



БОБОСЬ І. М., ФЕДОСІЙ І. О., КОМАР О. О.

**АРОМАТИЧНО-СМАКОВІ КУЛЬТУРИ:
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ПРАКТИЧНІ
АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
ВАСИЛЬКІВ СПРАВЖНІХ І ШАФРАНУ**

Монографія

Київ

2025

УДК 635.71:631.559

Б 72

Рекомендовано до видання рішенням вченої ради Національного університету біоресурсів і природокористування України (Протокол № 7 від 23.12.2025 р.)

Рецензенти:

Шевчук Л. М., доктор с.-г. наук, професор

Яценко Н. В., доктор с.-г. наук, професор

Ткаленко Г. М., доктор с.-г. наук, ст. наук. співр.

Б 72 Ароматично-смакові культури: теоретичні основи та практичні аспекти формування продуктивності васильків справжніх і шафрану [Монографія] / І.М. Бобось, І.О. Федосій, О.О. Комар К.: «ЦП «Компринт», 2025. 176 с.

ISBN 978-617-8877-35-499999

При підготовці видання було використано штучний інтелект Gemini 3 Flash (модель від Google) для мовного редагування тексту (коригування граматики, структури, орфографії, пунктуації та форматування). Усі результати перевірені авторами вручну. Автори переглянули та верифікували кінцевий текст і несуть повну відповідальність за зміст цієї публікації.

У монографії представлено нове різноманіття ароматично-смакових культур (васильки справжні, шафран), яке може стати джерелом цінних продуктів харчування. Описано морфологічні ознаки, біологічні особливості та агротехнічні аспекти вирощування. Автори узагальнили досвід їхнього вирощування та подали результати власних досліджень.

Наведено результати комплексної оцінки різних видів ароматично-смакових культур за основними господарсько-цінними показниками на слабозабруднених ґрунтах. Виявлено вплив сорту та прийомів технології вирощування (термінів сівби, густоти рослин) на важливі технологічні та біохімічні показники, що дозволить підвищити урожайність та цінність готової продукції. Визначено перспективи вирощування васильків справжніх і шафрану в умовах реального техногенного навантаження.

Монографія розрахована на спеціалістів сільського господарства, харчової та переробної промисловості, овочівників, селекціонерів, спеціалістів, що цікавляться питанням вирощування, зберігання та переробки овочів, наукових співробітників, студентів та аспірантів вищих начальних закладів відповідних спеціальностей.

УДК 635.71:631.559

ISBN 978-617-8877-35-499999

© І.М. Бобось, І.О. Федосій, О.О. Комар

© НУБіП України, 2025

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ



Бобось Ірина Макарівна

Закінчила Українську сільськогосподарську академію в 1989 р. З 1989 р. до 2001 р. працювала старшим лаборантом і науковим співробітником лабораторії захисту рослин Київського відділу закритого ґрунту Інституту овочівництва і баштанництва УААН. Кандидат с.-г. наук, доцент, з 2003 р. асистент, а з 2005 р. – доцент кафедри овочівництва і закритого ґрунту Національного університету біоресурсів і природокористування України. Має три авторських свідоцтва на сорти овочевих культур та два деклараційні патенти. Опубліковано 120 наукових праць, співавтор 8 навчальних посібників та підручника, 12 монографій, понад 75 науково-методичних розробок, 14 науково-практичних рекомендацій та понад 80 статей у науково-виробничих журналах.



Федосій Іван Олексійович

Кандидат с.-г. наук, доцент, з 2007 р. асистент, а з 2016 р. – завідувач кафедри овочівництва і закритого ґрунту Національного університету біоресурсів і природокористування України. Має понад 50 наукових друкованих праць, співавтор 9 навчальних посібників та 7 монографій, автор понад 28 науково-методичних розробок, п'яти науково-практичних рекомендацій та понад 65 статей у науково-виробничих журналах.



Комар Олександр Олександрович

Кандидат с.-г. наук, доцент кафедри овочівництва і закритого ґрунту Національного Університету біоресурсів і природокористування України. Є автором і співавтором 61 наукових праць, з яких: підручників – 2, навчальний посібник – 2, монографій – 4, статей у фахових виданнях – 16, статті, які індексуються у Scopus – 5, тез доповідей – 14, науково-виробничі рекомендації – 6; методичні вказівки – 12.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1.1 Використання та сталий розвиток нетрадиційних овочевих культур в післявоєнний час	9
1.1.1. Аналіз ринкового попиту на пряно-ароматичну продукцію	10
1.1.2. Агроекологічне обґрунтування вибору культур для Київщини.....	12
1.2 Значення та особливості вирощування васильків справжніх (<i>Ocimum basilicum</i> L.).....	13
1.2.1. Біологічний потенціал та багатофункціональне значення.....	13
1.2.2. Історія походження та поширення культури в Україні.....	15
1.2.3. Ботанічні та біологічні особливості	66
1.2.4. Особливості технології вирощування та сучасний стан сортового різноманіття	18
1.3 Значення та особливості вирощування шафрану посівного.....	21
1.4. Підготовка продукції до маркетингу	33
1.5 Вимоги до якості продукції.....	28
2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
2.1 Ґрунтові умови дослідних ділянок НЛ «Плодоовочевий сад» НУБіП України	31
2.3 Схема досліду і методика проведення досліджень оцінки сортів васильків справжніх	50
2.5 Схема досліду і методика проведення досліджень конвеєрного вирощування сортів васильків справжніх	56
2.6 Схема дослідів і методика проведення досліджень шафрану	62
3 РІСТ, РОЗВИТОК, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ВАСИЛЬКІВ СПРАВЖНІХ	65
3.1 Оцінювання сортів васильків справжніх за господарсько-цінними ознаками	65
3.2 Господарсько-біологічне оцінювання сортів васильків справжніх за конвеєрного вирощування у відкритому та закритому ґрунті	75

4 РІСТ, РОЗВИТОК, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ШАФРАНУ ПОСІВНОГО
(CROCUS SATIVUS L.)..... 92

4.1 Особливості росту та розвитку рослин шафрану посіного залежно від
густоти рослин..... 92

4.2 Продуктивність шафрану посівного залежно від оптимізації параметрів
площі живлення рослин..... 101

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ..... 139

ДОДАТКИ..... 168

ВСТУП

Стан здоров'я та самопочуття сучасних українців залежать від багатьох несприятливих факторів: агресивні військові дії росії, переживання стресових ситуацій, пандемія вірусу COVID 19, швидкий темп життя, кліматичні зміни тощо. У таких умовах надзвичайно важливе значення має якість харчових продуктів – фактор який можна і треба контролювати.

Російське вторгнення в Україну загострило глобальну кризу продовольчої безпеки, призвело до нестабільності цін на продовольство, що вимагає пошуку нових шляхів для виробників. Водночас викликає занепокоєння, як різні види внаслідок воєнних дій впливають на параметри ґрунту, знижуючи врожайність та якість продукції. За даними маркетингових досліджень, навіть в умовах війни, зростає попит на споживання нетрадиційних овочевих рослин, в т.ч. й ароматично-смакових – васильків справжніх і шафрану. Це дозволить урізноманітнити здорове харчування населення й подовжити період споживання продукції, подолати сезонний характер її надходження та забезпечить стабільне постачання екологічно-безпечної продукції.

Вирощування, зберігання, переробка та контроль якості нових овочевих культур є перспективним напрямом диверсифікації аграрного виробництва України. Це відкриває нові можливості як для малих фермерських господарств, так і для великих агрохолдингів, дозволяючи створювати конкурентоспроможну продукцію для внутрішнього та зовнішніх ринків. Впровадження нетрадиційних культур сприяє створенню нових робочих місць у сільській місцевості та зміцнює економіку місцевих громад по всій країні. Виробництво екологічно безпечної продукції знижує залежність України від імпорту, що критично важливо для зміцнення внутрішньої продовольчої безпеки. Використання сучасних технологій вирощування та суворий контроль якості дозволяють отримувати високоцінний продукт для споживання у свіжому та переробленому вигляді.

Стале виробництво, розвинена інфраструктура зберігання та переробки забезпечують населення вітчизняними вітамінними продуктами впродовж усього року, незалежно від сезонних коливань. Розвиток сегменту нетрадиційних овочевих культур є стратегічним кроком для модернізації українського АПК, підвищення його стійкості та забезпечення населення якісними продуктами харчування власного виробництва.

Вирощування нішевих овочевих, а особливо ароматично-смакових культур (васильки звичайні, шафран), є одним із найбільш перспективних напрямів розвитку малого агробізнесу. Завдяки високій доданій вартості, ці культури дозволяють отримати значно вищий дохід з 1 га зібраної площі порівняно навіть із традиційними високоліквідними овочами. Малі господарства часто не можуть конкурувати на зовнішніх ринках зернових, проте мають унікальний шанс вийти на світову арену завдяки якості та ексклюзивності пряної продукції, попит на яку стабільно зростає. Ароматичні культури не потребують тисяч гектарів для рентабельності. Висока концентрація корисних речовин та смакових якостей робить їх цінним ресурсом навіть за вирощування на невеликих ділянках.

Розроблення технологій вирощування та суворого контролю якості дозволяє залучати до обігу землі, що потребують особливого догляду в післявоєнний період, забезпечуючи ринок безпечною свіжою та переробленою продукцією.

Метою досліджень є вивчення адаптивних властивостей нових культур на основі підбору видів, сортів, вивченні впливу густоти рослин, термінів сівби й висаджування розсади, отриманні якісної продукції для споживання у свіжому та переробленому вигляді.

Для досягнення мети були поставлені завдання:

- оцінювання сортів ароматично-смакових культур (васильки справжні, шафран) за господарсько-цінними ознаками;
- вивчення густоти рослин й особливостей конвеєрного надходження продукції з відкритого ґрунту.

Дослідження дозволили розробити комплексні складові технологій вирощування та системного контролю якості нових овочевих культур. Це стане фундаментом для створення надійної бази виробництва та забезпечення стабільного постачання екологічно безпечної продукції для внутрішнього ринку та експорту в післявоєнний період.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Використання та сталий розвиток нетрадиційних овочевих культур в післявоєнний час

В Україні розпочато дослідження різних видів порушень внаслідок воєнних дій, які впливають на параметри ґрунту, знижуючи врожайність та якість сільськогосподарських культур. Науковцями, які проводили дослідження на деградованих ґрунтах у Миколаївській області, пошкоджених військовими діями, встановлено значну шкоду сільському господарству через зниження врожайності, а також втрату якості їжі та безпеки. Вченими було рекомендовано введення нових сівозмін, що впливало до збільшення валової продукції порівняно з попередньою в 1,3 рази. Однак у дослідженнях використовували польові сівозміни з вирощуванням кукурудзи на силос і зелений корм; кормових коренеплодів і однорічних трав на зелений корм. Серед невивчених питань залишається вивчення урожайності та контролю якості овочевої продукції для різних напрямів споживання в післявоєнний час на слабозабруднених і забруднених землях Київської області.

Агробізнес постійно шукає інноваційні рішення для отримання високоякісної та безпечної продукції.

Високо актуальним і динамічним напрямком в агробізнесі є вирощування васильків справжніх (базилік). Його актуальність підтримується стабільним зростанням попиту на свіжу зелень у супермаркетах, на ринках і магазинах «здорового харчування». Італійська, грузинська, середземноморська кухні, де культура є ключовим інгредієнтом, залишаються одними з найпопулярніших. Це забезпечує постійний попит на якісний продукт. Зростає потреба у сировині й для виробництва соусу песто, який стає все більш популярним серед українських споживачів.

Значні перспективи вирощування має і вирощування шафрану посівного, оскільки це найдорожча пряність у світі (її називають «червоне золото»), що забезпечує надзвичайно високу рентабельність, незважаючи на трудомісткість

збору. Актуальність шафрану в Україні підтверджена успішним досвідом господарств у південних регіонах (Херсонська та Запорізька області) до повномасштабного вторгнення й адаптацією культури до погодних умов Київської області. Результати хімічного аналізу приймочок шафрану виявили наявність близько 150 летких і нелетких сполук. До них відносяться каротиноїди, окремі поліфеноли, флавоноїди та терпени, частки яких змінюються залежно від місця вирощування, часу збору, процесу сушіння та умов зберігання.

Серед невивчених питань залишається вивчення господарсько-цінних ознак нетрадиційних культур та отримання якісної продукції для споживання у свіжому та переробленому вигляді на землях Київської області, які зазнали впливу військових дій. Це дасть можливість розробити технології вирощування та розширить видове різноманіття овочів і підвищить забезпечення населення біологічно цінною і дешевою продукцією впродовж року в післявоєнний час.

1.1.1. Аналіз ринкового попиту на пряно-ароматичну продукцію

Сучасний агропродовольчий ринок демонструє стабільну тенденцію до зростання сегменту пряно-ароматичних рослин. Це зумовлено зміною споживчих переваг у бік здорового харчування, популяризацією етнічних кухонь та розвитком фуд-індустрії, що потребує натуральних підсилювачів смаку та консервантів.

Васильки справжні (*Ocimum basilicum* L.) або базилік залишаються однією з найбільш затребуваних зеленних культур в Україні. Аналіз попиту виділяє три ключові канали збуту: свіжий ринок, сектор HoReCa, промислова переробка. В Україні існує стабільне зростання попиту на свіжу зелень у роздрібних мережах (супермаркетах) протягом усього року. Споживач стає більш вибагливим до сортового різноманіття васильків (зеленолистий, фіолетовий, лимонний базилік). Водночас ресторанний бізнес є основним споживачем базиліка як обов'язкового інгредієнта середземноморської та азійської кухонь. Стрімкий розвиток виробництва локальних соусів (типу песто), заправок та консервованої

продукції збільшує також попит на виробництво васильків звичайних. В умовах післявоєнного відновлення створення малих ліній переробки безпосередньо в господарствах дозволяє виробнику уникати ризиків, пов'язаних із короткою лежкістю свіжої продукції.

Ринок шафрану посівного (*Crocus sativus* L.) в Україні перебуває на стадії активного формування, проте має унікальні економічні перспективи. Як найдорожча пряність світу, шафран дозволяє отримувати значний прибуток з мінімальних площ, що критично важливо для малих фермерів Київщини. Більша частина шафрану на українському ринку – це імпорт низької або сумнівної якості. Вирощування власної сертифікованої продукції дозволяє конкурувати за рахунок свіжості та гарантованої автентичності (вміст кроцину та сафраналу). Попит на шафран не обмежується кулінарією, він є цінною сировиною для фармацевтичної галузі (виробництво антидепресантів, БАДів) та косметології, що розширює коло потенційних покупців.

Київська область має стратегічну перевагу – близькість до найбільшого мегаполісу країни, що забезпечує мінімальну логістику, а саме швидку доставку свіжої зелені (базиліка) та прянощів від поля до споживача. Саме тут відбувається концентрація преміальних ринків та ресторанів, готових купувати нішеву продукцію (шафран) за ринковою ціною. Вирощування шафрану надає можливість крафтового брендування, завдяки створенню локальних торгових марок (“Київський шафран”, “Еко-базилік”), що підвищує довіру споживача в післявоєнний період. Щорічне зростання світового ринку спецій становить близько 5-7%, а сегмент "органічних прянощів" росте ще швидше. Попит на внутрішньому ринку зміщується від “просто продукту” до “безпечного продукту” для здорового харчування.

1.1.2. Агроекологічне обґрунтування вибору культур для Київщини

Вибір васильків справжніх (базиліку) та шафрану посівного для вирощування в умовах Київської області базується на аналізі агрокліматичного потенціалу регіону та адаптивної здатності цих культур до змін клімату, що спостерігаються в останні десятиліття.

Київська область розташована в зоні достатнього та помірного теплозабезпечення, що зазнає впливу глобального потепління (зміщення природно-кліматичних зон на північ). Васильки справжні – тепловимоглива культура, яка потребує суми активних температур (вище 10°C) у межах 2000–2500°C. Сучасні літні сезони в Київській області стабільно забезпечують ці показники, що дозволяє отримувати 2–3 збори врожаю зеленої маси у відкритому ґрунті. Шафран посівний має унікальний цикл розвитку: від активного в осінньо-весняний період і спокою в літній період. М'які осені в регіоні сприяють тривалому цвітінню (жовтень – листопад), а помірні зими під сніговим покривом забезпечують успішну перезимівлю цибулин.

Київська область належить до зони нестійкого зволоження. Базилік чутливий до дефіциту вологи, однак його вирощування на краплинному зрошенні в умовах Лісостепу України демонструє високу інтенсивність накопичення ефірних олій (евгенолу, ліналоолу), концентрація яких зростає саме за високої сонячної активності. Шафран є ксерофітною культурою. Його здатність переносити літню спеку у стані спокою (у вигляді бульбоцибулини) робить його ідеальною культурою для господарств, що стикаються з дефіцитом поливної води в липні – серпні.

Переважаючи в області чорноземи типові, опідзолені та темно-сірі лісові ґрунти за умови належної аерації є сприятливими для обох культур. Для базиліку важливий високий вміст гумусу та легкий механічний склад ґрунту для швидкого прогрівання навесні. Для шафрану критичним є відсутність застою ґрунтових вод, що забезпечується рельєфом більшої частини Київщини.

Важливим аспектом обґрунтування є здатність цих культур давати якісну продукцію на територіях, що зазнали технічного або воєнного впливу. Дослідження вказують на те, що ефіроолійні культури (зокрема базилік) мають специфічний механізм бар'єрного захисту, де важкі метали меншою мірою акумулюються в генеративних органах та вегетативній масі, що використовується як пряність. Шафран, завдяки отриманню продукції з приймочок квітки (незначна біомаса порівняно з коренеплодами), мінімізує ризики винесення токсикантів із ґрунту в кінцевий дорогий продукт.

Отже, агрокліматичні умови Київської області, а саме збільшення безморозного періоду, зростання суми активних температур та наявність родючих ґрунтів у поєднанні з технологіями мікрозрошення створюють оптимальне середовище для стабільного виробництва базиліку та шафрану. Це дозволяє не лише диверсифікувати овочевий сектор регіону, а й забезпечити високу рентабельність виробництва на відносно невеликих площах.

1.2 Значення та особливості вирощування васильків справжніх (*Ocimum basilicum* L.)

1.2.1. Біологічний потенціал та багатфункціональне значення

На сучасному етапі розвитку овочівництва в Україні спостерігається стійка тенденція до диверсифікації асортименту за рахунок пряно-ароматичних рослин. Особливу наукову та практичну цікавість викликають васильки справжні (базилік), розширення посівних площ під якими наразі лімітується відсутністю відпрацьованих технологічних регламентів для безперервного (конвеєрного) отримання продукції. Розробка адаптивних технологій вирощування у відкритому та захищеному ґрунті є стратегічним завданням для забезпечення ринку свіжою дієтичною сировиною протягом року.

Ocimum basilicum L. належить до родини Глухокропивових (*Lamiaceae*) і представляє собою однорічну трав'янисту рослину з вираженими бальзамічними властивостями. Традиційно відомий як «царська трава», базилік цінується за

високі смакові якості всієї надземної маси. Основним об'єктом заготівлі є листки різних антоціанових відтінків (від яскраво-зеленого до насичено-фіолетового) та суцвіття на початкових етапах генеративного розвитку.

Специфіка використання базилика в кулінарії зумовлена динамікою розкриття його смакового профілю: від початкової пікантної гірчинки до м'якого солодкуватого післясмаку. Молоді вегетативні пагони є обов'язковим інгредієнтом салатів, соусів, омлетів та комбінованих масел. Пряність широко застосовується для ароматизації оцтів, маринадів та солінь. У поєднанні з томатами, бобовими та м'ясними виробами базилік виступає як природний антисептик та підсилювач смаку. У висушеному стані сировина інтегрується у рецептури ковбасних виробів, консервів та алкогольних напоїв лікоро-горілчаного спрямування.

Біологічна активність васильків справжніх детермінована складним комплексом ефірних олій, вміст яких у сухій речовині може сягати 6 % залежно від генотипу та умов вирощування. Найвищий вміст ефірної олії характерний для листків (1,6–6,0 %) та суцвіть (1,5–3,5 %), тоді як у стебловій частині він мінімальний (до 0,3 %). До складу олії входять ліналоол, метилхавінол, цинеол, камфора та оцімен. Окрім олій, рослина акумулює значну кількість вітамінів (С, В2, РР), каротину, рутину та фітонцидів. Встановлено, що максимальна концентрація Р-активних фенольних сполук припадає на фазу інтенсивного наростання вегетативної маси, тоді як пік вмісту аскорбінової кислоти спостерігається у фазі бутонізації.

Фармакологічний потенціал базилика, визнаний ще Авіценною, базується на його болезаспокійливих, спазмолітичних та виражених бактерицидних властивостях. У сучасній терапевтичній практиці препарати на основі *Ocimum basilicum* застосовуються як тонізуючі засоби при астенічних станах та пригніченні ЦНС; протизапальні агенти при патологіях сечовивідної системи (нефрити, цистити); засоби для корекції функцій дихання та травлення; галактогінні препарати для стимуляції лактації.

1.2.2. Історія походження та поширення культури в Україні

Васильки справжні – пряно-ароматична рослина, батьківщиною якого вважають Південну Азію. У дикому стані росте в Ірані, Індії, Китаї та інших країнах. Також у здичавілому стані зустрічається на півдні Азії, в північно-східній Африці, тропіках Америки, в Середній Азії та на Кавказі.

