОХОРОНА ПРАЦІ

## БЕЗПЕКА ЗАСТОСУВАННЯ СИНТЕТИЧНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ В ПРАКТИЦІ РОСЛИННИЦТВА

Одним із центральних напрямів вирішення проблеми одержання високих і стабільних урожаїв у світовому рослинництві стає застосування інтенсивних технологій з використанням регуляторів росту рослин. Сучасний етап інтенсифікації сільського господарства пов’язаний з широким застосуванням мінеральних добрив, пестицидів та інших хімічних сполук, які наряду з підвищенням урожайності сільськогосподарських культур суттєво змінюють умови життя ґрунтової біоти. Більшість із цих змін несуть негативні наслідки. Так, наприклад, під дією отрутохімікатів зменшується вміст гумусу у ґрунті. Тому розвиток та поглиблення досліджень, спрямованих на розробку більш досконалих екологічно-безпечних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур, є одним з актуальних і перспективних напрямків наукової роботи.

Дані літератури вказують, що застосування регуляторів росту дає змогу додатково одержати 10-25% валового збору сільськогосподарської продукції. Підрахунки засвідчують, що при впровадженні регуляторів росту на переважній більшості посівів у нашій країні можна було б щорічно отримувати додаткової продукції на шість мільярдів гривень.

Результати досліджень і виробничої перевірки свідчать про те, що застосування регуляторів росту рослин у землеробстві є одним із найбільш доступних і високорентабельних агрозаходів для підвищення продуктивності основних сільськогосподарських культур та покращення їх якості. За ефективністю нові регулятори росту переважають кращі зарубіжні регулятори, в тому числі Агріскон (США), Вуксал (Німеччина), Лактофол (Болгарія), а також препарати іспанської фірми «Інагоросса» та деякі інші.

Відомо, що введення регуляторів росту рослин, як й інших хімічних препаратів, в сільськогосподарську практику неможливе без глибокого і всебічного вивчення їх дії на процеси метаболізму, росту, розвитку рослини. Така дія залежить не тільки від типу препарату, а і від його дози, термінів обробки, сортових характеристик культури та інших факторів. Отримані при цьому дані необхідні також для розуміння механізмів дії регуляторів росту.

Науковими дослідженнями доведена ефективність сумісного внесення пестицидів і регуляторів росту. Інститутом мікробіології і вірусології НАН України й низки державних сільськогосподарських дослідних станцій, регіональних інститутів агропромислового виробництва УААН показано, що сумісне з регуляторами росту використання пестицидів підсилює ефективність протруюючих препаратів, фунгіцидів, інсектицидів і гербіцидів.

Застосування екологічно безпечних регуляторів росту та розвитку рослин є одним із способів підвищення врожайності та якості сільськогосподарської продукції у сучасному рослинництві [69]. Інформаційні матеріали свідчать, що в країнах Західної Європи більшість посівів зернових культур щорічно обробляють комплексом біорегуляторів росту рослин, що забезпечує підвищення їх продуктивності на 15-30%. На думку багатьох вчених, частка біологічних факторів інтенсифікації рослинництва в найближчому майбутньому становитиме 50% приросту та якості врожаю.

У практиці рослинництва особливе значення мають синтетичні регулятори росту: стимулятори, ретарданти, дефоліанти та інші. Серед них найбільш широко використовуються ретарданти. Ці речовини здатні модифікувати гормональний статус рослин, завдяки чому можуть змінювати напрям фізіологічних процесів та пришвидшувати транспорт асимілятів, активізувати їх накопичення в господарсько цінних органах. Застосування ретардантів значною мірою визначається жорсткими токсиколого-гігієнічними вимогами: відсутністю мутагенних властивостей, токсичністю самих препаратів та їх метаболітів, швидкістю розкладання у воді, ґрунті,

рослинних організмах, впливом на наземну і водну фауну, мікрофлору ґрунту, наявністю залишків препаратів у продукції.