До Європи він потрапив лише в XVI столітті. Швидко завоював симпатії європейців своїм запашним запахом. Вважався пряністю, гідною уваги королів. Швидко поширився також в Африці, на островах Тихого океану. У середині століття східні прянощі відтіснили базилік на другий план. Але ніколи він не виходив з ужитку. Васильки справжні завжди рекомендували використовувати в обмежених кількостях, так як аромат його досить інтенсивний.

Діаскорід прямо в своїх рукописах попереджав про обмежене вживання цієї пряності під приводом того, що вона, можливо, впливає на зниження зору. Васильки справжні з часів другої світової війни, коли відбулося його як би “друге відкриття”, широко культивується в країнах Європи, на Північному Кавказі, в Криму, середньоазіатських державах, в Молдові.

У культури є довга історія поклоніння і ненависті. З грецької його назва перекладається як “Король”, а в індуській релігії до нього ставилися як до священних прянощів. Васильки відомі як “томатна пряність” за їх дружбу з помідорами. Відомо, що васильки користувалися популярністю ще в Стародавній Греції. Греки називали його королівською травою. В Індії вони вважалися священними.

З васильками було також пов'язано безліч прикмет. Греки вважали поганою прикметою було, у разі, коли васильки виростили на могилах. Римляни вважали, що чим більше людина вживає васильків, тим більше буде успішною. На острові Крит васильки символізували любов, обмиту сльозами. Існує навіть прислів'я «Хто базилік жує, той довго живе».

Існують інші назви: базилік городній, васильки запашні, волошки червоні, рейган азербайджанська, райхон узбецький, реан вірменський. В різних регіонах

України їх ще називають: бусуйок, василечки, васильки городні, васильки душисті, васильки церковні, василько, гайбуз, кашики. Має аналоги в дикому вигляді.

Останнім часом в Україні васильки справжні стають все більш популярними в овочівництві і городництві і використовуються, як овочева пряна культура.

1.2.3. Ботанічні та біологічні особливості

У природі існують різні види васильків справжніх з різним забарвленням листків й ароматом. Одні мають антоціанові листки з ароматом схожим на суміш духмяного перцю та чаю, інші коричнювато-фіолетові листки з ароматом гвоздики й м'яти. Однак найбільш поширеними є зелені васильки з ароматом лаврових литсків і гвоздики.

Рід *Ocimum* нараховує близько 200 видів. Найбільш поширені такі види:

1. Васильки сиві (*Ocimum cenumsimis*) використовують для приготування чаю за лихоманки та відлякування москітів;
2. Васильки м'ятолисткові (*Ocimum menthaefolium* Hochst);
3. Васильки каліманджарські (*Ocimum kilimandsharicum* Guerke);
4. Васильки священні (*Ocimum sanctum* L.);
5. Васильки зелені (*Ocimum viride* Willd);
6. Васильки євгенольні (*Ocimum gratissimum*);
7. Васильки справжні (*Ocimum basilicum* L.) – використовують для харчування та переробній промисловості.

Асортимент васильків представлений чотирма групами. Перша охоплює дрібні сорти з різним забарвленням та формою листків (фіолетові, зелені, гофровані). Друга група – це зеленолисті рослини, що квітнуть фіолетовим з ароматом аніса. Окремо виділяють кораблеподібні сорти з гвоздично-лавровим ароматом та пупкоподібні васильки.

Васильки справжні – це сильногілляста однорічна культура, що сягає у висоту від 30 до 60 см і має розгалужену стрижневу кореневу систему, зосереджену у верхніх шарах ґрунту. Рослина вирізняється чотиригранним стеблом, яке схильне до швидкого здерев'яніння після завершення фази цвітіння. Листки мають видовжено-яйцеподібну форму із загостреними кінчиками та можуть набувати як зеленого, так і фіолетового забарвлення, досягаючи 5,5 см завдовжки. Дрібні квітки білого, рожевого або бузкового відтінків формують на верхівках пагонів суцвіття-китиці по 6–8 штук у кожному. Період масового цвітіння культури триває з червня до кінця серпня.

Особливістю розвитку рослини є одночасна присутність на ній бутонів, відкритих квітів і сформованих плодів, причому сорти з білим цвітом зазвичай випереджають фіолетові у термінах дозрівання. Плоди мають суху структуру і після висихання розпадаються на чотири дрібні темно-бурі горішки, довжина яких становить 1,2–1,5 мм. Повне дозрівання овально-видовженого насіння припадає на кінець вересня, а його абсолютна вага є досить низькою: маса 1000 насінин варіюється в межах 1–1,8 г.

Васильки справжні належать до тепловимогливих культур і виявляють помірну стійкість до посухи, проте максимальна продуктивність рослин можлива лише за умови достатнього поливу. Режим зволоження відіграє критичну роль на ранніх етапах вегетації, оскільки дефіцит води в період від появи сходів до початку бутонізації суттєво знижує врожайність. Таким чином, для стабільного росту необхідно підтримувати оптимальну вологість ґрунту саме в першій половині життєвого циклу рослини.

З огляду на високу тепловимогливість васильків справжніх, для їх успішного вирощування необхідно обирати родючі, легкі за механічним складом ґрунти, що добре прогріваються та мають слабокислу реакцію. Найкращих результатів можна досягти на ділянках, щедро збагачених органічними добривами, які забезпечують рослину необхідною енергією для росту. Оптимальне поєднання поживних речовин і сприятливого температурного

режиму ґрунту є ключовою умовою для оптимального росту та розвитку культури.

Васильки справжні – це виражено світловимогливі та тепловимогливі рослини, тому навіть незначне затінення уповільнює їхній розвиток і подовжує вегетаційний період. Оптимальними умовами для активного росту та ясного цвітіння є температура в межах $+20\text{--}25^{\circ}\text{C}$, тоді як її зниження до $+12\text{--}15^{\circ}\text{C}$ призводить до зупинки росту, а мінімальні заморозки нижче 0°C є згубними для рослин. Процес проростання насіння розпочинається за $+15^{\circ}\text{C}$, проте за умови прогрівання до $+20\text{--}25^{\circ}\text{C}$ перші сходи з'являються вже за 10–12 діб після сівби.

1.2.4. Особливості технології вирощування та сучасний стан сортового різноманіття

Останнім часом дедалі популярнішим стає метод вирощування базиліку через розсаду, що потребує дотримання певних температурних і ґрунтових умов. Для успішного проростання насіння необхідно підтримувати стабільне тепло в межах $25\text{--}30^{\circ}\text{C}$, використовуючи при цьому пухкий та збагачений поживними речовинами субстрат. Оптимальним вибором для створення сприятливого середовища вважається торфосуміш «Domoflor mix 4», яка забезпечує молоді рослини всім необхідним для швидкого старту.

Для сівби базиліка зазвичай використовують стандартні касети розміром 60×40 см із вічками, що мають дно 12×12 мм та стінки товщиною 0,7 мм. Оскільки насіння культури досить дрібне, його закладають на невелику глибину (0,5–1 см), висіваючи по 2–3 насінини в кожен чарунк. Роботи розпочинають орієнтовно за 30–45 діб до планованої висадки у відкритий ґрунт або пересадки в горщики для продажу. Після появи масових сходів, що зазвичай відбувається через 10–12 діб, температуру в приміщенні рекомендується знизити до $16\text{--}20^{\circ}\text{C}$ – це допоможе запобігти надмірному витягуванню молодих паростків.

Через ніжність базиліку важливо уникати надмірного зволоження ґрунту, оскільки застій води призводить до випрівання та розвитку «чорної ніжки». З

появою першого справжнього листка посіви за потреби проріджують і проводять перше підживлення мінеральними добривами, обов'язково промиваючи листки чистою водою для захисту від хімічних опіків. Повторне внесення добрив здійснюють через 15 діб, а перед перенесенням у відкритий ґрунт рослини поступово загартовують, стежачи, щоб температура повітря не опускалася нижче за +5–10°C.

Перед пікіруванням розсаду базиліку ретельно поливають, після чого обережно виймають із касет, відбраковуючи хворі або пошкоджені сіянці. Рослини пересаджують у технічні горщики (діаметром 9 см, глибиною 6,8 см та шириною 7 см), попередньо наповнені торфосумішшю «Domoflor mix 4» із додаванням перліту для кращої аерації. Завершальним етапом посадки є обов'язковий полив, що сприяє швидшому укоріненню молодих рослин на новому місці.

Подальший догляд за рослинами базиліку передбачає регулярне розпушування субстрату в горщиках, систематичний полив і захист рослин від патогенів. Хоча культура рідко приваблює шкідників, молоді посіви можуть потерпати від пошкодження попелицею. Найбільшу загрозу становлять грибкові захворювання, такі як плямистість та «чорна ніжка», що виникають через надмірну вологість, тому для профілактики важливо забезпечити якісне провітрювання. Під час відбору рослин усі уражені екземпляри підлягають знищенню разом із залишками ґрунту, а вже за 10–15 діб після пікірування готова розсада може висаджуватись на постійне місце.

Сучасна концепція раціонального харчування базується на поєднанні достатніх обсягів споживання овочів із максимально широким їх асортиментом, що дозволяє урізноманітнити раціон та забезпечити організм вітамінами протягом усього року. Вирішення проблеми сезонності та обмеженого вибору можливе через оптимізацію структури овочівництва, зокрема шляхом введення в культуру нових цінних видів та створення адаптованих сортів малопоширених рослин. Такий підхід сприяє розширенню ареалів вирощування перспективних

культур та їх активному впровадженню у промислове виробництво для безперебійного постачання якісної продукції споживачам.

Починаючи з 1993 року, Дослідна станція «Маяк» Інституту овочівництва і баштанництва НААН України здійснює цілеспрямовану селекційну роботу з малопоширеними культурами. До досліджень залучено широкий спектр рослин, серед яких зеленні, пряно-смакові, пряно-ароматичні та делікатесні види. Результатом цієї діяльності стало створення та впровадження у виробництво у 2003 році таких вітчизняних сортів, як «Сяйво», «Рутан» та «Перекотиполе».

Фахівці Кримської дослідної станції овочівництва ще до війни РФ (нині – «Агрофірма Наско») НААН України, застосовуючи методи гібридизації та селекційного добору місцевих популяцій, створили сорти «Кримський фіолетовий» та «Бадьорий». Водночас метод добору на основі місцевого генетичного матеріалу продемонстрував найвищу ефективність під час створення сорту «Юнга», який вирізняється високими показниками врожайності та якості продукції. Цей сорт був створений в Інституті овочівництва і баштанництва НААН як результат глибокої селекційної роботи з локальними формами рослин. Ці сорти найбільш поширені та популярні серед населення України. Вони є джерелом ефірної олії, евгенолу і камфори, які використовують у кардіології, харчовій промисловості як ароматичні речовини, у стоматологічній практиці як дезінфікуючий і дезодоруючий засіб. Місять значну кількість вітамінів, макро- і мікроелементів, які є незамінними для організму людини.

Організація конвеєрного вирощування комерційно привабливих та високоякісних сортів васильків справжніх, які мають відмінні смакові властивості та адаптовані до агрокліматичних умов України, є пріоритетним завданням для сучасних виробників зеленої продукції. Створення стабільної системи постачання таких конкурентоспроможних сортів дозволяє підприємствам різних форм власності ефективно задовольняти запити ринку та підвищувати рентабельність овочівництва.

1.3 Значення та особливості вирощування шафрану посівного

В Україні наростає інтерес до виробництва такої нішевої культури як шафран посівний, який є не звичною для наших широт пряністю. Він вважається надає стравам унікального смаку та аромату та має лікувальні властивості. Шафран – одна з найдорожчих прянощів у світі завдяки ручному виробництву. Для отримання 0,5 г висушеного шафрану потрібно перебрати від 75 до 100 квіток, які дають 225-300 шафранових ниток. Шафран є прибутковою та конкурентоспроможною культурою. Його отримують з квіток *Crocus sativus* L. (*Iridaceae*).

З агрономічного погляду шафран є унікальною культурою, біологічний цикл якої суттєво відрізняється від більшості рослин: він розпочинається з цвітіння у жовтні-листопаді, після чого триває вегетативний розвиток аж до травня. Такий специфічний графік зумовлює те, що вегетація спрямована не на формування врожаю рилець, а на відтворення нових бульбоцибулин, забезпечуючи багаторічність культури через вегетативне розмноження при однорічному циклі самої рослини. Шафран характеризується низьким споживанням вологи та специфічним індексом урожайності, адже основним продуктом виробництва є рильця квітів – надзвичайно дорога спеція, що робить агротехніку цієї рослини винятковим випадком у світовому сільському господарстві.

Унікальні органолептичні властивості шафрану – його впізнаваний аромат, смак та колір – забезпечуються наявністю специфічних вторинних метаболітів. Ключовими біологічно активними компонентами є кроцин, що відповідає за пігментацію, сафранал, який формує аромат, та пікрокроцин, що надає спеції характерної гіркоти. Хоча хімічний склад рослини є досить складним і містить загальнопоширені первинні метаболіти (вуглеводи, білки, жири, мінерали та вітаміни), фінальні характеристики продукту суттєво варіюються залежно від геокліматичних умов вирощування та методів післязбиральної обробки. Хімічний склад шафрану вирізняється надзвичайною складністю: аналізи

підтверджують наявність понад 150 компонентів, серед яких як життєво важливі сполуки (білки, вітаміни, мінерали, крохмаль), так і численні вторинні метаболіти. Останні, хоч і не є критичними для виживання рослини, відіграють ключову роль у її розвитку та репродукції; до них належать каротиноїди, монотерпени, флавоноїди (зокрема антоціани), а також специфічні сполуки, як-от сафранал, пікрокроцин, мангікроцин, сапоніни та різні пігменти. Завдяки поєднанню гідрофільних і ліпофільних елементів, а також унікальних речовин на кшталт кроцину та ксантону, шафран володіє багатим біологічним потенціалом, що виходить далеко за межі властивостей простої пряності.

Традиційно шафран посідає вагомe місце у фітотерапії та аюрведичній медицині як універсальний засіб для лікування широкого спектру розладів. Завдяки своїм унікальним властивостям він застосовується як імуностимулятор, антидепресант, сечогінний та заспокійливий препарат, а також як тонік для серцево-судинної, нервової та травної систем. Терапевтичний потенціал шафрану дозволяє використовувати його при загальному виснаженні, запальних процесах, діабеті, дерматологічних захворюваннях та респіраторних інфекціях. Особливу увагу вчених привертає виражена протипухлинна активність метаболітів шафрану, які демонструють здатність пригнічувати ракові клітини при лейкемії, а також онкологічних ураженнях легень, підшлункової та молочної залози.

Історія використання шафрану як харчового барвника та спеції налічує від 3000 до 4000 років. Традиційно каротиноїди не виділяють із сировини окремо: для приготування страв, як-от індійського рису пулав, використовують цілі або подрібнені рильця, чиї водорозчинні кроцини надають їжі насиченого малинового відтінку. Окрім кулінарії, шафран здавна слугував природним пігментом – найдавнішим свідченням цього є використання висушених рилець як фарби для наскельних малюнків із зображеннями тварин.

Технологія вирощування шафрану досі містить чимало дискусійних аспектів, зокрема щодо оптимальних термінів посадки, які традиційно базуються на локальному досвіді поколінь, а не на уніфікованих наукових стандартах.

Географія висадки варіюється від травня до вересня залежно від регіону: від Греції та Іспанії до Індії та Марокко. Попри те, що час посадки та розмір бульбоцибулин впливають на інтенсивність щоденного розпускання квіток, вони не змінюють загальну тривалість періоду цвітіння. Оскільки в агрономії також відсутні єдині рекомендації щодо густоти насаджень, детальне вивчення цих параметрів в умовах Київської області є надзвичайно актуальним для розробки ефективної методики отримання високоякісної вітчизняної сировини.

1.4. Підготовка продукції до маркетингу

Логістика свіжих овочів – це багатогранний процес, що охоплює шлях від збирання врожаю та первинної обробки до тривалого зберігання й фінальної доставки в магазини. Саме злагодженість усіх ланок цього ланцюга гарантує, що споживач отримає якісний та свіжий продукт.

Складність цієї системи пояснюється значним асортиментом культур, кожна з яких потребує специфічного температурного режиму, особливих умов транспортування та відповідає різним вимогам сучасного ринку.

Вирощування та логістика ароматично-сакових і листових овочів лише здаються простими процесами. Насправді через надзвичайно швидке в'янення ці культури, нарівні зі зрізаними квітами, потребують найсуворішого дотримання спеціальних умов під час транспортування, щоб зберегти свою свіжість.

Асортимент свіжих прянощів у вітчизняних супермаркетах постійно розширюється: споживачі активно купують зелень, стебла та квіти таких культур, як базилік (васильки), материнка, м'ята, чебрець, рукола, меліса, любисток та майоран. Хоча на світовому ринку вибір ще багатший, більшість цих екзотичних раніше рослин уже стали звичними та доступними для українського покупця.

Оскільки свіжі прянощі зазвичай споживаються у невеликих обсягах, альтернативним логістичним рішенням є їхня переробка: сушіння, подрібнення та фасування для тривалого зберігання. Це особливо актуально через надмірну вразливість таких рослин: вони швидко в'януть, втрачають колір і характерний

аромат, а також схильні до гниття. Такі біологічні особливості вимагають від фахівців максимальної оперативності та чіткої організації на всіх етапах – від післязбиральної обробки до фінальної доставки.

Процес збирання та підготовки врожаю – від сортування до пакування й формування пучків, виконується виключно вручну. Для зрізання листових розеток використовують ножі, а щоб максимально зберегти свіжість продукції, роботи проводять або в ранні ранкові години, або за хмарної погоди, уникаючи прямих сонячних променів.

Після збирання ароматично-смакових і зеленних культур застосовують три технології післязбиральної доробки.

Перша технологія базується на пакуванні продукції безпосередньо в полі: тут же здійснюється сортування, формування пучків, їх зв'язування та укладання в тару. Такий підхід забезпечує найвищу якість, оскільки мінімізує зайві переміщення товару. Найефективніше цей процес виконує ланка з двох осіб: перший працівник зрізає рослини та формує пучки, а другий відповідає за фіксацію, пакування в поліетилен та складання в коробки.

Друга модель післязбиральної підготовки орієнтована на великі обсяги виробництва і передбачає наявність спеціалізованих пунктів доробки. Саме на цих пунктах здійснюється фінальне формування пучків та їхнє професійне пакування перед відправкою.

Водночас широкого розповсюдження набула третя схема, характерна для сегмента оптової торгівлі. За цієї моделі зрізану зелень відправляють з поля безпосередньо на аукціони або великим замовникам у загальному обсязі. Формування ж окремих пучків та їх фінальна передпродажна підготовка здійснюються вже на місці, безпосередньо перед виставленням на роздрібний продаж.

У процесі сортування та в'язання пучків ключова увага приділяється трьом основним критеріям товарного вигляду, які оцінюються візуально:

- свіжість: збереження природного тургору та соковитості рослин;

- однорідність: ідентичність елементів у пучку за розміром, формою та інтенсивністю забарвлення;
- чистота й цілісність: повна відсутність ознак захворювань, слідів шкідників, пожовклого листа або залишків ґрунту.

Рівень аромату продукції зазвичай визначають шляхом дегустації (сенсорного аналізу). Питання чистоти та цілісності пучків вирішують за допомогою пакування: традиційно використовують картонні коробки з парафіновим покриттям, які захищають товар від забруднень під час реалізації. Проте найвищий ступінь захисту та найкращий візуальний ефект забезпечують спеціальні прозорі пластикові блістери.

Хоча передпродажна підготовка пряно-ароматичних та листових культур є дещо простішою порівняно з іншими овочами, їхня логістика залишається критично складним процесом. Головною умовою успіху тут є швидкість у поєднанні з суворим контролем шести ключових факторів:

- термічний режим: підтримання оптимальної температури;
- гідротермічний баланс: контроль рівня вологості повітря;
- механічна цілісність: запобігання будь-яким фізичним деформаціям;
- газова чистота: недопущення накопичення етилену (газу старіння);
- атмосферний контроль: створення правильного газового середовища (МГС);
- біологічний захист: запобігання розвитку патогенів та поширенню шкідників.

Температурний режим. Температура є критичним чинником, що визначає термін життєздатності свіжозрізаних рослин. Ключовим етапом логістики є негайне охолодження продукції одразу після збору – лише після цього її можна транспортувати. Важливо враховувати, що різні культури мають індивідуальні вимоги до термічного режиму: наприклад, базилік (васильки) та перила найкраще зберігають свої властивості за +10...15°C, тоді як охолодження до 0°C призводить до стрімкої втрати їхньої якості та характерного аромату.

Втрати від підв'ялювання. Пряно-ароматичні та листові культури характеризуються надзвичайно високою швидкістю втрати вологи. Інтенсивність випаровування (транспірації) не є однаковою для всіх рослин; вона безпосередньо залежить від конкретного ботанічного виду, встановленого температурного режиму та швидкості циркуляції повітря в системах кондиціювання.

Культури з великим соковитими листками, такі як базилік (васильки), перила, м'ята, меліса, кріп та рукола – найбільш схильні до стрімкого в'янення. Цей ризик зростає, якщо збирання проводиться на пересушеному ґрунті за спекотної та вітряної погоди. Щоб запобігти втраті тургору, напередодні ввечері ділянки обов'язково зволожують методом краплинного поливу або делікатного спринклерного дощування. Спринклери створюють дрібнодисперсний туман, який не травмує ніжні тканини й не забруднює листя ґрунтом. Це критично важливо, оскільки мити зрізану зелень перед тривалим транспортуванням не можна (це допустимо лише для негайного продажу на місці). Для збереження якості зрізаної продукції вологість повітря в логістичному ланцюзі має становити не менше 95%.

Найефективнішим способом запобігання в'яненню є використання герметичного пакування – прозорих пластикових пакетів або контейнерів. Однак варто пам'ятати: застосування такої технології вимагає суворого дотримання рекомендованого температурного режиму, щоб уникнути псування продукції всередині упаковки.

Втрати від фізичних пошкоджень. Через надзвичайну делікатність листові овочі та прянощі не витримують багаторазового перекладання з однієї тари в іншу. Будь-яке пошкодження коробок під час транспортування призводить до мікро- та макротравм листків, що запускає незворотні процеси: у рослин стрімко посилюється дихання та підвищується внутрішня температура. Такі ранові поверхні стають ідеальним середовищем для розмноження мікроорганізмів, що зрештою спричиняє різке погіршення якості та псування всього об'єму продукції.

Негативний вплив етилену. Етилен є одним із ключових природних регуляторів росту, що суттєво впливає на ефективність післязбиральної доробки та логістики. Цей газ може як виділятися самою рослиною, так і потрапляти із зовнішніх джерел. У певних випадках його використовують для стимуляції цвітіння чи дозрівання плодів, проте для більшості зеленних і пряно-ароматичних культур він є вкрай небажаним. Для них етилен виступає «газом старіння»: навіть мінімальне зростання його концентрації в середовищі провокує стрімке пожовтіння та втрату товарного вигляду пучкової продукції.

Для мінімізації негативного впливу етилену на свіжу зелень та запобігання її передчасному старінню застосовують такі заходи:

- ретельна селекція: до логістичного ланцюга допускають лише здорові рослини без механічних пошкоджень чи фітопатологій, оскільки травмовані тканини інтенсивно синтезують етилен;
- активна вентиляція: на всіх етапах – від пунктів доробки до транспортування забезпечують примусовий повітрообмін для виведення накопичених газів;
- роздільне зберігання: суворо заборонено тримати зелень поруч із клімактеричними фруктами (яблуками, динями, цитрусовими), які є потужними природними джерелами етилену;
- технологічна гігієна: у зонах обробки не допускається паління та вплив прямих ультрафіолетових променів, оскільки ці фактори стимулюють синтез газу старіння;
- екологічна та гідротермічна безпека: під час перевезення необхідно підтримувати високу вологість повітря та повністю ізолювати продукцію від потрапляння вихлопних газів двигунів.

Захист від пошкоджень шкідниками та ураження хворобами. Однією з ключових вимог до успішного маркетингу зеленних культур є їхня бездоганна фітосанітарна якість: продукція має бути повністю вільною від слідів життєдіяльності шкідників або ознак хвороб. Важливо пам'ятати, що технологія

виращування овочів на зелень суворо забороняє використання будь-яких пестицидів.

Для забезпечення екологічної безпеки при вирощуванні зелені рекомендується впроваджувати комплекс агротехнічних заходів: ретельний підбір стійких сортів, суворе дотримання сівозміни, оптимізацію густоти та термінів посіву, а також використання натуральних настоїв і відварів трав для захисту. Важливою перевагою є те, що більшість пряно-ароматичних культур мають природний імунітет та здатність відлякувати шкідників завдяки високому вмісту ефірних олій.

На сьогодні ефективний маркетинг свіжозрізаних прянощів та листових овочів в Україні здебільшого притаманний лише малим господарствам. Через це в ресторанному секторі та супермаркетах домінує імпортна продукція, що зумовлює її високу вартість. Перспективи вітчизняного виробництва залежать не лише від агротехнологій, а насамперед від розбудови цілісної системи логістики та оптової дистрибуції. Лише за умови налагодження всього ланцюжка – від поля до столу – цей напрям зможе трансформуватися у масштабний та прибутковий бізнес.

1.5 Вимоги до якості продукції

Зелень ароматично-смакових культур повинна відповідати наступним критеріям якості:

- органолептичні показники: свіжий вигляд, типовий смак та аромат без сторонніх домішок. Розетки листків – цілі, пружні, не пом'яті;
- морфологічні особливості: недопустима наявність квіткових стебел. Листки не повинні мати ознак огрубіння;
- фізичний стан: поверхня має бути сухою (без надлишкової вологості), а корені мати природний світлий колір.

Режим зберігання та логістики:

- температурний коридор: підтримувати стабільний режим у межах +3...+6 °C;
- вологість: оптимальна відносна вологість повітря (ВВП) становить 90–95%.
- етиленовий режим: продукт має низький рівень генерації етилену, проте вирізняється високою чутливістю до нього (потребує ізоляції від продуктів-етиленпродуцентів).

Довжина рослини (від кореневої шийки до верхівки листків) має становити від 18 см. Максимальна висота обмежена розміром пакування. Основним критерієм калібрування є вага нетто. Сумарна маса горщика, субстрату та коренів не повинна перевищувати 75 г. Водночас чиста вага самої зелені (нетто) має відповідати встановленим нормам для конкретного виду.

Зелень повинна бути однорідної форми і забарвлення, властивих ботанічного виду, без будь-яких дефектів. Листки мають бути цілими, молодими, здоровими, свіжими на вигляд (рис. 1.1).

		
Недостатня маса листків	Крайовий опік листків салату	Не сформовані рослини васильків

Рисунок 1.1. Характерні невідповідності якості у зеленних овочевих культур

Заходи щодо запобігання втраті якості листків:

- моніторинг живлення: необхідний щоденний контроль рівня рН та щомісячний повний аналіз складу розчину. За результатами перевірок проводиться корекція балансу макро- та мікроелементів;
- оновлення середовища: з метою запобігання надмірному накопиченню сірки, повна заміна живильного розчину має здійснюватися кожні три тижні.

Під час складання розчинів потрібно пам'ятати, що зеленні й ароматично-смакові культури не постійно засвоюють з розчину поживні речовини в період росту. Це залежить від розміру рослини, освітленості, температури і вологості. Взимку і навесні рослини засвоюють азот і калій швидше в міру прискорення зростання. Швидкість засвоєння кальцію, навпаки, постійна.

У літній період головною причиною крайових опіків молодого листа є дисбаланс між надземною та підземною масами, через що коріння не забезпечує рослину достатньою кількістю кальцію. Окрім природних факторів, засвоєння кальцію блокується дефіцитом або надлишком азоту (який також провокує накопичення нітратів) та надмірною концентрацією калію. Брак самого кальцію не лише спричиняє побуріння країв листа, а й відкриває шлях бактеріальній гнилі, тоді як дефіцит фосфору призводить до аномального росту та механічних пошкоджень листових пластин.

Таким чином, аналіз джерел літератури свідчить про цінність ароматично-смакових культур і необхідність їхнього впровадження у виробництво для розширення цінної овочевої продукції у свіжому та переробленому вигляді у післявоєнний час. Основним методом впровадження технологій вирощування є адаптація видів і сортів до певних умов вирощування. Серед не вивчених технологічних прийомів залишається оптимізація густоти рослин, створення конвеєру вирощування культур. Тому були проведені дослідження з виявлення адаптивних властивостей сортів васильків справжніх на основі вивчення термінів сівби для конвеєрного надходження продукції в супермаркети та встановлення оптимальної густоти шафрану для отримання прянощів.

2. МІСЦЕ, УМОВИ ТЕ МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Ґрунтові умови дослідних ділянок НЛ «Плодоовочевий сад»

НУБіП України

Дослідження проводились впродовж 2021–2025 рр. на колекційних ділянках кафедри овочівництва і закритого ґрунту в НЛ «Плодоовочевий сад» НУБіП України. Ґрунтово-кліматична зона має перехідний характер, оскільки розташована між північною частиною типового Лісостепу і лісовою зоною Полісся.

У НЛ «Плодоовочевий сад» НУБіП України ґрунт дослідної ділянки темно-сірий опідзолений легкосуглинковий на карбонатному лесі. Потужність гумусового горизонту 24–28 см. Ґрунтоутворні породи представлені воднольодовиковими, давніми і сучасними елювіальними річковими відкладами (піски, супіски, суглинки), лесами і моренами.

Аналіз ґрунту дослідної ділянки виконували методом стаціонарних польових досліджень та лабораторних аналізів. Генетичний профіль ґрунту характеризується такою будовою:

Горизонт HE – 0–28 см – гумусно-елювіальний, темно-сірого кольору, має включення корневих залишків, перехід до наступного горизонту чітко виражений.

Горизонт PE – 29–55 см – пісок світло-жовтий, елювіальний, безструктурний, перехід слабо виражений.

Горизонт P – 56–90 см – пісок елювіальний, жовтий, ущільнений, перехід слабо виражений.

Горизонт P – 91–150 см – ґрунтоутворююча порода, пісок світло-жовтого кольору, розсипчастий, безструктурний [90].

Механічний та хімічний склад ґрунту наведено у табл. 2.1 і 2.2.

Дані таблиці 2.1 свідчать, що ґрунт ділянки за механічним складом легкосуглинковий, кількість фізичної глини, яка знаходиться у горизонтах генетичного профілю, в межах 10–28 %.

Таблиця 2.1. Механічний склад ґрунтів дослідної ділянки

Глибина, см	Розмір механічних елементів, мм						Фіз. глина, %	Фіз. пісок, %
	фіз. пісок, %			фіз. глина, %				
	> 0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,001	<0,001		
0-20	18,4	17,2	46,4	2,4	4,5	11,1	18,0	82,0
21-28	20,3	16,4	42,1	20,1	3,8	15,3	21,2	78,8
29-55	23,4	14,2	34,2	1,9	4,1	22,2	28,2	71,8
56-90	19,6	17,4	39,3	4,1	5,6	14,0	23,7	76,3
91-150	11,2	13,3	65,5	1,1	3,4	5,5	10,0	90,0

Дослідна ділянка характеризується невисоким вмістом гумусу – 1,5–2,2 % (табл. 2.2), середнім вмістом легкогідролізованого азоту – 26,2–38,0 мг/кг, рухомого фосфору – 43–61 та калію – 28–34 мг/кг ґрунту. Ґрунт характеризується середньою сумою вбірних основ – 4,30–6,43 мг/екв./100 г.

Таблиця 2.2. Хімічний склад ґрунту дослідної ділянки

Глибина відбору зразків, см	Гумус, %	РН сольове	N легко гідро- лізований, мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Гідролі- тична кислот- ність, мг- екв./100г	Сума вбірних основ, мг- екв./100г
0-28	2,2	6.6	38.0	61	34	2.1	6.43
29-55	1,7	6.7	26.2	43	28	2.05	4,30
56-90	1,5	6.6	-	-	-	-	-

Щільність ґрунту 1,1–1,3 г/см³, глибина залягання ґрунтових вод понад 5 м. Фосфор рівномірно надходить в рослини протягом вегетаційного періоду. Визначивши його у ґрунті за методом Чірікова, можна сказати, що його достатньо в ґрунті. Достатня кількість у ґрунті рухомого калію (визначаємо за Масловою) дуже необхідна для проходження біохімічних процесів у рослин. Вміст азоту в ґрунті менше норми, але надлишок його приводить до подовження вегетаційного періоду.

Перед сівбою або висаджуванням садивного матеріалу ароматично-смакових культур на дослідних ділянках визначали якісні показники ґрунту в

Українській лабораторії якості і безпеки продукції АПК НУБіП України (табл. 2.3; дод. А, рис. А.1).

Таблиця 2.3. Якісні показники ґрунту до вирощування нетрадиційних культур в НЛ «Плодоовочевий сад», 2025 р.

Найменування показників, одиниці вимірювань	Результати випробувань	Групування ґрунтів за показниками родючості згідно НД*	
		показник	значення
рН сольової витяжки, одиниці рН	6,74	6,1–7,0	нейтральні
Органічна речовина (гумус), %	2,71	2,1–3,0	середній
Нітратний азот (NO ₃), мг/кг	6,42	16–24	середній
Амонійний азот (NH ₄), мг/кг	11,72		
Рухомий фосфор (P ₂ O ₅), мг/кг	568,83	більше 200	дуже високий
Рухомий калій (K ₂ O), мг/кг	152,93	121–180	високий

Примітка: НД – нормативні документи.

За результатами досліджень ґрунти дослідної ділянки до вирощування культур виявилися нейтральними (рН – 6,1–7,0) із середнім вмістом органічної речовини (2,71 %). Ґрунти містили середню кількість нітратного й амонійного азоту та високу – рухомого фосфору й калію.

Завданнями досліджень було визначення не лише показників якості ґрунту, а й вмісту рухомих форм хімічних елементів (кадмій (Cd), цинк (Zn), мідь (Cu) і свинець (Pb)), які є токсичними для рослин і людини (табл. 2.4).

Найбільш небезпечними є кадмій і свинець, тому їхня їхня концентрація у ґрунті або воді не повинна перевищувати гранично-допустимий поріг (ГДК). За результатами досліджень у ґрунті було виявлено масову частку рухомого кадмію (<0,10 мг/кг). Відомо, що кадмій активно поглинається кореневою системою, інгібує фотосинтез, порушує водний і гормональний статус, а також транспорт поживних речовин. Його високу фітотоксичність підтверджено багатьма

дослідженнями. Водночас уміст свинцю у ґрунті був у межах допустимої гранично-допустимої концентрації (10,49 мг/кг).

Таблиця 2.4. Вміст рухомих форм хімічних елементів ґрунту до вирощування нетрадиційних культур в НЛ «Плодоовочевий сад», 2025 р.

Найменування показників, одиниці вимірювань	Результати випробувань	ГДК ¹ згідно НД ²
Масова частка рухомого кадмію (Cd), мг/кг	<0,10	не нормується
Масова частка рухомого цинку (Zn), мг/кг	7,68	23,0
Масова частка рухомої міді (Cu), мг/кг	3,47	3,0
Масова частка рухомого свинцю (Pb), мг/кг	0,74	6,0
Масова частка загального кадмію (Cd), мг/кг	0,34	3,0
Масова частка загального цинку (Zn), мг/кг	43,03	не нормується
Масова частка загальної міді (Cu), мг/кг	12,55	не нормується
Масова частка загального свинцю (Pb), мг/кг	10,49	32,0

Примітка: ГДК¹ – гранично-допустимий коефіцієнт; НД² – нормативні документи

Незважаючи, що мідь і цинк є менш токсичними хімічними елементами для рослин, їхній надлишок призводить до уповільнення росту надземної маси й швидкого в’янення рослин. У дослідженнях встановлено, що у ґрунті було збільшення загального цинку на 43,03 мг/кг, що призводить до уповільнення росту, відмирання нових пагонів та знижує засвоюваність інших важливих мікроелементів, наприклад, міді та заліза. Водночас за вмістом міді було перебільшення, як масової частки рухомого елемента (3,47 мг/кг), так і загальної міді (12,55 %), надлишок якого призводить до уповільнення росту пагонів, непропорційного розвитку та швидкого в’янення рослин.

Таким чином, за результатами досліджень встановлено, що ґрунти дослідної ділянки в НЛ «Плодоовочевий сад» були середньо гумусними (2,71 %) і до вирощування нетрадиційних культур мали перевищення рухомого кадмію до <0,10 мг/кг, загального цинку на 43,03 мг/кг і міді як за масовою часткою (3,47 мг/кг), так і загального рухомого елемента (12,55 %), що свідить про незначні відхилення від гранично-допустимої концентрації елементів від нормативних документів. Такі ґрунти можна вважати слабозабрудненими, на яких

допускається вирощування овочевих культур, в т.ч. й ароматично-смакових культур.

2.2 Кліматичні умови зони проведення досліджень

Клімат ґрунтово-кліматичної зони помірно-континентальний, з теплим літом і не холодною зимою (дод. Б, табл. Б.1–Б.5). За багаторічними даними (1991–2020 рр.) середня річна температура повітря становить 9,0 °С. Середня температура найбільш холодного місяця (січня) складає мінус 3,2 °С, а найбільш теплого (липня) – +21,3 °С. Мінімальна температура за даними багаторічних спостережень становить мінус 35 °С, а максимальна – +39 °С. Сума активних температур понад 10 °С знаходиться у межах 2440–2700 °С. Це свідчить про сприятливі умови для вирощування зеленних овочевих культур, зокрема васильків справжніх.

Ґрунтово-кліматична зона забезпечена необхідною кількістю опадів. За уточненими багаторічними даними річна норма складає 618 мм. Більша їхня кількість випадає впродовж вегетаційного періоду. Опади протягом року розподіляються нерівномірно. Найбільша кількість опадів спостерігається у червні (74 мм) та липні (68 мм), проте у травні-червні часто спостерігається посушлива погода. У цей період для таких культур, як васильки справжні, важливо застосовувати поливи. У серпні нерідко настає літня посуха, коли кількість опадів знижується до 56 мм.

Тривалість періоду із середньодобовою температурою понад 10 °С становить 155–160 діб. Останні весняні заморозки спостерігаються в першій-другій декаді травня, а в окремі роки вони можуть нанести шкоду навіть у третій декаді місяця. Перші осінні заморозки зазвичай починаються з першої декади жовтня, інколи – з другої половини вересня. Тому оптимальними строками збирання листків васильків справжніх є I–II декада жовтня, коли температура знижується до 10–14 °С і культура набуває технічної стиглості, що безпосередньо впливає на врожай, якість та зберігання продукції.

Територія характеризується значним надходженням сонячної радіації. У день літнього сонцестояння (22 червня) кут падіння сонячних променів складає 63°, а тривалість дня досягає 16,5 год. У день зимового сонцестояння (22 грудня) найбільший кут падіння становить 16° при тривалості дня лише 8 год.

Сумарна сонячна радіація становить $4,0 \times 10^9$ Дж/м². Загальна тривалість сонячного сяйва за рік складає 1927 годин, або 43% від можливої. Найбільша тривалість сонячного сяйва спостерігається у червні та липні (по 279 год.), а найменша – у грудні (39 год.). Різниця у висоті стояння Сонця та тривалості сяйва протягом року визначає сезонні зміни температурного режиму: від найхолоднішого січня (-3,2 °C) до найтеплішого липня (+21,3 °C).

2021 рік пройшов під знаком значних температурних аномалій та стійкого дефіциту вологи. Зимовий період відзначився помірними морозами та низьким рівнем опадів: у січні середня температура становила -2,6 °C, а лютий став найхолоднішим місяцем року із показником -4,8 °C (рис. 2.1).

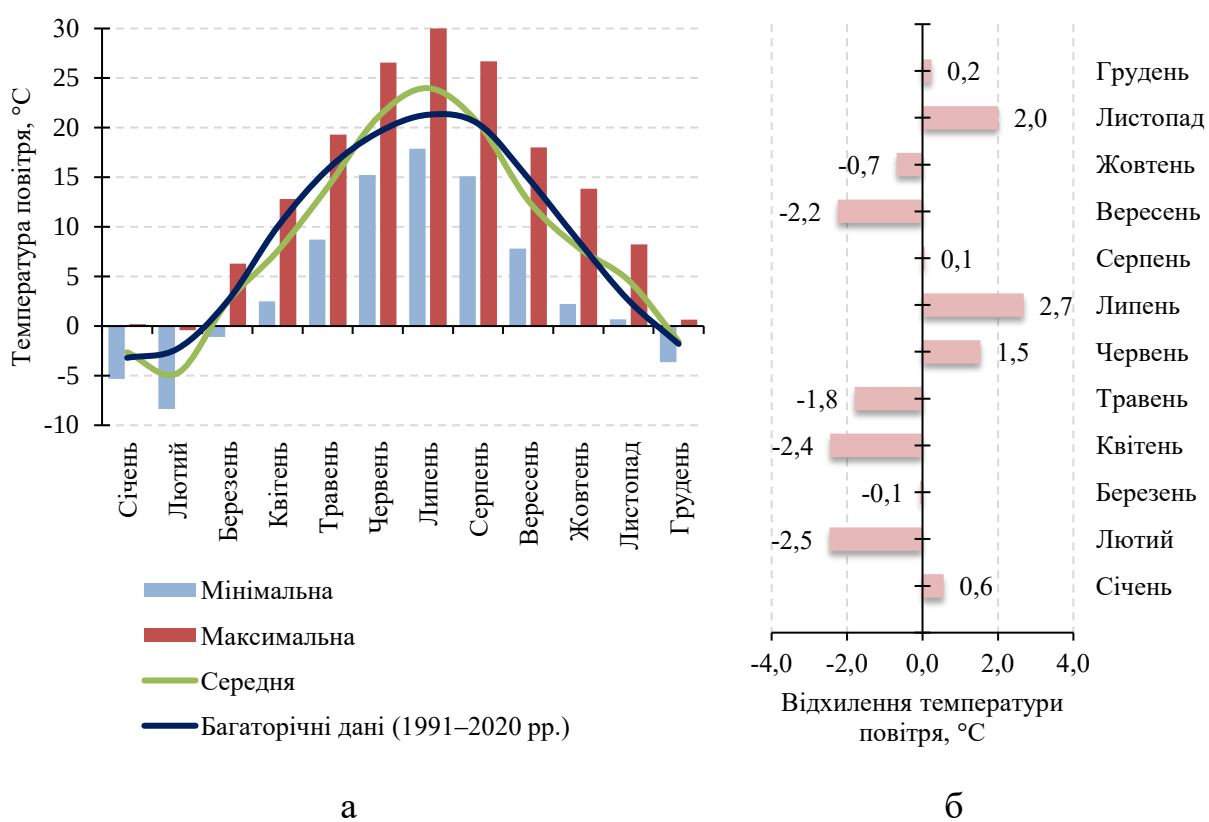
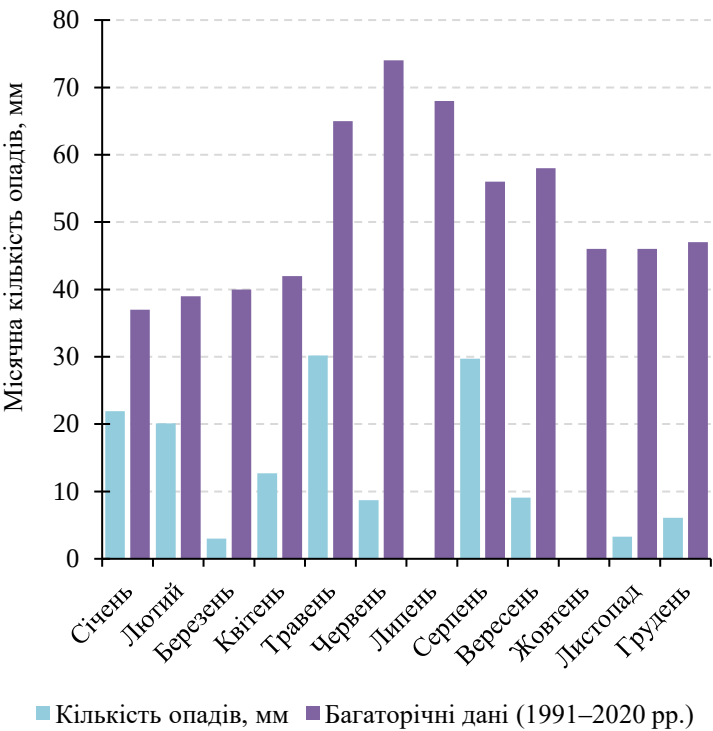
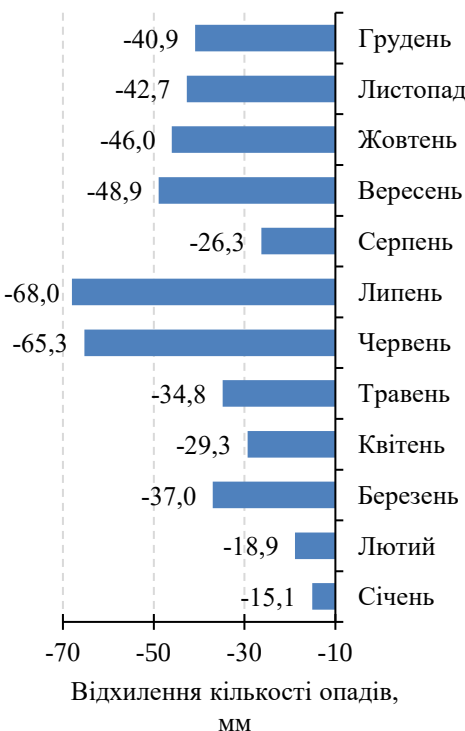