З метою упорядкування досліджень по регуляторах росту рослин і більш об’єктивного висвітлення їх ефективності Мінагрополітики та Українська академія аграрних наук своїми наказами затвердили Інститут «Агроресурси» (Науковий центр «Агроресурси» при Інституті гідротехніки і меліорації УААН) головною науково-методичною установою по проблемі «Регулятори росту рослин» в Україні. Виділено 26 найбільш ефективних вітчизняних препаратів та визначені кращі серед зарубіжних. За результатами цих дослідів для кожної з 22-х вивчених сільськогосподарських культур визначені оптимальні дози, терміни та способи застосування кращих препаратів.

Українські екологічно безпечні регулятори росту рослин нового покоління, такі як Біосил, Біолан, Радостим, Емістим С та інші, за результатами багаторічної перевірки в різних країнах визнані високоефективними. ЦІ регулятори росту зареєстровані Державною комісією України і дозволені до використання в аграрному комплексі нашої країни для допосівної обробки насіння та обприскування посівів головних сільськогосподарських культур. Регулятори нового покоління за санітарно-гігієнічною класифікацією належать до малотоксичних речовин третього і четвертого класів небезпеки. Вони не виявляють негативного впливу на мікрофлору грунту, гідробіонти, не накопичуються в ґрунті, їх швидко нейтралізують ґрунтові сапрофітні мікроорганізми. Крім того вони інтенсифікують розвиток фосфатмобілізувальних бактерій, різних форм азотрофів та симбіотичних мікроорганізмів, не шкодять комахам-запилювачам та об'єктам довкілля.

Серед сучасних вітчизняних та зарубіжних регуляторів росту рослин лише частина з них дозволені для застосування в сільському господарстві України. На даний час зареєстрований і дозволений для впровадження один ретардант – хлормекватхлорид (ССС – 720, фірма «Штефес», Німеччина). Вітчизняними дослідниками синтезовано ряд нових етиленпродуцентів

(іфоній, іфонілій), які пройшли випробовування в лабораторних та польових умовах і показали високу ретардантну ефективність у поєднанні з фунгіцидними властивостями. На відміну від інших ретардантів, вони менш токсичні у зв’язку з відсутністю у їхній структурі атомів галогену. Але ці препарати потребують подальшого вивчення.

Токсиколого-гігієнічна оцінка застосування ретардантів різних груп свідчить про значну мутагенну та канцерогенну дію на тваринні організми таких ретардантів як гідразид малеїнової кислоти, алар, ДЯК, гідрел дигідрел. У зв’язку з цим, вони заборонені для використання в практиці сільського господарства.

Групою екологічно безпечних сполук є етиленпродуценти (2-ХЕФК, кампозан М та інші). Вони швидко розкладаються в органах і не накопичуються в плодах, хоча у вищих концентраціях можуть здійснювати мутагенну дію на рослини.

В останні часи в практиці сільського господарства використовуються триазолпохідні препарати. Вони малотоксичні, легко і швидко розкладаються в рослинах та ґрунті, їх залишки не перевищують допустимі норми. Токсичність різних триазолпохідних знаходиться в певних межах. При застосуванні триадимефону в дозі 2,4 і 4,6 г/га залишки його в ґрунті становили 0,04% від початкової дози.

Створюючи синергічні суміші, потрібно підбирати оптимальні концентрації компонентів для певних культур, що включає проведення польових дослідів по перевірці рістрегулюючої активності синергічних ретардантних сумішей.

# ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та запропоновано нові підходи до підвищення продуктивності нагідок лікарських шляхом оптимізації строків сівби, ширини міжрядь та відстані між рослинами в рядку з урахуванням гідротермічних умов регіону та ресурсного забезпечення технологій у південній частині західного Лісостепу України.

1. Встановлено, що при зменшенні відстані між рослинами в рядку з 20 до 15 та 10 см тривалість вегетаційного періоду культури скорочувалася на 3–7 днів. Найдовший вегетаційний період – 97–98 днів – спостерігався при першому строку сівби та відстані між рослинами 20 см.