Рисунок 2.1. Температурний режим у 2021 р. у порівнянні з кліматичною нормою (1991–2020 рр.): а) місячний хід температури повітря; б) відхилення від багаторічних даних

Березень був близьким до норми (2,4 °C), проте виявився майже бездощовим – лише 3,0 мм за місяць (рис. 2.2). Вегетаційний період із квітня по жовтень супроводжувався критичним браком вологи, оскільки загальна сума опадів за ці сім місяців склала лише 90,4 мм. Квітень розпочався з помірного потепління із середньомісячним показником 7,6 °C. Протягом місяця температура коливалася в межах 2,6 °C: від мінімальних 6,0 °C у першій декаді до пікових 8,6 °C у другій. Майже всі квітневі опади (11,7 мм із загальних 12,7 мм) припали на другу декаду, тоді як перша була абсолютно сухою. У травні середня температура досягла 14,1 °C, продемонструвавши стабільне подекадне зростання на 3,4 °C – від 12,1 °C на початку місяця до 15,5 °C наприкінці. Опади у травні (30,2 мм) розподілилися з тенденцією до зменшення від першої до третьої декади (з 11,9 мм до 7,6 мм), а сума активних температур понад 10 °C склала 127,9 °C.



а



б

Рисунок 2.2. Характеристика режиму зволоження у 2021 р. у порівнянні з кліматичною нормою (1991–2020 рр.): а) місячна кількість опадів; б) відхилення від багаторічних даних

Червень відзначився різким зростанням термічного навантаження до 21,0 °С, причому різниця між першою та третьою декадою склала суттєві 7,4 °С (від 17,1 °С до 24,5 °С). Рівень опадів у червні впав до критичних 8,7 мм, що у 3,5 рази менше за травневий показник, а третя декада була повністю сухою. Липень став періодом екстремального гідротермічного стресу із середньою температурою 24,0 °С та амплітудою між декадами у 2,4 °С (від 23,1 °С до 25,5 °С). Протягом усього липня опади були повністю відсутні (0,0 мм), а сума активних температур сягнула сезонного максимуму – 433,5 °С. Серпень залишався спекотним із середньою температурою 20,5 °С, хоча до кінця місяця спостерігалось похолодання на 3,4 °С (з 21,8 °С у першій декаді до 18,4 °С у третій). Сумарна кількість опадів у серпні склала 29,7 мм, що стало найбільшим показником за літо, проте 57 % цієї вологи випало лише в останній декаді.

У вересні температура знижилася до 12,7 °С, продемонструвавши різкий перепад у 6,0 °С між початком місяця (15,2 °С у другій декаді) та його кінцем (9,2 °С у третій). Випало лише 9,1 мм опадів, причому 94 % від цієї норми припало на другу декаду. Жовтень завершив вегетацію при стабільній середній температурі 7,9 °С із мінімальним коливанням між декадами в межах 0,5 °С (від 7,6 °С до 8,1 °С). Проте місяць знову відзначився абсолютною відсутністю опадів (0,0 мм) протягом усіх 30 днів. Листопад виявився аномально теплим (4,6 °С, що на 2 °С вище норми) при мінімальних опадах 3,3 мм. Грудень пройшов із помірним морозом -1,6 °С та 6,1 мм опадів.

За підсумками вегетаційного періоду 2021 року (квітень–жовтень) сума температур понад 5 °С склала 2228,5 °С. Сума активних температур понад 10 °С за період із травня по вересень становила 1304,2 °С. Найбільш критичними для розвитку рослин стали липень та жовтень через повну відсутність дощів на фоні тривалого термічного навантаження.

Аналіз метеорологічних умов 2022 року свідчить про специфічний розподіл тепла та вологи (рис. 2.3). Зимовий період розпочався із відносно теплого січня (середня температура -1,3 °С, що на 1,9 °С вище норми) при кількості опадів 24,9 мм. Лютий виявився аномально теплим із середньою

температурою 1,6 °C (+3,9 °C до норми) на фоні значного дефіциту опадів (9,4 мм).

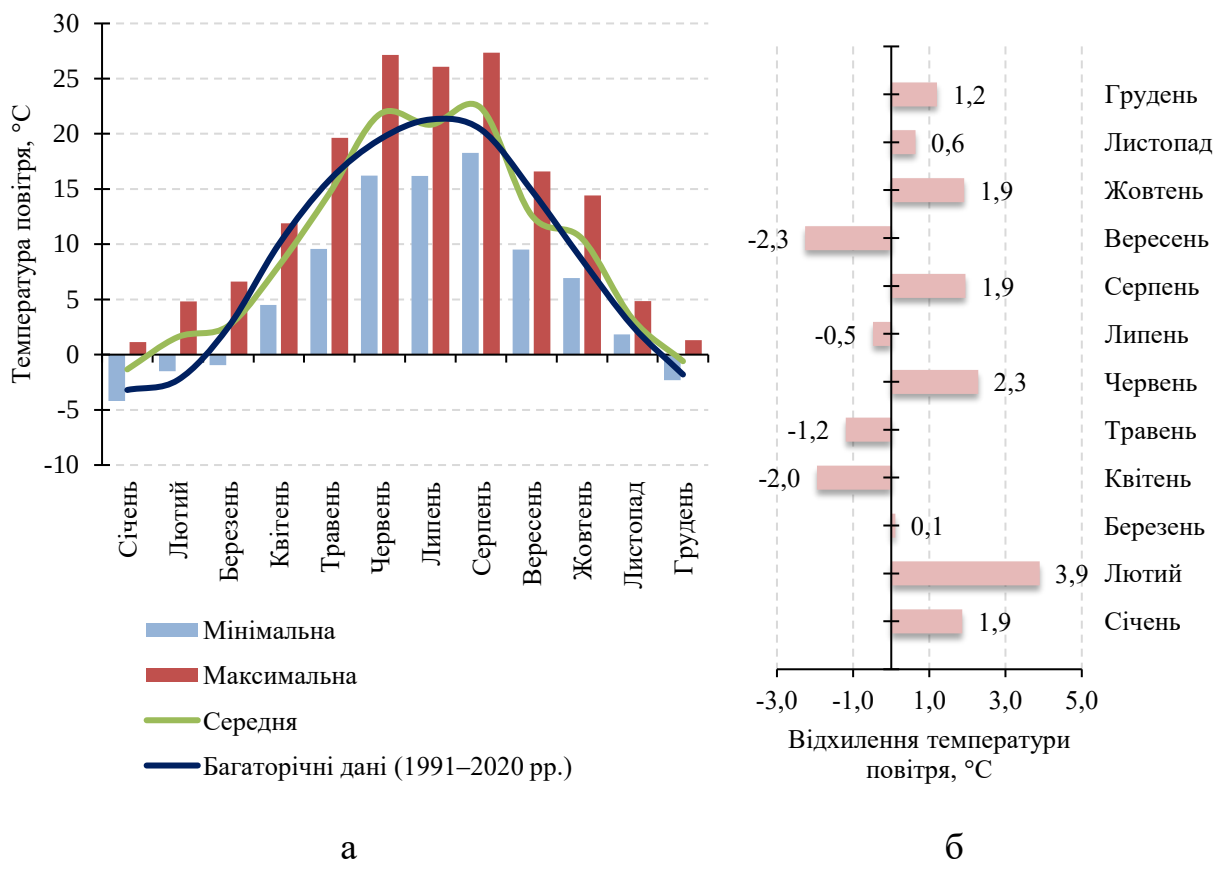


Рисунок 2.3. Температурний режим у 2022 р. у порівнянні з кліматичною нормою (1991–2020 рр.): а) місячний хід температури повітря; б) відхилення від багаторічних даних

У березні збереглася посушлива погода (4,1 мм опадів) за середньої температури 2,6 °C. Вегетаційний період розпочався у квітні за середньої температури 8,0 °C. У першій та другій декадах квітня спостерігалися помірні температури (6,1 °C та 6,8 °C) з опадами 12,8 мм та 10,7 мм. У третій декаді зафіксовано потепління до 11,3 °C, що сприяло накопиченню перших 12,5 °C активних температур понад 10 °C при кількості опадів 9,9 мм. Загальна сума опадів за квітень склала 33,4 мм.

Травень характеризувався температурою 14,6 °C та сумою активних температур понад 10 °C на рівні 143,3 °C. Режим зволоження був критично нерівномірним: у першій декаді опади були відсутні, у другій випало лише 0,5 мм, і тільки у третій декаді пройшли дощі об'ємом 18,0 мм (рис. 2.4).

Температурний фон поступово зростав від 13,5 °С на початку місяця до 15,6 °С у третій декаді.

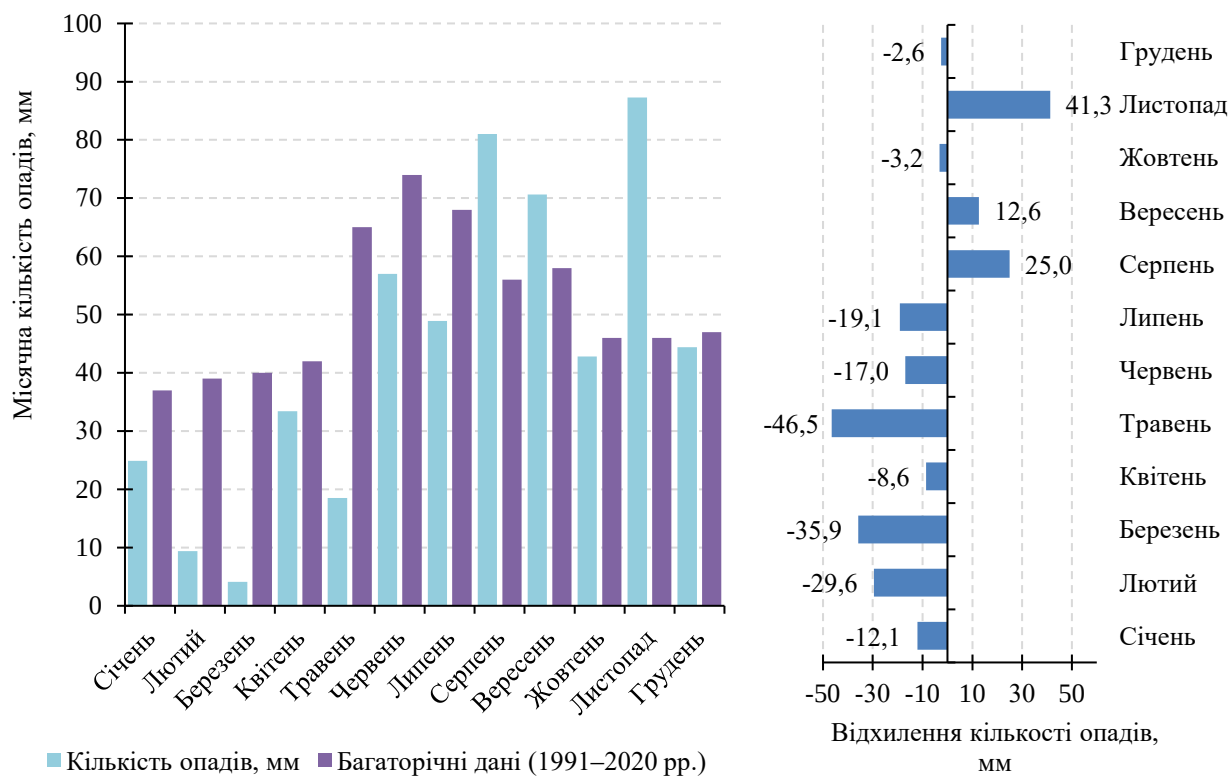


Рисунок 2.4. Характеристика режиму зволоження у 2022 р. у порівнянні з кліматичною нормою (1991–2020 рр.): а) місячна кількість опадів; б) відхилення від багаторічних даних.

Червень виявився стабільно теплим (від 21,2 °С у першій до 22,4 °С у третій декаді) із загальною кількістю опадів 57,0 мм. Розподіл вологи був відносно рівномірним: 15,6 мм, 20,2 мм та 21,2 мм за декадами відповідно. Сума активних температур за червень склала 353,5 °С.

Липень 2022 року мав середню температуру 20,8 °С. Спостерігалось різке коливання температур у другій декаді – зниження до 18,1 °С порівняно з 22,0 °С у першій. Саме на другу декаду припала основна маса липневих опадів (34,2 мм із загальних 48,9 мм), тоді як третя декада була посушливою (5,5 мм). Сума активних температур становила 335,5 °С.

Серпень став найбільш забезпеченим теплом місяцем із середньою температурою 22,3 °С (у третій декаді – до 23,7 °С) та сумою активних температур 382,8 °С. Опади розподілилися вкрай нерівномірно: основна кількість випала у першій декаді (59,2 мм), у другій – 20,8 мм, а третя декада була сухою (1,0 мм). Загальна сума за місяць склала 81,0 мм.

Вересень відзначився похолоданням від 13,7 °С до 11,7 °С та інтенсивним зволоженням (70,6 мм). Найбільш дощовою була друга декада (40,6 мм). Сума активних температур становила 79,1 °С. Жовтень завершив цикл за середньої температури 10,5 °С та кількості опадів 42,8 мм. Основна частка опадів припала на першу (20,5 мм) та третю (17,1 мм) декади, тоді як друга декада була малопродуктивною (5,2 мм).

Листопад був помірно теплим (3,2 °С) із надмірною кількістю опадів – 87,3 мм. Грудень характеризувався середньою температурою -0,6 °С та опадами на рівні 44,4 мм.

Загалом за вегетаційний період (квітень–жовтень) 2022 року сума опадів склала 352,2 мм, а загальна сума активних температур понад 10 °С – 1326,6 °С. Сума температур понад 5 °С досягла 2321,6 °С.

Аналіз метеорологічних умов 2023 року демонструє температурну аномальність та нерівномірний розподіл опадів протягом календарного циклу (рис. 2.5). Зимовий період характеризувався помірним режимом: у січні та лютому середня температура становила -0,3 °С, що перевищувало кліматичну норму на 2,9 °С та 2,0 °С відповідно. Кількість опадів у січні (30,0 мм) та лютому (34,4 мм) була нижчою за багаторічні показники. Березень продемонстрував тенденцію до потепління із середньою температурою 4,8 °С (на 2,3 °С вище норми) та рівнем зволоження 50,3 мм.

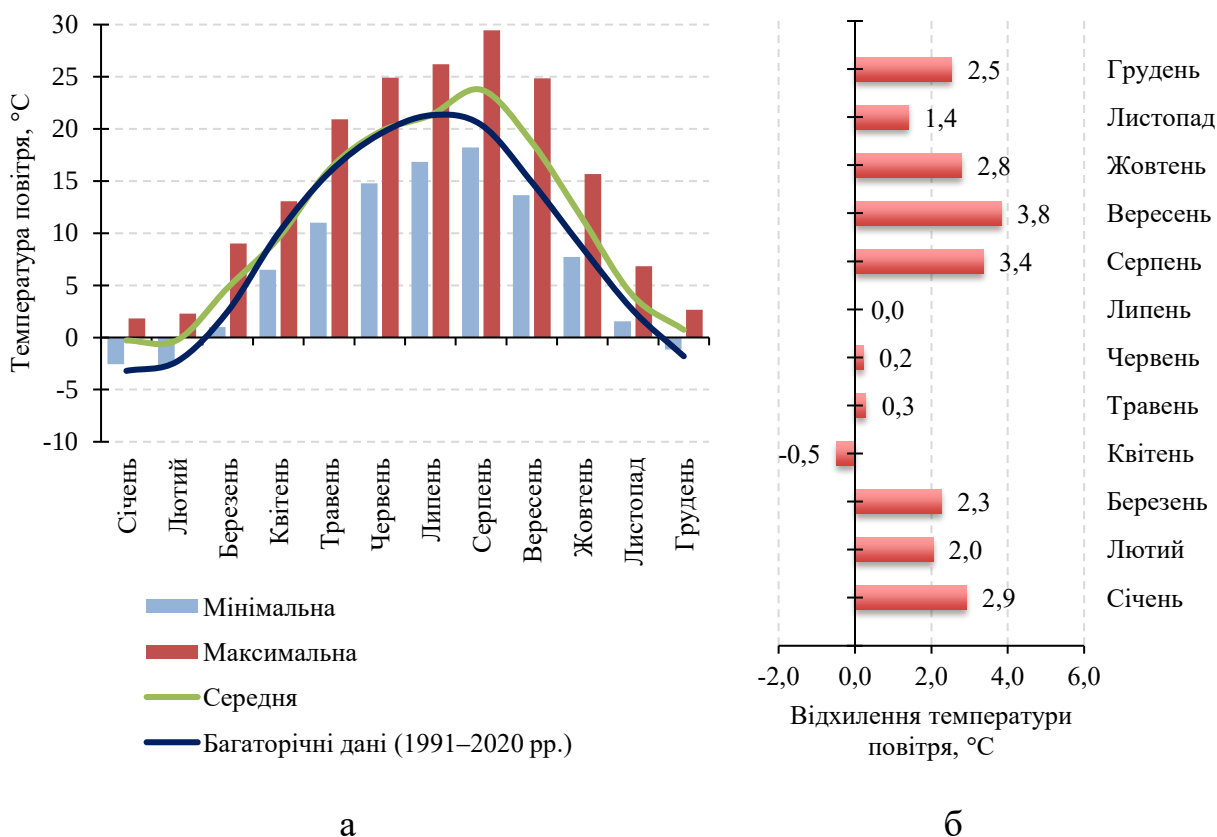


Рисунок 2.5. Температурний режим у 2023 р. у порівнянні з кліматичною нормою (1991–2020 рр.): а) місячний хід температури повітря; б) відхилення від багаторічних даних

Вегетаційний період розпочався у квітні за умов надмірного зволоження (88,5 мм) та середньої температури 9,5 °С. Подекадна динаміка квітня фіксувала зростання тепла від 8,0 °С у першій декаді до 11,2 °С у третій. Травень відзначився дефіцитом вологи (8,4 мм за місяць) та температурою 16,1 °С; у перших двох декадах травня опади майже були відсутні – 0,3 мм та 0,1 мм (рис.2.6).

Літній сезон мав контрастні гідротермічні умови. Червень пройшов за середньої температури 19,7 °С та суми опадів 58,0 мм. Липень став найбільш вологим місяцем: випало 162,4 мм опадів (відхилення від норми +94,4 мм). Серпень виявився найтеплішим місяцем із середнім показником 23,7 °С та сумою активних температур понад 10 °С на рівні 426,5 °С. Найвищий температурний

пiк зафiксовано у третiй декадi серпня (24,6 °C) за низької кiлькостi опадiв (18,0 мм за мiсяць).

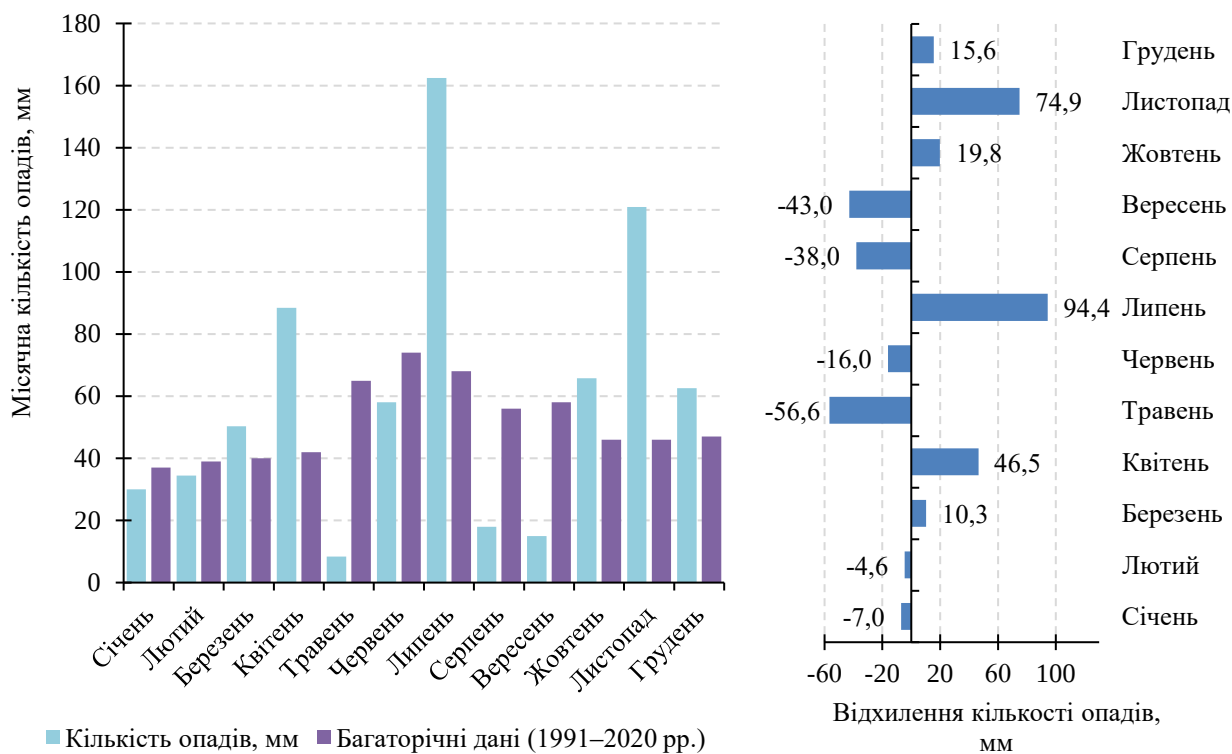


Рисунок 2.6. Характеристика режиму зволоження у 2023 р. у порівнянні з кліматичною нормою (1991–2020 рр.): а) місячна кількість опадів; б) відхилення від багаторічних даних

Осінній період розпочався з теплого та сухого вересня (18,7 °C, 15,0 мм опадів). Жовтень завершив активну вегетацію з температурою 11,4 °C та сумою опадів 65,8 мм. За вегетаційний період (квітень–жовтень) сума температур понад 10 °C склала 1575,3 °C, а понад 5 °C – 2618,8 °C. Осінньо-зимовий перехідний період характеризувався зниженням температури у листопаді до 4,0 °C (120,9 мм опадів) та у грудні до 0,7 °C (62,6 мм опадів), що суттєво перевищило норму зволоження.

Зимовий період 2024 року розпочався помірно теплим січнем із середньою температурою -2,7 °C, що було на 0,5 °C вище за норму, при цьому кількість опадів склала 46,7 мм (рис. 2.7). Лютий продемонстрував ще більш виражену

відлигу із середнім показником 3,0 °С, перевищивши багаторічну норму на 5,3 °С. У цьому місяці випало 49,9 мм опадів. Березень підтримав тенденцію до раннього тепла із середньою температурою 4,5 °С, що на 2,0 °С більше норми, за умови вологості на рівні 49,8 мм. Аналіз вегетаційного періоду, який тривав з квітня по жовтень, вказує на надзвичайно високу теплозабезпеченість. Квітень розпочався з показника 12,9 °С, що перевищило норму на 2,9 °С. Декадний розподіл у квітні продемонстрував поступове зниження температури від 14,6 °С у першій декаді до 11,7 °С та 12,2 °С у наступних, проте сума опадів за місяць була значною і склала 89,2 мм, причому основна частина вологи (47,7 мм) випала у другій декаді

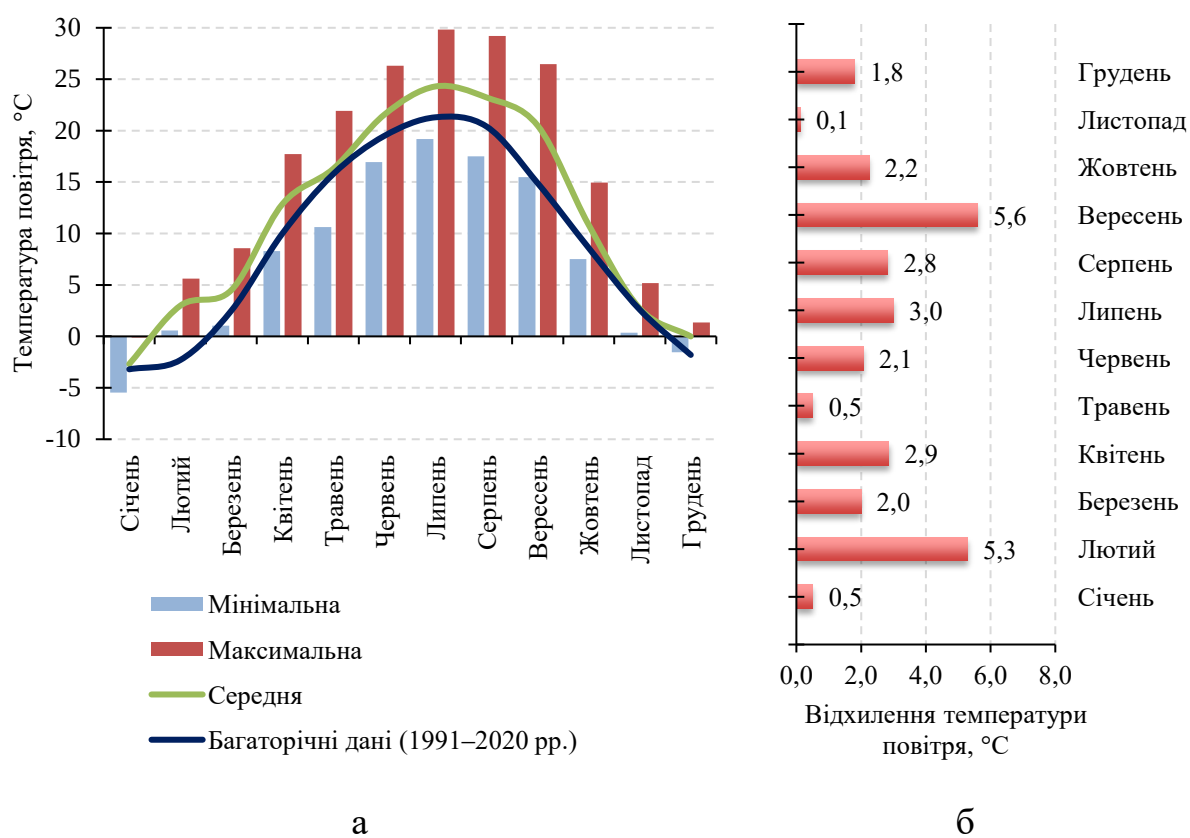
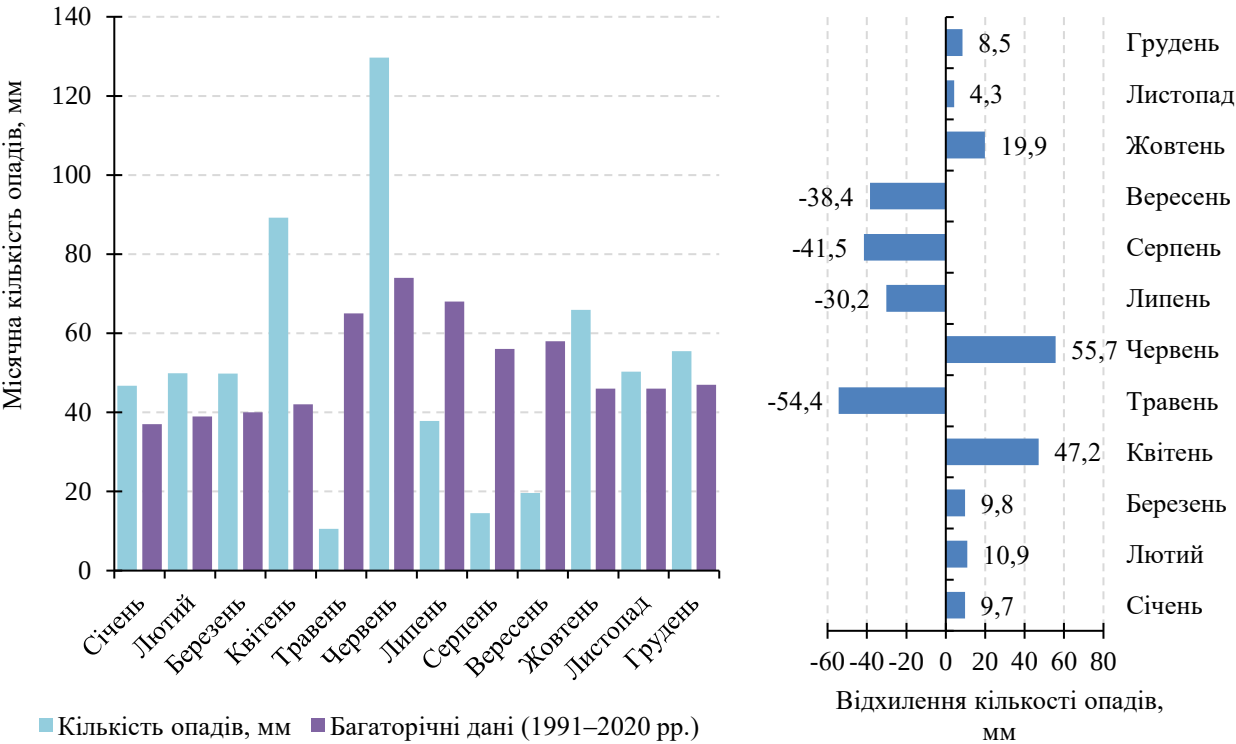


Рисунок 2.7. Температурний режим у 2024 р. у порівнянні з кліматичною нормою (1991–2020 рр.): а) місячний хід температури повітря; б) відхилення від багаторічних даних

Травень 2024 року виявився посушливим із загальною кількістю опадів лише 10,6 мм, що на 54,4 мм менше норми (рис. 2.8). Середня температура травня становила 16,1 °С. У третій декаді місяця спостерігалось різке потепління до 19,9

°C, що супроводжувалося випадінням 5,3 мм опадів. Літній сезон розпочався теплим червнем, середня температура якого сягнула 21,6 °C. Червень став найбільш зволеним місяцем вегетації із сумою опадів 129,7 мм, де пік вологозабезпечення припав на другу декаду (97,7 мм). Липень став найспекотнішим місяцем року із середньою температурою 24,4 °C. Найвищі температурні показники фіксувалися у другій декаді липня – 26,9 °C, тоді як рівень опадів за місяць знизився до 37,8 мм. Серпень продовжив період високих температур із середнім значенням 23,2 °C. Опади у серпні були критично низькими – лише 14,5 мм за місяць, причому у другій та третій декадах випало лише 0,4 мм та 1,2 мм відповідно.



а б

Рисунок 2.8. Характеристика режиму зволоження у 2024 р. у порівнянні з кліматичною нормою (1991–2020 рр.): а) місячна кількість опадів; б) відхилення від багаторічних даних.

Осінній період відзначився аномально теплим вереснем, середня температура якого склала 20,5 °C, що на 5,6 °C вище багаторічних даних. У першій декаді вересня температура трималася на рівні 22,4 °C за повної

відсутності опадів. Загалом за вересень випало 19,6 мм вологи. Жовтень продемонстрував зниження середньої температури до 10,9 °C, що все одно було на 2,2 °C вище норми. Опади у жовтні склали 65,9 мм, причому найбільша їх кількість зафіксована у першій декаді – 51,1 мм. Завершення року характеризувалося теплим листопадом (2,7 °C та 50,3 мм опадів) та м'яким груднем, де середня температура становила 0,0 °C при сумі опадів 55,5 мм.

Окрему увагу слід приділити сумарним тепловим показникам за вегетаційний період. Сума активних температур понад 10 °C за період з квітня по жовтень включно склала 1838,2 °C. Цей показник формувався за рахунок стабільно високих середньодобових температур протягом усього літа та початку осені. Сума температур понад 5 °C за цей же період досягла 2891,8 °C. Найбільший внесок у накопичення тепла зробили липень (598,3 °C понад 5 °C та 443,3 °C понад 10 °C) та червень (497,1 °C понад 5 °C та 347,1 °C понад 10 °C). Навіть у вересні сума температур понад 5 °C була досить високою – 464,9 °C. Загальна кількість опадів за вегетаційний період (квітень–жовтень) склала 367,9 мм, що свідчить про достатнє, хоча і вкрай нерівномірне зволоження.

Метеорологічні умови 2025 року розпочалися з аномально теплого січня, коли середня температура повітря сягнула 2,1 °C (рис. 2.9). Це значення значно перевищує показник, наведений у вихідному тексті (-1,5 °C), та демонструє суттєве відхилення від багаторічної норми на 5,3 °C. Опади у січні склали 24,2 мм. Лютий виявився прохолоднішим із середньою температурою -3,7 °C, що також відрізняється від початкових даних у тексті (-3,3 °C). У лютому випало лише 12,5 мм опадів. Березень продемонстрував стрімке прогрівання до 7,5 °C, що на 4,4 °C більше за помилкове значення 3,1 °C із наданого уривка. Кількість опадів у березні становила 26,4 мм.

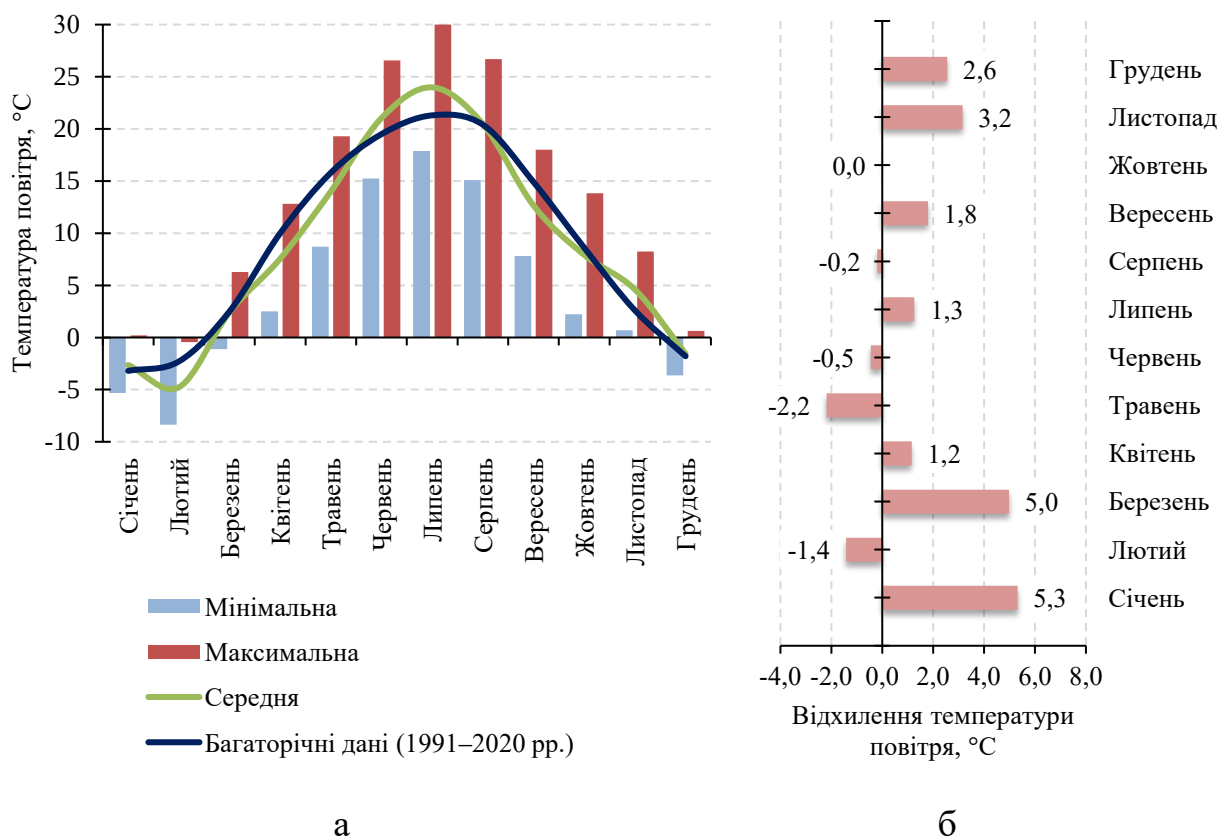


Рисунок 2.9. Температурний режим у 2025 р. у порівнянні з кліматичною нормою (1991–2020 рр.): а) місячний хід температури повітря; б) відхилення від багаторічних даних

Початок активної вегетації у квітні характеризувався середньою температурою 11,2 °С. Декадний розподіл показує поступове наростання тепла: 5,5 °С у першій декаді, 12,5 °С у другій та 15,5 °С у третій. Загальна сума опадів за квітень склала 44,1 мм, де найбільша частка (39,2 мм) випала протягом першої декади (рис. 2.10). Накопичення суми температур понад 5 °С у квітні досягло 184,6 °С, а сума активних температур понад 10 °С становила 80,0 °С. Травень відзначився середньою температурою 13,4 °С. Протягом місяця спостерігалися коливання від 11,5 °С у першій декаді до 17,4 °С у третій. Опади у травні були інтенсивними та склали 64,8 мм (у тексті вказано 62,1 мм). Сума температур понад 5 °С за травень досягла 265,5 °С, а понад 10 °С – 110,5 °С.

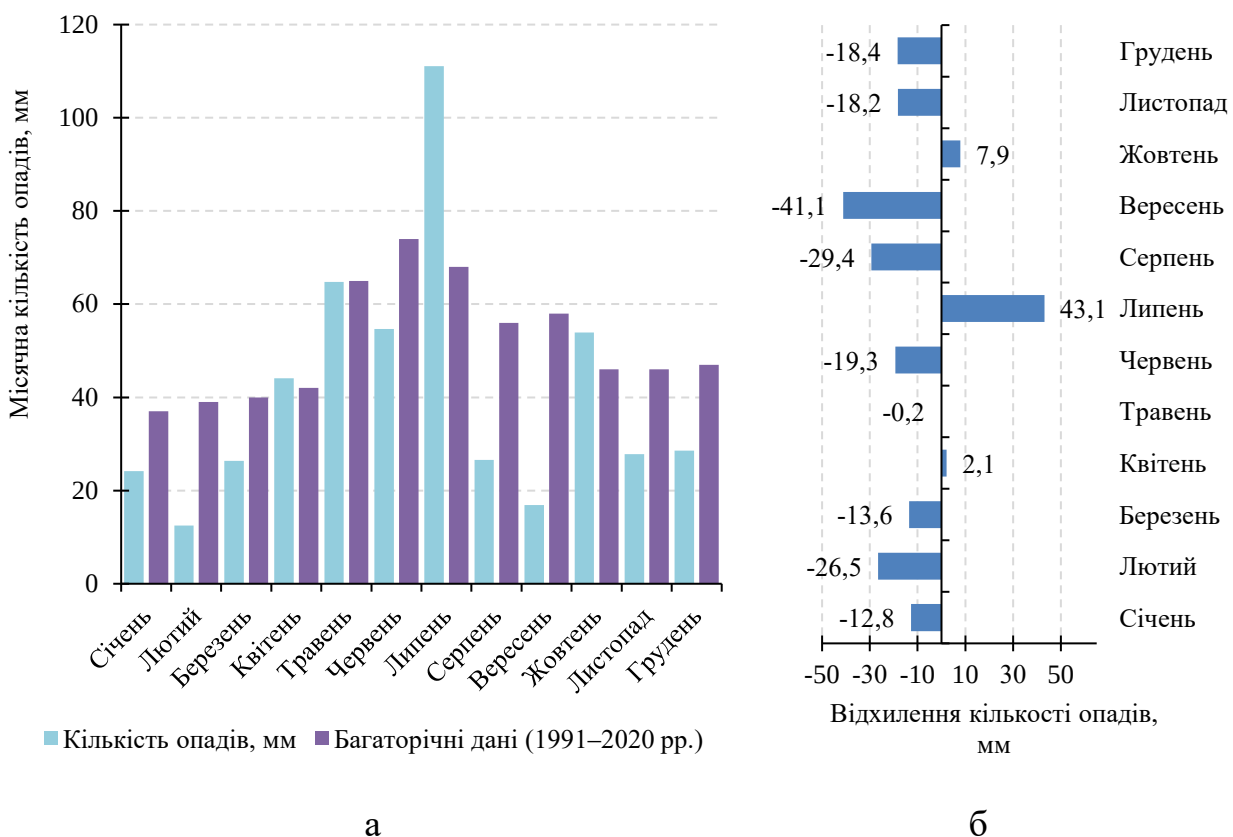


Рисунок 2.10. Характеристика режиму зволоження у 2025 р. у порівнянні з кліматичною нормою (1991–2020 рр.): а) місячна кількість опадів; б) відхилення від багаторічних даних

Червень характеризувався середньою температурою 19,0 °С. Найбільш спекотною була перша декада (21,8 °С), після чого відбулося зниження до 17,7 °С у другій та третій декадах. Кількість опадів склала 54,7 мм. Сума температур понад 5 °С у червні становила 421,4 °С, а понад 10 °С – 271,4 °С. Липень став найтеплішим місяцем із середньомісячною температурою 22,6 °С. У першій декаді температура сягала 23,5 °С, у другій – 21,7 °С, у третій – 22,5 °С. Липень виявився найбільш зволожений місяцем року з опадами 111,1 мм, причому основна частина вологи (97,7 мм) припала на третю декаду. Сума активних температур понад 10 °С за липень склала 389,5 °С.