2. Максимальна виживаність рослин (90–93%) фіксувалася у другому строку сівби на посівах із шириною міжрядь 30 см та відстанню між рослинами 20 см, тоді як у першому строку цей показник становив 88%.

3. Маса одного суцвіття зростала зі збільшенням площі живлення ($r = 0,50$). Підвищення суми опадів у період травень–серпень на 10 мм збільшувало масу суцвіття на 0,0017 г ($r = 0,91$). Випадання кожних додаткових 10 мм опадів за 10 днів до збору підвищувало вміст каротиноїдів у суцвіттях на 51 мг% ($r = 0,84$).

4. Найбільша площа листкової поверхні однієї рослини – 491 см² – спостерігалася наприкінці фази цвітіння у другому строку сівби за ширини міжрядь 45 см та відстані між рослинами 20 см, що перевищувало контрольний показник на 66 см². У першому строку площа листків була на 46 см² менше.

5. Максимальний листковий індекс – 4,2–4,4 м²/м² – формувався у другому строку сівби при ширині міжрядь 30–45 см і відстані між рослинами до 10 см, перевищуючи контроль на 1,6–1,8 м²/м². У цьому ж варіанті спостерігався найвищий фотосинтетичний потенціал – 9942–10447 см²×діб/рослину, що більше за контроль на 1282–1787 см²×діб/рослину.

6. Встановлено нерівномірність формування показників чистої продуктивності фотосинтезу: максимальні значення ЧПФ (21,0–78,8 г/м² на

добу) спостерігалися від сходів до появи першої пари розеткових листків.

7. Найвищий урожай суцвіть – 2,12 т/га – отримано за другого строку сівби при РТР ґрунту 6–8 ºС, ширині міжрядь 30 см та відстані між рослинами 10 см.

8. Найвищі якісні показники продукції: суха речовина – 18,2%, аскорбінова кислота – 25,8 мг%, каротин – 57,4 мг% спостерігалися у другому строку сівби за ширини міжрядь 30 см і відстані між рослинами 10 см; вміст цукру не залежав від досліджуваних факторів.

9. Максимальний чистий прибуток – 100790 грн/га та рівень рентабельності – 162% отримано при другому строку сівби із шириною міжрядь 30 см та відстанню між рослинами 10 см.

10. Енергетична оцінка показала, що при другому строку сівби з шириною міжрядь 30 см та відстанню між рослинами 10 см посіви нагідок накопичували 79,71 ГДж/га енергії при енергоємності технології 12,11 ГДж/га; Кее – 6,58, Кбее – 5,58. У цьому ж варіанті зафіксовано максимальний комплексний коефіцієнт конкурентоспроможності технології – 1,241. Удосконалена технологія спрямована на інтенсивне формування суцвіть нагідок лікарських.

## Пропозиції для виробництва

На основі проведених досліджень та економічного й енергетичного обґрунтування продуктивності нагідок лікарських рекомендуємо агроформуванням Лісостепу західного здійснювати сівбу нагідок при рівні термічного режиму ґрунту 6–8 ºС на глибині загортання насіння широкорядним способом, із шириною міжрядь 30 см та відстанню між рослинами 10 см, що відповідає нормі висіву 0,35 млн схожих насінин на гектар.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лупак О., Антоняк Г., Шпек М. 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.

2. Горбань А.Т. Лікарські рослини: віковий досвід вивчення та вирощування. / А. Т. Горбань, С. С. Горлачева, В. П. Кривуненко. Полтава: Верстка, 2004. 230 с.

3. Рибальченко С.Л. Ресурси дикоростучих лікарських рослин та вирощування нагідок лікарських (Calendula officinalis L.) в умовах радіоактивного забруднення Житомирського Полісся: дис... канд. с.-г. наук: 03.00.16 / С.Л. Рибальченко; Державний агроекологічний ун-т. Житомир, 2005. 22 с.

4. Armitage A.M. Effect of Daminozide and Light Intensity on Growth and Flowering of Calendula as a Potted Plant / A.M. Armitage, B. Bergmann, E.L. Bell // HortScience, Vol. 22(4). 1987. P. 611–612.