Серпень продемонстрував середню температуру 20,2 °С. Показник 22,6 °С у наданому тексті є помилковим і насправді належить липню. Подекадно температура серпня знижувалася: 21,9 °С, 20,0 °С та 18,8 °С відповідно. Кількість

опадів була низькою – лише 26,6 мм за місяць. Сума активних температур понад 10 °С у серпні становила 316,2 °С. Вересень утримував досить високий температурний фон із середнім значенням 16,7 °С. У першій декаді вересня температура становила 20,2 °С, у другій – 16,8 °С, а в третій знизилася до 13,1 °С. Місяць був посушливим із загальною кількістю опадів 16,9 мм. Сума температур понад 5 °С склала 350,9 °С, понад 10 °С – 200,9 °С.

Жовтень завершив період активної вегетації із середньою температурою 8,6 °С. Декадні показники були стабільними: 9,4 °С, 7,9 °С та 8,5 °С. Опади у жовтні зросли до 53,9 мм. Сума температур понад 5 °С за цей місяць склала 111,1 °С. Параметри періоду квітень–жовтень включають сумарні опади в обсязі 372,1 мм, що суттєво менше за вказані в тексті 456,0 мм. Загальна сума температур понад 5 °С за вегетаційний період (квітень–жовтень) склала 2149,2 °С, а сума активних температур понад 10 °С за цей же час досягла 1368,5 °С. Наведені у тексті цифри 2254,1 °С та 1410,5 °С є неточними розрахунками.

Листопад продемонстрував подальше зниження температури до 5,8 °С при кількості опадів 27,8 мм. Грудень завершив річний цикл із середньою температурою 0,8 °С та опадами 28,6 мм. Сумарна кількість опадів за весь 2025 рік становила 506,3 мм. Протягом року найбільше відхилення від норми у бік тепла спостерігалось в січні (+5,3 °С) та березні (+5,0 °С). Найвищі температурні показники та інтенсивність накопичення тепла зафіксовані у липні, тоді як дефіцит вологи був найбільш відчутним у серпні та вересні.

Аналіз метеорологічних умов за 2021–2025 роки виявляє стійку тенденцію до зростання теплозабезпеченості та нерівномірності зволоження порівняно з багаторічними даними. Найбільш посушливим став 2021 рік із критичним дефіцитом опадів у вегетаційний період (квітень–жовтень), коли випало лише 90,4 мм, тоді як у наступні роки спостерігалось поступове зростання вологості до 352,2 мм у 2022 році та понад 370 мм у 2024–2025 роках, із локальним максимумом зволоження у липні 2023 року (162,4 мм). Температурний режим характеризувався щорічним перевищенням норми на 2–5 °С, що особливо помітно у зимові (січень–лютий) та осінні (вересень–листопад) місяці: якщо у

2021 році сума активних температур понад 10 °С за період травень–вересень становила 1304,2 °С, то до 2024 року цей показник за період квітень–жовтень зріс на 534 °С, сягнувши екстремальних 1838,2 °С. Найспекотнішим місяцем у розрізі п’ятиріччя виявився липень 2024 року із середньою температурою 24,4 °С, що підкреслює загальне потепління та зміщення термічних меж сезонів відносно багаторічної норми.

Таким чином, погодні умови в рік проведення досліджень помітно відрізнялись від середньо-багаторічних, однак в цілому були характерними для клімату перехідної ґрунтово-кліматичної зони Лісостепу та Полісся і дозволили простежити за ростом, розвитком та продуктивністю ароматично-смакових культур.

**2.3 Схема досліду і методика проведення досліджень оцінки сортів
васильків справжніх**

Оцінку сортів васильків справжніх проводили впродовж 2021–2023 рр. за схемою, представленою у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. Схема досліду

№ з/п	Назва сорту	Оригінатор сорту	Рік реєстрації
1	Розі (контроль)	«Енза Заден», Нідерланди	2017
2	Сяйво	ДС «Маяк» ІОБ НААН, Україна	2004
3	Бадьорий	Інститут сільського господарства Криму/ ПП «Наско»	2014
4	Юнга	ІОБ НААН	-
5	Перекотиполе	ДС «Маяк» ІОБ НААН	2004

Дослідження проводили при сівбі 10–12 червня у триразовій повторності. Площа облікової ділянки становила 20,0 м². Оцінювання васильків справжніх здійснювали за комплексом показників: адаптивністю до сучасних технологій вирощування, урожайністю (сира та суха маса), біохімічними параметрами

(вміст вітаміну С, нітратів), тривалістю вегетації, а також стійкістю до біотичних (хвороби, шкідники) та абіотичних факторів. Додатково аналізували технологічні та споживчі якості отриманої продукції (рис. 2.11)



Рисунок 2.11. Загальний вигляд ділянок оцінки сортів васильків звичайних

Програма досліджень передбачала проведення регулярних фенологічних спостережень із фіксацією основних етапів органогенезу: появи поодиноких та масових сходів, формування першої пари справжніх листків і настання збиральної стиглості. За початок певної фази приймали дату її настання у 15 % особин, а за масову появу – у 75 %. Сходи обліковували за моментом винесення сім'ядоль на поверхню ґрунту. Тривалість вегетації визначали як часовий інтервал між повними сходами та моментом зрізування вегетативної маси.

Перед висаджуванням розсади на постійне місце проводили комплексні біометричні вимірювання. Висоту рослин, а також лінійні параметри листкових пластинок (довжину та ширину) визначали за допомогою мірної лінійки; кількість листків встановлювали методом безпосереднього підрахунку. Оцінку

морфологічних ознак доповнювали вимірюванням довжини кореневої системи. Середню масу рослин визначали ваговим методом на електронних вагах із точністю до 0,01 кг.

2.4 Характеристика досліджуваних сортів

Розі (контроль) сорт голландської селекції (рис 2.12). Зареєстрований у 2017 році. Зазначений зразок становить значний інтерес як вихідний матеріал для селекційних програм. Сорт ідентифіковано як представника антоціанового сорто типу (з фіолетовим забарвленням листя). Рослини-насітники характеризуються високою стійкістю до вилягання, що знижується лише за екстремальних метеорологічних умов. Біохімічний профіль листків відзначається високим вмістом сухої речовини (16,4 %), цукрів (36 %) та аскорбінової кислоти (до 27,2 мг%). Сорт виявляє високу польову стійкість до хвороб (рівень ураження не перевищує 0,3–1,5 %). Маса 1000 насінин варіює в межах 1,56–1,83 г. Продуктивність сорту в період масового цвітіння сягає 24–26 т/га зеленої маси та 5 т/га насіння. Технічна стиглість настає через 141–145 діб після масових сходів.

Сорт **Сяйво** виведено шляхом індивідуально-групового добору з гібридної популяції, сформованої внаслідок вільного перехресного запилення форм місцевого походження (Чернігівська область). Сорт включено до Державного реєстру у 2004 році. За тривалістю вегетації належить до середньостиглої групи: період від масових сходів до фази цвітіння становить 78–82 доби, до повної стиглості насіння 155–161 добу.

Морфологічна характеристика свідчить про формування піднятого куща заввишки 55,5 см та діаметром 46,2 см із високим ступенем облиствленості. Стебло має товщину 1,3 см із низьким прикріпленням перших бічних гілок (2,5 см). Листковий апарат представлений темно-зеленими яйцеподібними листками з вираженою антоціановою пігментацією та середньозубчастим краєм. Продуктивність сорту становить 25–26 т/га зеленої маси при середній вазі однієї

рослини 260–300 г. Насіннєва продуктивність базується на формуванні значної кількості суцвіть (118–142 шт.) зі світло-фіолетовими квітками. Насіння дрібне, чорного кольору, маса 1000 насінин 1,3–1,4 г.



Рисунок 2.12. Загальний вигляд сортів васильків справжніх Розі (контроль) і Сяйво

Сорт васильків справжніх **Бадьорий** створено фахівцями Інституту сільського господарства Криму у співавторстві з ПП «Наско» шляхом поєднання методу добору з місцевих популяцій та міжсортової гібридизації, після чого у 2004 році його було офіційно включено до Державного реєстру. За морфологічними ознаками він належить до зеленого гладколистого сорто типу та формує потужний, нещільний кущ діаметром до 70 см із супротивним розміщенням яйцеподібних, позбавлених опушення листків на коротких черешках (до 2 см). Архітектоніка рослини характеризується міцним стеблом товщиною до 2 см без ознак антоціанового забарвлення, при цьому перше

галуження головного пагона розташоване на висоті 1,5 см, а система бічних пагонів включає одну гілку першого порядку та по дві гілки наступних п'яти порядків. Сорт є пізньостиглим із тривалістю вегетаційного періоду від появи масових сходів до настання технічної стиглості в межах 160–165 діб, що дозволяє отримувати стабільний урожай зеленої маси на рівні 24–26 т/га.

Продукція сорту відзначається високою біологічною цінністю завдяки накопиченню сухої речовини до 16,5 %, цукрів – 3,6–6,0 % та вітаміну С – до 27 мг%, а також високою польовою резистентністю до основних збудників хвороб. За сукупністю господарсько-біологічних ознак, включаючи масу 1000 насінин у межах 1,59–1,98 г та наявність китицеподібних суцвіть із білими квітками, сорт рекомендований для промислового вирощування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України.

Сорт **Юнга** є результатом високоефективного застосування методу добору з місцевої популяції, проведеного науковцями Інституту овочівництва і баштанництва НААН (рис. 2.13). Сорт ідентифіковано як декоративну напівкущову трав'янисту рослину заввишки 80–95 см із характерним розгалуженням у верхній частині куща та яйцеподібними дрібнозубчастими листками зеленого забарвлення. За морфо-біологічними ознаками сорт належить до лимонно-ароматичного типу з білим кольором квіток, зібраних у китицеподібні суцвіття, та періодом цвітіння, що триває з липня по серпень. Господарська цінність сорту підтверджується стабільною врожайністю зеленої маси на рівні 2,0–2,1 т/га при середній масі однієї рослини до 126,0 г, а також високими біохімічними показниками, зокрема вмістом вітаміну С до 22,6 мг%. Зважаючи на масу 1000 насінин (1,6 г) та високу адаптивність, сорт рекомендований до культивування в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України як джерело високоякісної та ароматної сировини.



Рисунок 2.13. Загальний вигляд сортів васильків справжніх Бадборий та Юнга

Перекотиполе створено методом індивідуально – масового добору з місцевої популяції на Дослідній станції «Маяк» Чернігівської області ІОБ НААН (рис. 2.14). Зареєстрований у 2004 році. Сорт середньостиглий, від масових сходів до цвітіння 76 – 79 діб, до дозрівання насіння 154 – 160 діб. Урожайність зелені у фазу масового цвітіння – 27-30 т/га, маса однієї рослини – 280–300 г.



Рисунок 2.14. Загальний вигляд рослин васильків справжніх сорту

Перекотиполе

Форма куща при піднята, зімкнена кулеподібна. Рослина дуже сильно облиствлена з великою кількістю гілок 3-го і 3-го порядку. Діаметр 44,8 см, висота 42,9 см, товщина стебла 0,7 -0,9 см, висота прикріплення нижніх гілок 1,0 см. Кількість гілок 1-го порядку 11,3. Листок яйцеподібний, цілокрай, темно – зелений з антоціаном по жилкуванню. Довжина черешка 1,9 см, листка 3,7 см, ширина листка 1,9 см. Кількість суцвіть на рослині становить 140 – 200 шт., довжина суцвіть – 20 см, кількість кілець у суцвітті – 10-22. Квітки світло – рожеві, діаметром 5 – 6 мм. Насіння чорне, маса 1000 шт. – 1,0 г.

2.5 Схема досліду і методика проведення досліджень конвеєрного вирощування сортів васильків справжніх

Дослід з вивчення термінів сівби для забезпечення свіжою продукцією васильків справжніх в конвеєрі були проведені впродовж 2023–2025 рр. за схемою представленою в табл. 2.6.

Таблиця 2.6. Схема досліду

Сорт (Фактор А)	Оригігатор сорту	Термін сівби (Фактор В)
Доллі (Dolly)	Enza-Zaden (Нідерланди)	I термін сівби (01.04)
		II термін сівби (26.05)
		III термін сівби (05.07)
ЛС 2712 (LS 2712)	Lucky Seed (Нідерланди)	I термін сівби (01.04)
		II термін сівби (26.05)
		III термін сівби (05.07)

Вплив термінів сівби на формування конвеєрної продукції васильків справжніх досліджували відповідно до методики двофакторних дослідів. Предметом досліджень були сорти васильків справжніх зарубіжної селекції Доллі (контроль), ЛС 2712 та терміни сівби насіння в касети.

Доллі (DOLLY). Зеленолистий сорт селекції «Enza Zaden» (Нідерланди) характеризується універсальністю використання: від споживання у свіжому вигляді та промислової переробки до культивування в умовах закритого ґрунту (контейнерна культура). Важливою біологічною особливістю сорту є його холодостійкість. За тривалістю вегетації сорт належить до середньостиглої групи: фаза масового цвітіння настає на 75–80 добу, а повне дозрівання насіння через 150–160 діб після масових сходів.

Морфологічні параметри свідчать про формування потужного припіднятого куща заввишки 65,7 см та діаметром розетки 56,1 см із високим ступенем облиствленості (рис. 2.15). Рослини мають міцне стебло (1,1 см) з низьким рівнем закладання перших скелетних гілок (3,0–3,5 см). Темно-зелені яйцеподібні листки з середньозубчастим краєм мають довжину 4,1 см та ширину 2,8 см. Господарська придатність сорту визначається високою врожайністю зеленої маси (25–30 т/га) при середній масі однієї рослини 300–350 г. Технологія збирання передбачає диференційований підхід: для свіжого ринку зріз проводять до початку цвітіння, тоді як для отримання сировини на сушіння – у фазу масового цвітіння, що зумовлено піком накопичення ефірних олій. Оптимальна

продуктивність сорту реалізується за умов інтенсивного інсоляційного режиму та стабільного зволоження ґрунту.



Рисунок 2.15. Загальний вигляд рослин та упаковки насіння сорту Доллі

ЛС 2712 (LS 2712). Сорт фіолетового базиліку селекції «Lucky Seed» (Нідерланди) позиціонується як універсальний матеріал для свіжого ринку та промислової переробки. За тривалістю вегетації належить до середньостиглої групи: фаза масового цвітіння настає на 78–82 добу, а повне дозрівання насіння фіксується через 155–161 добу після появи сходів.

Морфологічна архітектоніка рослини характеризується припіднятим габітусом куща заввишки 55,5 см та діаметром 46,2 см із помірною облиствленістю. Рослини формують потужне центральне стебло (1,2–1,3 см) з інтенсивним галуженням першого порядку (до 14 гілок) та низьким розташуванням нижнього ярусу гілок (2,3–2,5 см). Листковий апарат представлений темно-фіолетовими яйцеподібними листками (довжина 4,9 см) із середньозубчастим краєм. Продуктивність сорту у фазу масового цвітіння становить 25–26 т/га зеленої маси при середній наважці однієї рослини 260–300 г. Репродуктивна сфера відзначається формуванням значної кількості суцвіть (до 142 шт.) середньою довжиною 13,9 см. Квітки світло-фіолетові, діаметром до 6,5

мм. Насіння дрібне, чорне, маса 1000 насінин становить 1,3–1,4 г. Вміст сухої речовини в листках становить 16,4-16,7%, цукрів – 3,5-3,6%, вітаміну С – до 27,2 мг/100 г сирої маси. Висока стійкість сорту до хвороб і шкідників (рис. 2.16).



Рисунок 2.16. Загальний вигляд рослин та упаковки насіння сорту ЛС 2712

Методика досліджень передбачала застосування конвеєрної технології вирощування васильків справжніх із використанням касетного методу підготовки розсади. Такий підхід дозволив забезпечити безперервне надходження продукції як із закритого, так і з відкритого ґрунту. Графік сівби розробляли з урахуванням вимог до безперебійного постачання свіжої сировини в мережі реалізації органічної продукції.

Дослідження проводили у триразовій повторності. Обліки параметрів розсади здійснювали на модельній групі з 30 рослин (по 10 одиниць із кожної касети). Посів проводили у касети на 84 комірки, дотримуючись глибини загортання насіння 0,5–1,0 см. Насіння висівали в шаховому порядку, що сприяло оптимальному формуванню асиміляційної поверхні листків та забезпечувало високу товарну якість майбутньої продукції.

Для вирощування розсади васильків справжніх використовували дрібнодисперсний поживний субстрат із фракцією 0–10 мм. За своїми фізико-хімічними показниками обрана ґрунтосуміш повністю відповідала вимогам культури та була оптимізована для касетної технології вирощування або набивання горщиків. Використання даного субстрату забезпечило сприятливий гідротермічний і поживний режими, необхідні для інтенсивного росту та гармонійного розвитку молодих рослин.

Використаний субстрат сприяв інтенсивному росту та збалансованому розвитку рослин завдяки забезпеченню кореневої системи необхідним комплексом макроелементів (азотом, фосфором, калієм). Повноцінний метаболізм васильків справжніх також підтримувався за рахунок наявності в поживній суміші життєво важливих мікроелементів, зокрема заліза, міді, молібдену та марганцю, що є критичним для формування якісного садивного матеріалу.

Фізіологічний стан та морфогенез рослин васильків справжніх визначалися комплексним впливом абіотичних чинників: температурного й світлового режимів, рівня вологозабезпечення та мінерального живлення. Для створення оптимальних умов росту в захищеному ґрунті ці параметри підтримували на регламентованому рівні; зокрема, температуру повітря в період вирощування розсади забезпечували в межах 20–25 °С. Обов'язковим технологічним заходом було формування густоти стояння після появи сходів шляхом залишення однієї рослини в комірці, що сприяло безперешкодному розвитку розетки листків та покращенню товарних якостей розсади.

Висаджування розсади першого строку сівби у плівкову теплицю проводили у фазі формування двох пар справжніх листків (вік розсади 11–14 діб) у період з 23.04 по 02.05. Сорт Доллі відзначався інтенсивнішим темпом органогенезу, що зумовило його висаджування у стисліші терміни порівняно з іншими варіантами. Розсаду другого та третього строків переносили у відкритий ґрунт за схемою розміщення 60×15 см. Розрахункова густота стояння становила 111,1 тис. шт./га (або 11 рослин/м²). Календарні терміни висаджування розсади

другого строку припадали на 15–21.06 (вік 10–12 діб), а третього – на 27.07–29.07 (вік 13–17 діб) (рис. 2.17).



Рисунок 2.17. Загальний вигляд рослин, висаджених на постійне місце

Комплексна оцінка васильків справжніх передбачала аналіз їхньої здатності до формування високоякісної зеленої продукції. Ключовими критеріями відбору слугували показники врожайності вегетативної маси, накопичення сухої речовини та аскорбінової кислоти. Особливу увагу приділяли біологічним особливостям культури: тривалості вегетаційного періоду, імунологічній стійкості до фітопатогенів і шкідників, а також екологічній пластичності щодо несприятливих абіотичних чинників. Додатково було проведено експертизу технологічних параметрів та споживчих якостей отриманої сировини.

Моніторинг розвитку рослин у період вегетації здійснювали шляхом фіксації основних фенофаз: від появи сім'ядоль на поверхні ґрунту до настання збираньної стиглості. Критерієм початку фази вважали її прояв у 15 % рослин на обліковій ділянці, а повної фази – у 75 %. Міжфазний період «повні сходи – зрізування зеленої маси» слугував показником загальної тривалості вегетації

культури. Такий підхід дозволив точно встановити динаміку розвитку васильків справжніх залежно від факторів дослідження.

Біометричне оцінювання садивного матеріалу перед висаджуванням включало визначення висоти рослин, кількісного складу та розмірів (довжина, ширина) листків, а також довжини коренів. Масу рослин установлювали за допомогою вагового методу (точність 0,01 кг). Для вимірювання лінійних показників використовували мірну лінійку, а для кількісних – метод підрахунку.

2.6 Схема дослідів і методика проведення досліджень шафрану

Схема досліду щодо оптимізації густоти рослин шафрану в дослідженнях представлена у табл. 2.7. Дослідження проводили згідно з методикою однофакторних дослідів. Предметом досліджень був шафран та схема розміщення рослин. Розмір облікової дослідної ділянки становив 5 м², повторність трикратна. Варіанти у досліді розміщували систематично.

Таблиця 2.7. Схема досліду

Схема розміщення рослин, см	Густота рослин, шт/га	Густота рослин, шт/м ²	Площа живлення, см ²
20 × 5 см	1000000	100	100
20 × 10 см (контроль)	500000	50	200
20 × 15 см	333333	33	300
20 × 20 см	250000	25	400

Висаджувалися бульбоцибулин шафрану 1 вересня 2021 року з міжряддям 20 см та відстанню між рослинами в рядку 5, 10, 15 та 20 см. Глибина садіння 15 см.

Фенологічний розвиток рослин шафрану визначали за шкалою ВВСН. Згідно зі шкалою ВВСН, життєвий цикл шафрану проходить 6 фаз розвитку, кожна з яких відрізняється своєю тривалістю і впізнаваністю, де 0 – це проростання, 1 – розвиток листків, 4 – розвиток бульбоцибулин заміщення, 5 – поява квіткових катафілів, 6 – цвітіння, 9 – старіння рослин. Стадії розвитку 2, 3,

7, 8 у рослин шафрану не спостерігаються відповідно до розширеної шкали ВВСН. Наявність лише основних фаз не є вичерпним критерієм у процесі встановлення конкретних фаз розвитку. Тому для більш докладного опису етапів розвитку використовуються 10 підфаз для кожної фази. Їх позначають двома цифрами від 00 до 09.

Фази росту та розвитку шафрану визначали окомірно одночасно у всьому досліді. Для визначення окремих етапів (з'явлення коренів, початок проростання бульбоцибулин, початок формування квіткових катафілів та ін.), які відбуваються під поверхнею ґрунту, оцінку здійснювали на викопаних випадковим шляхом рослинах. Початок фази фіксували, коли вона відмічена у 10% рослин на ділянці, масово – у 75% (рис. 2.18).



Рисунок 2.18. Настання фенофази масового цвітіння рослин на дослідній ділянці

Збирали квітки вручну. Після збору врожаю маточки швидко відокремлювали від пелюсток. Висушування маточки та пелюсток проводити у шафі сушильній термостатичній СТ-20С за температури 50 °С (рис. 2.4).



Рисунок 2.19. Сушіння шафрану

Після збирання врожаю для визначення біохімічних показників (вміст сухої речовини, цукрів, вітаміну С, нітратів) та вегетаційних індексів (вміст вологи, хлорофілу) листки васильків справжніх було відібрано й передано до навчальної лабораторії кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна НУБіП України.

Для отримання достовірної різниці між варіантами одержані дані оброблялися статистичними методами з використанням комп'ютерних програм типу Exel, «Agrostat».

З РІСТ, РОЗВИТОК, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ВАСИЛЬКІВ СПРАВЖНІХ

3.1 Оцінювання сортів васильків справжніх за господарсько-цінними ознаками

У період проведення дослідження за однакового терміну сівби, сходи отримали у сортів васильків звичайних неодноразово (рис. 3.1). За результатами досліджень виявили закономірність росту й розвитку сортів. У більшості досліджуваних сортів (Розі, Юнга, Перекотиполе) сходи з'явилися 22.05, тоді як у сортів Сяйво та Бадьорий появу сходів виявлено дещо пізніше – 24.05 та 25.05 відповідно. Для більшості сортів масові сходи зафіксовані 28.05. Найшвидше масові сходи з'явилися у сорту Юнга (25.05), а найпізніше – у сорту Бадьорий (29.05) (дод. В, табл. В.1).

Початок масових сходів вплинув на початок збору продукції. Першим до збору виявився придатний сорт Юнга (22.07), за ним – контрольний сорт Розі (25.07). Для інших трьох сортів (Сяйво, Бадьорий, Перекотиполе) дата збору припала на 30.07.

Фаза початку стеблуння найшвидше настала у сортів Розі, Бадьорий та Юнга – 06.07. Сорти Сяйво та Перекотиполе розпочали стеблуння на 4 дні пізніше – 10.07. Водночас найбільш ранній початок цвітіння характерний для сорту Бадьорий (21.07). Контрольний сорт Розі та сорт Юнга зацвіли 23.07, а сорти Сяйво та Перекотиполе продемонстрували найпізніший початок цвітіння – 27.07. Найбільш скороспілим за цим показником є сорт Бадьорий, насіння якого дозріло вже 10.09. Середньостиглі показники мають сорти Розі (17.09) та Юнга (18.09). Пізньостиглими виявилися сорти Сяйво та Перекотиполе, у яких повне дозрівання насіння розпочиналося лише 28.09.

Таким чином, для раннього отримання зелені васильків справжніх найбільш придатним виявився сорт Юнга, для гарантованого отримання насіння – Бадьорий, а сорти Сяйво та Перекотиполе доцільно використовувати як пізньостиглі форми для конвеєрного надходження продукції.

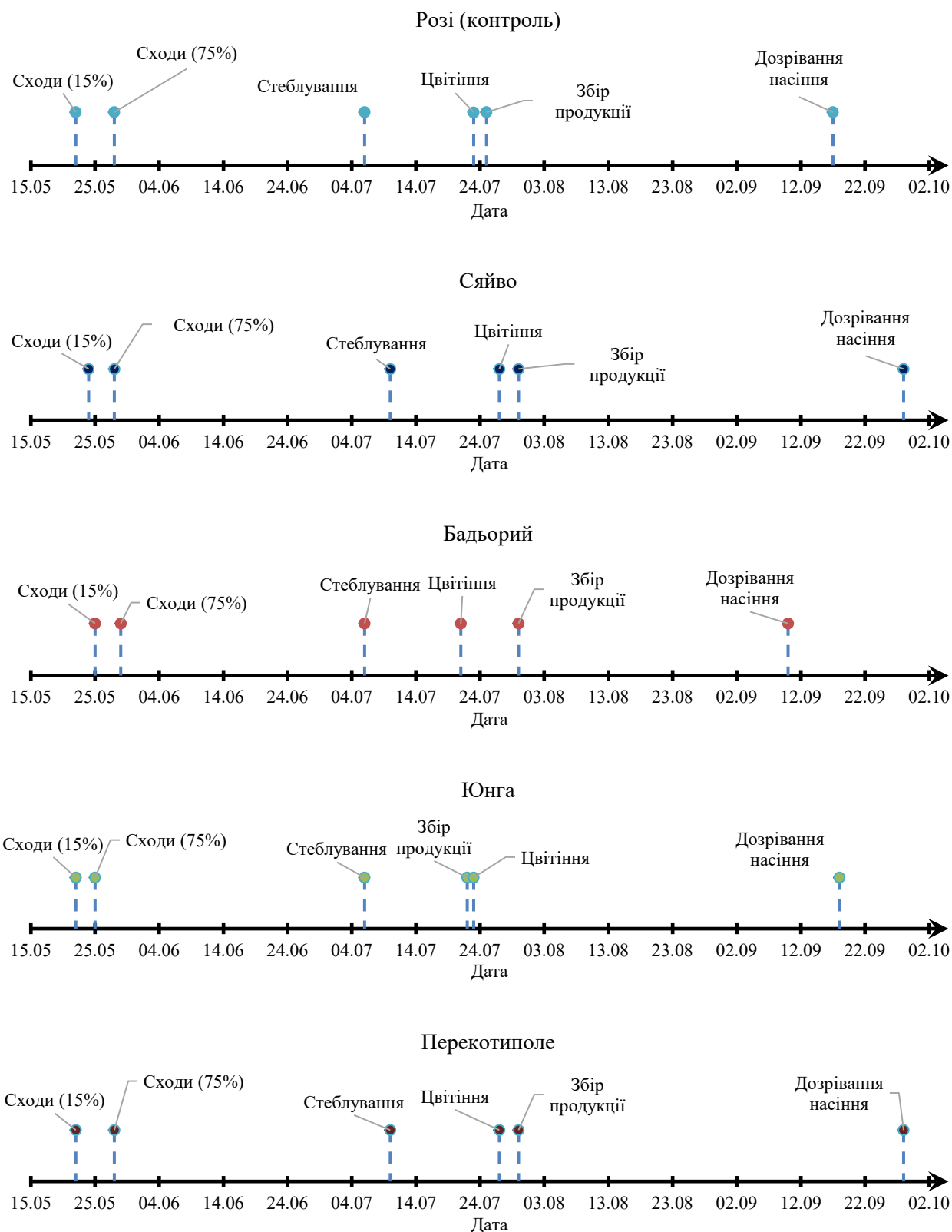
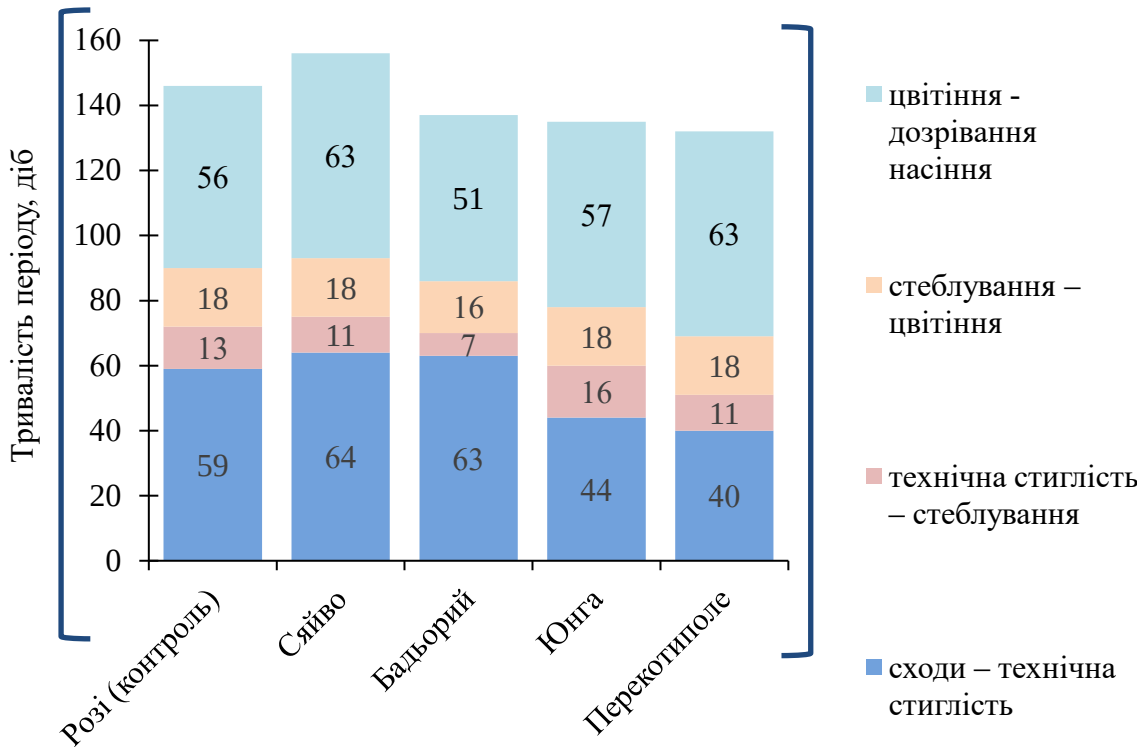


Рисунок 3.1. Дати фенологічних фаз росту та розвитку рослин сортів
васильків справжніх, (середнє за 2021–2023 р.)

Тривалість міжфазних періодів у досліджуваних сортів була різною і залежала від їхньої швидкості розвитку (рис. 3.2). Тривалість періоду від сходів до технічної стиглості (збору продукції) найкоротшою встановлено у сорту Перекотиполе – 40 діб. Це на 19 діб швидше контролю (Розі – 59 діб). Сорти Сяйво (64 доби) і Бадьорий (63 діб) характеризувались довшим періодом порівняно з контролем (дод. В, табл. В.2).



Риунок 3.2. Тривалість міжфазних періодів сортів васильків справжніх, (середнє за 2021–2023 р.)

Період від стеблування до цвітіння є найкоротшим у сортів контролю Бадьорий (16 діб). Така ж закономірність встановлена і за тривалістю періоду від технічної стиглості до стеблування, яка в сорту становила 7 діб. Водночас, найдовший цей період виявився у сорту Юнга (16 діб), що перевищує показник контролю на 3 доби і свідчить про його пізніше формування квітконоса.

Найкоротший повний період від сходів до дозрівання насіння мали сорти Бадьорий (109 діб) і Розі (контроль) – 119 діб. Це підтверджує, що вони виявилися найбільш ранньостиглими за повним циклом розвитку. Всі інші сорти

мали довший вегетаційний період: Юнга (120 діб), Сяйво (128 діб) і Перекотиполе (130 діб).

Пізними термінами досягання насіння характеризувався сорт Перекотиполе з довшою тривалістю періоду від стеблування до цвітіння (18 діб) з вегетаційним періодом 130 діб. Така ж тенденція відмічена й у сортів Сяйво (128 діб) і Юнга (120 діб), вегетаційний період яких подовжувався відповідно на 1–9 діб порівняно з контролем.

Для васильків справжніх, ключовими показниками якості є характеристики листкових розеток та загальна вегетативна маса до моменту появи квітконосів. Саме інтенсивний ріст листової пластини в довжину та ширину визначає високу продуктивність культури та підсумковий вихід зеленої маси. Пряма залежність між кількістю сформованих листків та загальною масою рослини дозволяє суттєво підвищити товарну врожайність з одиниці площі. Оскільки основну споживчу цінність мають ніжні листки з високим вмістом ефірних олій, формування розлогої розетки є пріоритетним завданням при вирощуванні зеленої маси.

Надмірно високі температури у поєднанні з недостатнім освітленням (або специфічним світловим режимом) можуть спровокувати передчасне стеблування. Це призводить до таких негативних наслідків, як гальмування розвитку розетки, оскільки рослина переспрямовує ресурси на формування квітконосних пагонів; здерев'яніння тканин через появу стебел погіршується текстура та смакові властивості продукції; зниження врожайності через зменшення частки листової маси у загальному обсязі сировини. Тому для збереження високих товарних якостей васильків справжніх необхідно забезпечити умови, що стримують перехід до репродуктивної фази (цвітіння), оскільки саме листки використовуються в їжу.

Найвищу інтенсивність формування зеленої маси виявлено у сортів Сяйво та Розі (контроль) з середньою кількістю листків на рослині до початку стеблування 178,6–212,5 шт. (табл. 3.1). Водночас сорт Розі формував меншу кількість листків (178,6 шт), однак вони виявилися більшого розміру, з

середньою довжиною – 5,9 см і середньою шириною листка – 3,7 см. Водночас у сорту Юнга середня кількість листків виявилась меншою і становила 118,7 шт, що вплинуло на нижчу врожайність зеленої маси. Це пов’язано реакцією сорту на загущення, що зумовило розтягування клітин стебла і черешків листків. За рахунок цього сорт виявився найбільш скоростиглим (44 діб). Рослини витягувалися, мали більшу кількість листків, однак їхня маса була меншою, оскільки тканини ставали менш щільними та водянистими.

Таблиця 3.1. Біометричні показники листків до початку стеблування сортів васильків справжніх, (середнє за 2021–2023 р.)

Сорт	Середня кількість листків на рослині до початку стеблування, шт	Середня довжина листка, см	Середня ширина листка, см
Розі (контроль)	178,6	5,9	3,7
Сяйво	212,5	4,3	2,5
Бадьорий	159,2	4,9	2,8
Юнга	118,7	4,8	3,5
Перекотиполе	173,1	3,9	2,5
НІР ₀₅	18,7	0,4	0,5

Меншою інтенсивністю формування зеленої маси характеризувався сорт Бадьорий з середньою кількістю листків на рослині до початку стеблування 159,2 шт і середньою довжиною й шириною листків, відповідно – 4,9 і 2,8 см. Водночас найменший розмір листків встановлено у сорту Перекотиполе – довжиною листків 3,9 см, що на 2,0 см менше контролю. Більш потужні листки виявлено у сорту Юнга з довжиною (5,8 см) і шириною (3,5 см), що відповідно на 0,1 см і 0,2 см більше контролю. Однак сорт формував найменшу кількість листків на рослині (118,7 шт).

Дослідження мінливості висоти та маси рослин у сортів васильків справжніх проводився з метою оцінки адаптивного потенціалу та господарської придатності сортів для конкретних умов вирощування (табл. 3.2). Результати дослідження свідчать про значну варіабельність ознак серед досліджуваних сортів порівняно з контрольним сортом Розі, який продемонстрував максимальні показники за всіма параметрами: висота рослин сягнула 53,5 см, загальна маса – 105,3 г, а маса листків – 48,5 г. Це свідчить про його високу адаптивну здатність та інтенсивний метаболізм у заданих умовах вирощування. Різниця між контролем та іншими зразками за показниками маси значно перевищує НІР₀₅ (13,4 г та 5,8 г). Це науково обґрунтовує те, що сорт Розі має реальну біологічну перевагу у накопиченні органічної речовини, яка не є результатом випадкових факторів чи похибки вимірювання.

Таблиця 3.2. Мінливість висоти рослин та її маси у сортів васильків справжніх, (середнє за 2021–2023 р.)

Сорт	Середня висота рослин, см	Середня маса рослин, г	Середня маса листоків, г
Розі (контроль)	53,5	105,3	48,5
Сяйво	35,7	83,2	38,2
Бадьорий	25,8	65,1	28,7
Юнга	49,5	88,6	35,5
Перекотиполе	31,7	58,7	31,4
НІР ₀₅	6,2	13,4	5,8

Сорт Юнга виявився найбільш наближеним до контролю за лінійним ростом (49,5 см). Однак, попри значну висоту, його загальна маса (88,6 г) і маса листків (35,5 г) суттєво нижчі, ніж у контролю. Це може вказувати на меншу щільність тканин або слабший розвиток асиміляційного апарату листків. Сорт Сяйво характеризувався помірною висотою рослин (35,7 см), але при цьому демонструє високу частку листків у загальній масі (1:2,2). Це обґрунтовує його

потенційну цінність як сорту з гарною облиствленістю за компактних розмірів рослин. Оскільки різниця між контролем (53,5 см) та найближчим сортом Юнга (49,5 см) становить 4,0 см, що менше за НІР₀₅ (6,2 см), можна зробити висновок, що за висотою сорт Юнга статистично не відрізняється від контролю. Усі інші сорти мають математично доведене відставання.

Низькорослиними виявилися сорти Бадьорий та Перекотиполе з найменшими показниками росту – 25,8 см та 31,7 см відповідно. Зокрема, сорт Перекотиполе мав найнижчу загальну масу рослини (58,7 г), що вказує на його приналежність до низькопродуктивних форм.

На основі проведеного аналізу встановлено, що контрольний сорт Розі є найбільш продуктивним за всіма біометричними показниками. Серед досліджуваних зразків сорт Юнга виділяється вищим потенціалом росту, а сорт Сяйво – збалансованим ростом листової маси, тоді як сорти Бадьорий та Перекотиполе демонструють ознаки низької інтенсивності ростових процесів.

За даними проведення досліджень встановлено, що загальна врожайність зеленої маси сортів васильків справжніх залежала від інтенсивності фомування надземної маси рослин (табл. 3.3). Всі сорти, які досліджували характеризувались нижчою врожайністю порівняно із сортом контролем (Розі), як за урожайністю зеленої маси, так і урожайністю листків на 19–51 %. Водночас високу урожайність зеленої маси встановлено й у сортів Сяйво та Юнга, яка становила 7,5–8,1 т/га. Це зумовлено більшою масою рослин, на яких формувалась більша кількість великих за розміром листків, які були більш щільними, товстими і пружними з високим тургором на період збору врожаю. Частка листків впливала на урожайність листків, яка більшою виявлена у сорту Розі (контроль) і становила 4,3 т/га. У сортів Сяйво та Юнга встановлена висока врожайність листків – 3,3–3,5 т/га, однак на 19–23 % менше контролю. Найнижчу врожайність зеленої маси встановлено у сорту Перекотиполе – 4,7 т/га, в якого зниження показника порівняно з контролем виявлено на рівні 51 %.

Таблиця 3.3. Господарсько-цінні показники сортів васильків справжніх до стеблування, (середнє за 2021–2023 р.)

Сорт	Урожайність зеленої маси, т/га	Частка листіків, %	Урожайність листіків до початку стеблування, т/га	Приріст врожаю листіків до контролю	
				т/га	%
Розі (контроль)	9,4	45,6	4,3	0	100
Сяйво	8,1	40,3	3,3	-1,0	-23
Бадьорий	5,8	46,3	2,7	-1,6	-37
Юнга	7,5	47,1	3,5	-0,8	-19
Перекотиполе	4,7	45,2	2,1	-2,2	-51
НІР ₀₅	2,8		0,7		

Високою урожайністю зеленої маси й листків характеризувався сорт Бадьорий, відповідно 5,8 і 2,7 т/га. Водночас зниження врожаю листків у сорту встановлено на рівні 1,6 т/га, що на 37% менше контролю. Це пов'язано з меншою масою і продуктивністю рослин.

Таким чином, високими адаптивними властивостями та формуванням більш потужної розетки листків характеризувався сорт Розі із врожайністю зеленої маси 9,4 т/га та листків 4,3 т/га. Усі досліджувані сорти продемонстрували нижчу врожайність порівняно з контрольним сортом Розі. Зниження показників як за зеленою масою, так і за масою листків коливалося в межах 19–51%.

Біохімічний аналіз досліджуваних сортів васильків справжніх свідчить про значну сортову диференціацію за показниками поживної цінності та екологічної безпечності (табл. 3.4). Зокрема, встановлено, що сорт Юнга та контрольний сорт Розі характеризуються найбільш інтенсивним накопиченням сухих речовин (23,5–23,6%) та цукрів (7,3–7,4%), що визначає їхню високу енергетичну цінність

та придатність для технологічної переробки. На противагу їм, сорт Сяйво продемонстрував найнижчі показники сухої речовини (16,0%) та суми цукрів (5,2%), що вказує на більшу соковитість тканин при меншій концентрації розчинних компонентів.