5. Сайт Лікарські рослини України [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://rastenia.ucoz.com.

6. Жаріков В.І., Остапенко А.І. Вирощування лікарських, ефіроолійних, пряносмакових рослин. К.: Вища школа, 1994. 243 с.

7. Мамчур Ф.І. Довідник з фітотерапії. К. Здоров’я, 1986. 280 с.

8. Заверуха Б. В. Дикорослі рослини – джерело вітамінів. К. Здоров’я, 1976. 31 с.

9. Кондратюк Е. М. Дикоростучі лікарські і плодові рослини України / Е. М. Кондратюк, С. І. Івченко, Г. К. Смик. К. Урожай, 1967. 179 с.

10. Маркевич С.С., Чопик В.І. Рослинні багатства Українських Карпат К. Наукова думка, 1960. 66 с.

11. Падалко Т. О. Формування кореневої і надземної маси рослин ромашки лікарської (Matricaria recutita L.) в умовах Придністров'я. *Вісник*

*ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання*. 2018. № 2. С. 66-74.

12. Дмитрик П.М.. Ковтуник І.М. Вплив способів сівби на продуктивність фенхелю звичайного в умовах Прикарпаття. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. Вип. 13. Кам'янець-Подільський. 2005. С. 127–128.

13. Ковтуник І.М. Ехінацея пурпурова – рослина великих можливостей. Аграрна наука – селу: *зб. наук. праць.* Вип. 2. Кам'янець-Подільський, 1998. С. 10–11.

14. Комарніцький В. Лікарські рослини – це рентабельно. *Подолянин*. №6. 2003. С.11.

15. Мінарченко В.М., Середа П.І. Ресурсознавство. Лікарські рослини : навчально-методичний посібник. К.: Фітосоціоцентр, 2004. 71 с.

16. Комарніцький В.М. Спрямування розвитку лікарського рослинництва в Україні. *Нетрадиційне рослинництво. Ениологія. Екологія і здоров'я. Алушта.* 2003. С. 357–359.

17. Helemikova A. Vyuzitie zberaca VZR-4 na zber uborov nechtika lekarskeho (Calenddula officinalis L.) / A. Helemikova, V. Oravec, P. Cernaj // Mechanizace zemedelstvi. № 11. 1989. P. 526–527.

18. Мінарченко В. М. Лікарські судинні рослини України (медичне та ресурсне значення). К.: Фітосоціоцентр, 2005. 324 с.

19. Івашин Д. С., Катина З.Ф., Рибачук І.З., Іванов В.С., Бутенко Л.Т. Лікарські рослини України. К.: Урожай, 1984. 346 с.

20. Borcean I. Cercetari privid optimizarea fertilizarii la Calendula officinalis L., cu influente asupra productiei si a continutului de principii active / I. Borcean, V. Tabara, S. Lazar, P. Pirsan // Herba románica. № 8, 1998. P. 49–52.

21. Brânzilă Ion. Studiul privind influenţa unor elemente tehnologice asupra producţiei şi calităţii ei la Calendula officinalis L.; Autoreferat al tezei de doctor în agricultură: 06.01.09 – Fitotehnie / Ion Brânzilă; Universitatea agrară de stat din Moldova. Chişinău. 2015. 24 P.

22. Закон України «Про рослинний світ» // Відомості Верховної Ради.

1999. № 22-23.

23. Dovjak V. Vplyv mineralneho hnojenia na urodu susiny, drogy, obsah zivin a ich сефап1е rastlinami nechtika lekarskeho (Calendula officinalis L.) / V. Dovjak // Polnohospodarstvo. № 34(2). 1988. P. 156–167.

24. Громовик Б.П. Пошук перспективних рослин для клініичної косметології / Б.П. Громовик, І.М. Грицишин, Р.Е. Дармограй // III Укр. конференція з медичної ботаніки: тези доповідей. Ч. 2. Київ: АН України, 1992. С. 59.

25. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / [відп. ред. А.М. Гродзинський]. К. «Українська енциклопедія» ім. М.П. Бажана, Український виробничо-комерційний ценр «Олімп», 1992. С. 291.

26. Державна фармакопея України. Доповнення 3. Нагідки лікарські [Електронний ресурс] / А.М. Ковальова. 2010. Режим доступу: http://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1158/nagidki-likarski.

27. Feyaerts H. Synergistic activity of thiocarbamate herbicides, used together with carbamate nematicides in the control of root knot nematodes (Meloidogyne) / H. Feyaerts, J. Coosemans, I. Vander Eist // Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 55 (2b). 2000. P. 745–752.

28. 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.

29. Нагідок квітки. Державна Фармакопея України. Харків : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. Т. 3. С. 400–401.

30. Шелудько Л. П., Куценко Н. І. Лікарські рослини (селекція і насінництво) : монографія. Полтава, 2013. С. 183–189.

31. Kishimoto S., Maoka T., Sumitomo K., Ohmiya A. Analysis of carotenoid composition in petals of Calendula (Calendula officinalis L.). Biosci Biotechnol Biochem. 2005. Vol. 69. Iss. 11. P. 2122–2128.

32. Мінарченко В.М., Тимченко І.А. Атлас лікарських рослин України (хорологія, ресурси та охорона) К. Фітосоціоцентр, 2002. 172 с.

33. Котуков М.Г. Культивовані і дикоростучі лікарські рослини. Довідник. К. Наукова думка, 1984. С. 69–72.

34. Безкоровайна О. І., Терещенкова І. І. Лікарські трави в медицині : монографія. Харків : Факт, 2002. С. 152–155.

35. Тернинко І. І., Кисличенко В. С. Фітохімічне вивчення ліпофільних фракцій з трави Calendula officinalis (L.) та Chamomilla recutita (L.). Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки і практики. 2011. Вип. 14. № 3. С. 82 –85.

36. Сухар С.В. Продуктивність нагідок лікарських в лісостепу західному України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2012. Вип. 4(1). С. 217-222.

37. Ковальов В. М. Фармакогнозія з основами біохімії рослин / В. М. Ковальов, О. І. Павлій, Т. І. Ісакова. Харків: Прапор, 2000. 703 с.

38. Перевозченко І. І., Заверуха Б.В., Агдрієнко Т.Л. Лікарські рослини. К.: Урожай, 1991. 2000 с.

39. Мінарченко В. М. Лікарські судинні рослини України (медичне та ресурсне значення). К. Фітосоціоцентр, 2005. 324 с.

40. Харченко М. С. Лікарські рослини і їх застосування / М. С. Харченко, А. М. Карамишев, В. І. Сила, Л. Й. Володарський. К.: Здоров’я, 1981. 231 с.

41. Сухар С.В. Залежність урожайності нагідок лікарських від технологічних факторів та умов вегетації в Лісостепу. *Вісник аграрної науки.* - 2012. № 12. С. 82-83.

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

43. Дигера С.М. Фітонцидологія з основами вирощування та застосування фітонцидно-лікарських рослин. К.: ПП «Рута», 2009. 294 с.

44. Смойловська Г. П., Гречана О. В., Фуклева Л. А. Фітохімічне вивчення кислоти аскорбінової у рослинній сировині. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2010. Вип. 23. № 4. С. 58–59.

45. Зубицька Н.П., Желяків Р.П. Лікуємо нагідками. Тернопіль: Навч. книга- Богдан, 2003. 88 с.

46. Бобирьов В.М. Нові механізми дії ромашки й календули як основа їхнього застосування в сучасних лікарських засобах. *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2014. № 1. С. 3-9.

47. Компанієць К.М. Застосування настоянки календули в лікуванні хворих на хронічний некалькульозний холецистит на тлі хелікобактеріозу у сполученні з ішемічною хворобою серця. *Фітотерапія*. Часопис. 2011. № 2. С. 59-61.

48. Ren K., Li Z., Li Y., Zhang W., Han X. (2017) Sulforaphene enhances radiosensitivity of hepatocellular carcinoma through suppression of the NF-κB pathway. Journal of biochemical and molecular toxicology. Wiley Periodicals, Inc: pp. 289-294.

49. Cromack H.T. Weed control in new industrial oilseed species / H.T. Cromack, J.M. Smith, K. Morton // The 1997 Brighton protecfion conference. Vol. 2. Brighton: BCPC. 1997. P. 845–850.

50. Бахмат М.І., Кващук О.В., Хоміна В.Я., Комарніцький В.М. Лікарське рослинництво: Навчальний посібник. Кам’янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2011. 256 с.

51. Сухар С.В., Хоміна В.Я. Удосконалення елементів технології вирощування нагідок лікарських в умовах Лісостепу західного. Монографія. м. Ніжин, ПП «Лисенко», 2015, 144 с.

52. Хоміна В.Я. Строяновський В.С. Агробіологічні особливості та технології вирощування ефіроолійних і лікарських культур. Монографія. м. Кам'янець-Подільський, в-во «Медобори, 2006, 2017. 322 с.

53. Кузьменко А.С. Агроекологічні аспекти застосування мікробних препаратів при вирощуванні нагідок лікарських (Calendula officinalis L.): автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. с.–г. наук: 03.00.16. К., 2005

54. Хоменко Г.В., Надкернична О.В. Єфективність інокуляції нагідок лікарських асоціативними азотфіксуючими мікроорганізмами. *Агроекологічний журнал*. 2005. №2.- С. 57-60.

55. Смик Г.К., Лушпа В.І. Корисні та рідкісні рослини України. Словник-довідник народних назв. К. Вид-во «Українська Радянська Енциклопедія» імені М. П. Бажана, 1991. 416 с.

56. Біленко, В.Г. Технологія вирощування лікарських рослин і використання їх у медичній та ветеринарній практиці: Навчальний посібник / В.Г. Біленко, В.І. Лушпа, Б.Є. Якубенко, Д.С. Волох. К.: Арістей, 2007. 656 с.

57. Гаркавий А.Д., Петриченко В.Ф., Спірін А.В. Конкурентоспроможність технологій і машин: навчальний посібник. Вінниця: ВДАУ Тірас, 2003. 68 с.

58. Клімат України / [за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко]. К. Видавництво Раєвського, 2003. 343 с.

59. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. К. Вища школа., 1994. 334 с.: іл.

60. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур. К., 2000. 10 с.

61. Макрушин М.М. Фізіологія рослин: підручник / [М.М. Макрушин, Є.М. Макрушина, Н.В. Петерсон, М.М. Мельников]; [за ред. М.М. Макрушина]. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.

62. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство): монографія. Херсон : Айлант, 2014. 465 с.

63. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistika 6.0. Методичні вказівки. К., 2007. 56 с.

64. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник; за ред. В.О. Єщенка. К., Дія, 2005. 288 с.

65. Царенко О.М., Злобін Ю.А., Скляр В.Г., Панченко С.М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: Навчальний посібник. Суми: Університетська книг, 2000. 203 с.

66. Економіка сільського господарства: навч. Посібник. за ред. В. К. Збарського. Київ: Каравела, 2012. 280 с.

67. Науково-практичний довідник по обґрунтуванню поелементних нормативів трудових, грошово-матеріальних та енергетичних витрат на виробництво зернових культур / [А.В. Черенков, В.С. Рибка, А.О. Кулик та ін.] / за ред. А.В. Черенков і В.С. Рибки. Дніпропетровськ: ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України, 2014. 180 с.

68. Потіш А.Ф., Медвідь В. Г., Гвоздецький О.Г., Козак З.Я. Екологія: теоретичні основи і практикум. Л. Магнолія 2006, 2008.

69. Кур'ята В.Г. Ретарданти – модифікатори гормонального статусу рослин. Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку: Ф 50 у 2т / НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; голов. ред. В.В. Моргун. К.: Логос, 2009. С. 565-587.