Таблиця 3.4. Якісні показники зелених листків сортів васильків звичайних, (середнє за 2021–2023 р.)

Сорт	Вміст			
	сухої речовини, %	суми цукрів, %	Вміст вітаміну С, мг/100 г	ННО ₃ , мг/кг
Розі (контроль)	23,5	7,3	32,7	90,4
Сяйво	16,0	5,2	30,8	99,5
Бадьорий	17,5	6,5	28,5	100,6
Юнга	23,6	7,4	25,4	80,7
Перекотиполе	20,0	7,0	29,7	68,1

Вітамінна активність рослин, оцінена за вмістом вітаміну С, виявилася найвищою у контрольного сорту Розі, де цей показник сягнув 32,7 мг/100 г. Досить високі рівні аскорбінової кислоти також зафіксовані у сортів Сяйво (30,8 мг/100 г) та Перекотиполе (29,7 мг/100 г), що підкреслює їхні високі антиоксидантні властивості. Водночас сорт Юнга, попри лідерство за вмістом цукрів, виявився найменш забезпеченим вітаміном С (25,4 мг/100 г), що може бути наслідком біологічних особливостей розподілу асимілятів у даного генотипу.

Важливим аспектом оцінки сортів є їхня здатність до накопичення нітратів, що визначає безпеку продукції. Найбільш екологічно безпечним за цим параметром виявився сорт Перекотиполе, у якого вміст нітратів був мінімальним і становив 68,1 мг/кг. Порівняно низький рівень накопичення солей азотної кислоти також притаманний сорту Юнга (80,7 мг/кг), тоді як у сортів Бадьорий та Сяйво цей показник був найвищим – відповідно 100,6 та 99,5 мг/кг. Втім, навіть максимальні значення в межах даного дослідження залишаються значно

нижчими за встановлені гранично допустимі норми для зеленних овочевих культур.

Для отримання свіжої продукції з високим вмістом вітамінів і збалансованим складом найбільш цінним є сорт Розі (контроль). Сорт Юнга є оптимальним вибором для переробної промисловості, де критичним є вміст сухої речовини та цукрів, тоді як сорт Перекотиполе заслуговує на увагу як зразок із найменшим рівнем накопичення нітратів.

Таким чином, за комплексом господарсько-цінних ознак сортів васильків звичайних найкращим для вирощування в умовах Лісостепу України є сорт Розі, який поєднує максимальну врожайність із високою вітамінною цінністю. Сорти Сяйво та Юнга є цінними завдяки стабільно високій урожайності та якості листової пластинки, тоді як сорт Перекотиполе є оптимальним для дієтичного споживання завдяки найнижчому рівню накопичення токсичних сполук, а смає нітратів (68,1 мг/кг).

Висновки до підрозділу 3.1:

Тривалість вегетації досліджуваних сортів варіювала залежно від темпів їхнього розвитку: найкоротший період від сходів до технічної стиглості зафіксовано у сорту Перекотиполе (40 діб), що на 19 діб швидше за контроль (Розі – 9 діб), тоді як сорти Сяйво та Бадьорий були пізнішими (64 та 63 доби відповідно). Водночас за повним циклом розвитку (до дозрівання насіння) найбільш ранньостиглими виявилися Бадьорий (109 діб) та Розі (119 діб), у той час як в інших сортів цей показник був довшим і становив від 120 (Юнга) до 130 діб (Перекотиполе).

Проведені дослідження підтвердили перевагу сорту Розі за всіма біометричними та господарськими показниками. Завдяки високій адаптивності та інтенсивному метаболізму, цей сорт сформував максимальну висоту (53,5 см), загальну біомасу (105,3 г) та масу листків (48,5 г). Оскільки розрив у показниках маси між контролем та іншими зразками суттєво перевищує поріг, доведено, що

біологічна перевага сорту Розі є статистично достовірною і зумовленою його генетичним потенціалом, а не випадковими факторами довкілля.

Досліджувані сорти продемонстрували нижчу продуктивність порівняно з контролем (Розі), який забезпечив максимальну врожайність листків на рівні 4,3 т/га. Найближчими до лідера виявилися сорти Сяйво та Юнга з показниками 3,3–3,5 т/га листків та 7,5–8,1 т/га зеленої маси, що зумовлено формуванням численних щільних листків із високим тургором. Найменш урожайним став сорт Перекотиполе (4,7 т/га зеленої маси), поступившись контролю на 51 %, тоді як загальне зниження врожайності по всій групі досліджуваних зразків відносно сорту Розі становило 19–51 %.

За вмістом якісних показників лідерами є сорти Юнга та Розі, які накопичили найбільшу кількість сухих речовин (23,5–23,6%) та цукрів (7,3–7,4%), що свідчить про їхню високу енергетичну цінність та придатність до переробки. Водночас сорт Сяйво відзначається найнижчим вмістом сухих речовин (16,0%) і цукрів (5,2%), що вказує на підвищену соковитість тканин за меншої концентрації розчинних компонентів.

3.2 Господарсько-біологічне оцінювання сортів васильків справжніх за конвеєрного вирощування у відкритому та закритому ґрунті

Ріст і розвиток рослин васильків звичайних за різних термінів сівби насіння в касети проводили від з'явлення сходів до початку збору продукції за різних умов вирощування. Дані фенологічних спостережень представлено на рисунку 3.3–3.4. За результатами досліджень встановлено, що терміни сівби насіння в касети впливали на фенологічні фази росту та розвитку рослин. Сорт Доллі з зеленими листками виявився, як більш скоростиглим незалежно від термінів сівби. Всі фенологічні фази росту й розвитку рослин сорту починалися раніше порівняно з сортом ЛС 2712 (дод. В, табл. В.3). Це пояснюється нижчою схожістю насіння та сповільненим ростом сорту з антоціановими забарвленнями листків.

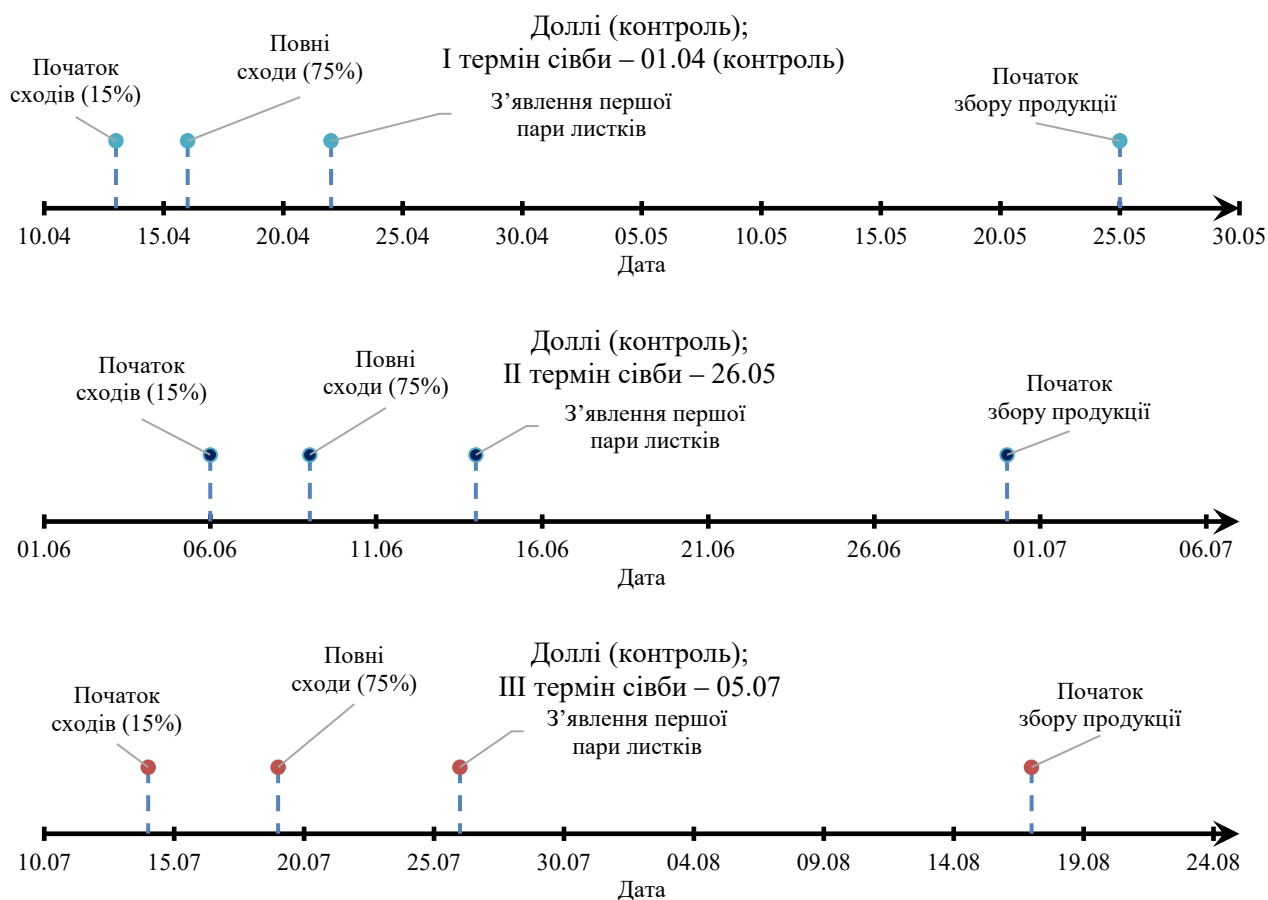


Рисунок 3.3. Дати фенологічних спостережень за рослинами васильків звичайних сорту Доллі (контроль) залежно від термінів сівби в касети (середнє за 2023–2025 рр.)

Терміни сівби насіння в касети вплинули на з'явлення сходів сортів (рис. 3.5). Однак пізніше повні сходи з'являлися у сортів за третього терміну сівби (05.07) на 13-17 добу, що на 3-4 доби пізніше контролю. Це пояснюється погодними умовами, які склалися у липні, а саме знижені температури та перепадами температури вдень і вночі вплинули на сповільнений ріст рослин.

Терміни сівби насіння в касети вплинули й на масові сходи сортів. Однак пізніше повні сходи з'являлися у сортів за третього терміну сівби (05.07) на 13–17 добу, що на 3-4 доби пізніше контролю, що пояснюється погодними умовами, які склалися у липні, а саме знижені температури та перепадами температури вдень і вночі вплинули на сповільнений ріст рослин.

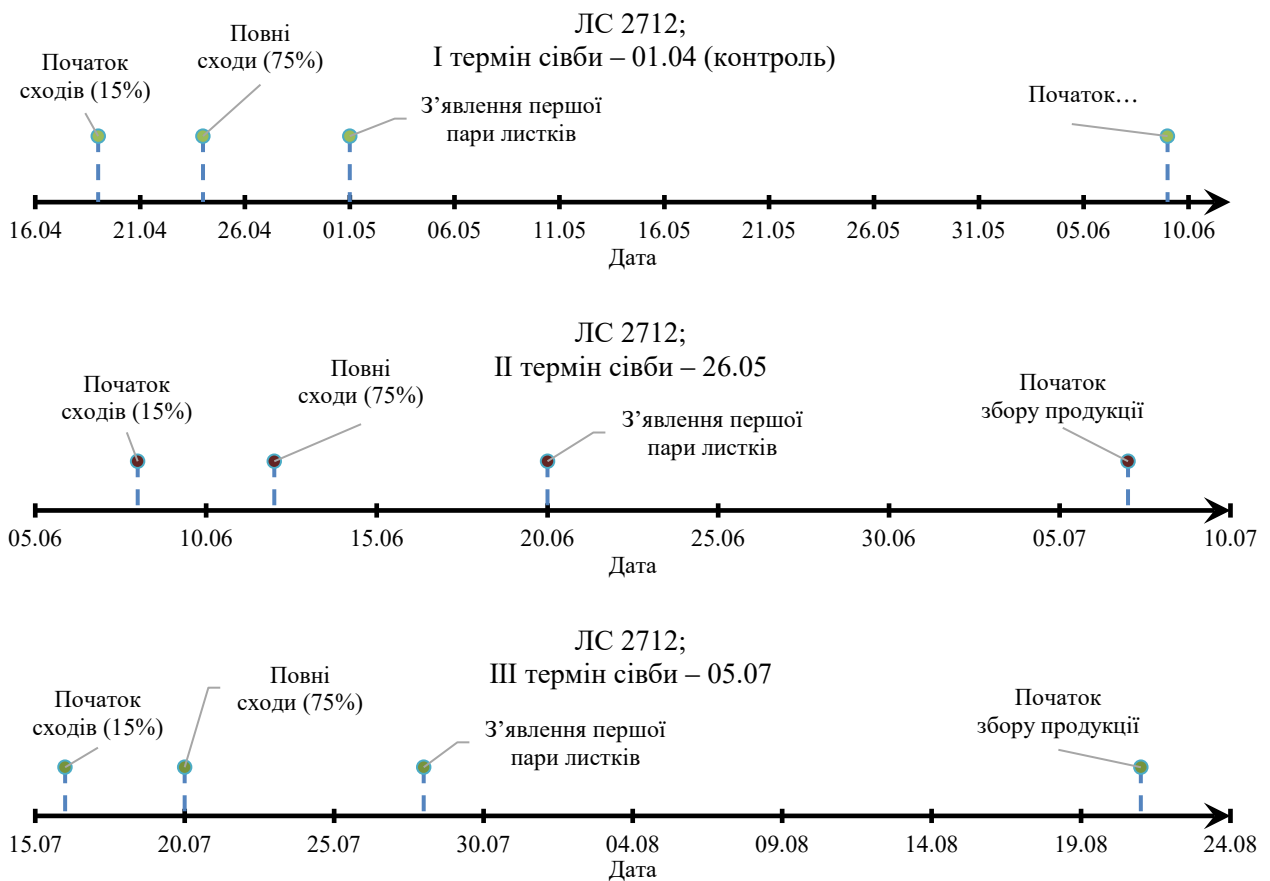


Рисунок 3.4. Дати фенологічних спостережень за рослинами васильків звичайних сорту ЛС 2712 залежно від термінів сівби в касети (середнє за 2023–2025 рр.)

Перша пара справжніх листків швидше у рослин сортів формувалася за першого та другого терміну сівби. Це пов'язано з високою сумою активних температур у цей період, що вплинуло на швидше проходження всіх фенологічних фаз росту та розвитку рослин. За перших термінів сівби в касети (01.04, 26.05) у сортів перша пара справжніх листків з'явилася на 5-8 добу. За сівби в липні (05.07) різкі перепади температури вдень і вночі вплинули на пізніше з'явлення сходів, яке у сортів відмічено на 7–9 добу, що на 2 доби пізніше контролю.



А

Б

Рисунок 3.5. Повні сходи рослин васильків звичайних за першого терміну сівби: А – сорт ЛС 2712 (21.06); Б – сорт Доллі (18.06) (2023 р.)

Пересаджували рослини на постійне місце через 4–8 діб після з'явлення першої пари листків залежно від терміну сівби.

У розсадній полікарбонатній теплиці створювали оптимальні умови для росту розвиненої кореневої системи для кращого укорінення рослин після пересаджування на постійне місце. Для цього в теплиці знижували температуру повітря до 20⁰С. Водночас за другого терміну під час сильної літньої спеки рослини пересаджували раніше на 1-2 доби.

Рослини сорту ЛС 2712 пересаджували в горщечки на 12–17 добу, що пізніше сорту Доллі на 3–4 доби за всіх термінів сівби. В літній період висока сума активних температур повітря впливала на швидше формування кореневої системи та листкової маси, спричиняла утворення квітконосів. За першого строку рослини ЛС 2712 пересаджували 01.07, що на 8 діб пізніше Доллі.

Характерною особливістю рослин васильків звичайних є дуже швидке проходження всіх фаз росту та розвитку (рис. 3.6). Швидше повні сходи

з’являлися у рослин за другого терміну сівби (26.05) на 14–15 добу (дод. В, табл. В.4).

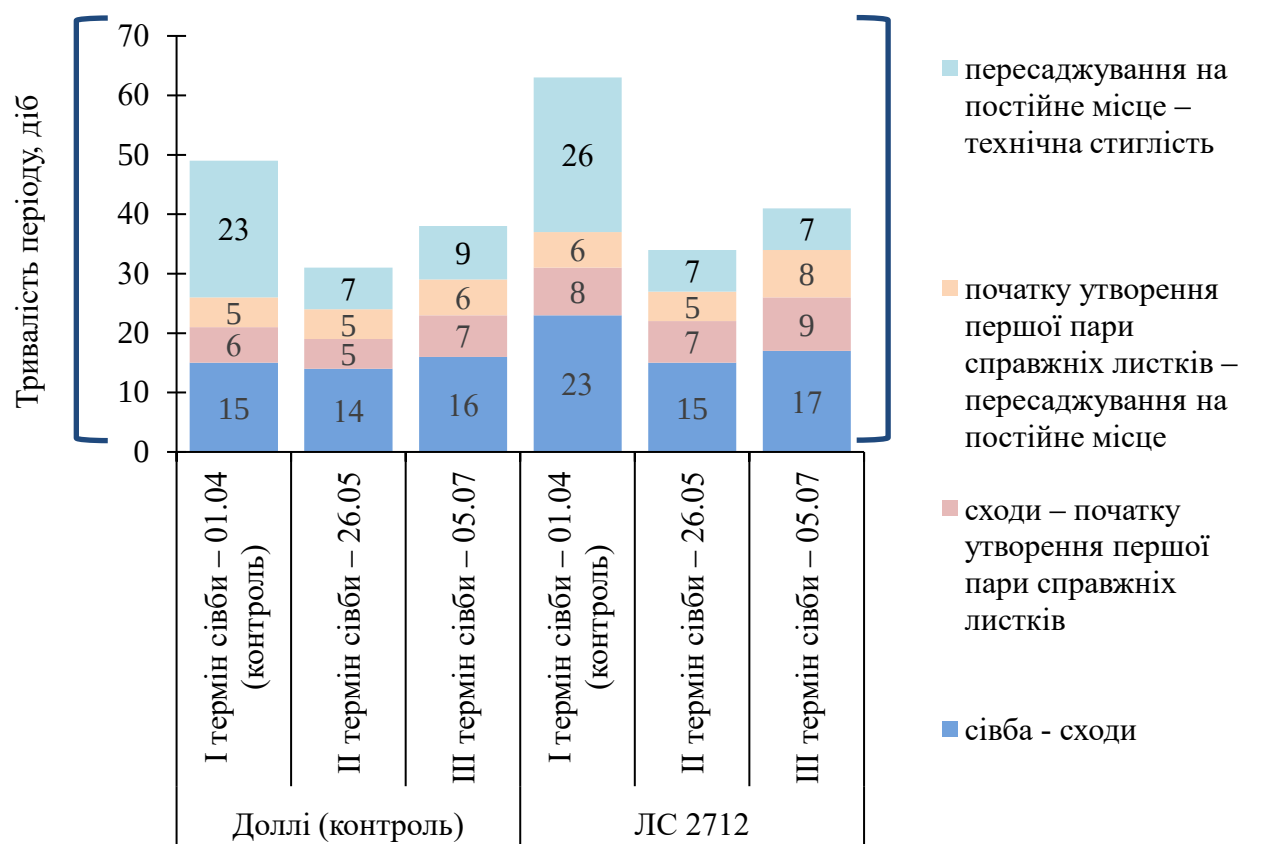


Рисунок 3.6. Тривалість фенологічних фаз росту рослин сортів васильків справжніх залежно від термінів сівби в касети (діб), (середнє за 2023–2025 рр.)

Водночас тривалість періоду від сівби до з’явлення повних сходів коротшою виявилась у Доллі на 14 добу. Така ж тенденція відмічена й за тривалістю інших фенологічних фаз росту та розвитку рослин сортів. Довший період виявився у сорту за третього терміну сівби і становив 16–17 діб, що на 1-6 діб довше контролю.

Вегетативний ріст у рослин сортів проходив досить інтенсивно. Дослідженнями виявлено, що за різних термінів сівби насіння в касети тривалість періоду від сходів до початку формування першої пари листків меншою встановлена у сортів за перших двох термінів сівби і становила 5-8 діб.

Тривалість періоду довшою виявилась у рослин за третього терміну сівби і становила 7–9 діб, що на добу пізніше контролю.

Неоднакові умови вирощування, а саме температура й вологість повітря, що склалися для рослин за різних термінів сівби впливали на тривалість періоду від з'явлення повних сходів до пересаджування на постійне місце. Із більш ранніми термінами сівби тривалість цього періоду скорочувалась. Така закономірність характерною виявилась для обох сортів, як Доллі (10–11 діб), так і ЛС 2712 (12–14 діб).

Тривалість періоду від формування першої пари справжніх листків до пересаджування на постійне місце довшою виявлена в рослин сорту ЛС 2712 за третього терміну сівби, яка становила 17 діб, що на 3 доби довше контролю. Існувала тенденція в сортів, за літніх термінів сівби (05.07) подовжувалась тривалість періодів на початкових фазах росту, хоча швидше наставала фаза технічної стиглості рослин. Це пов'язано з високими денними температурами в літній спекотний період, коли інтенсивніше проходив ріст і розвиток рослин.

Таким чином, терміни сівби насіння в касети впливали на тривалість міжфазних періодів сортів васильків звичайних. У середньому за три роки найбільш придатними для сортів виявилися перший (01.06) та другий (25.05) терміни сівби в касети з коротшою тривалістю періоду від з'явлення повних сходів до пересаджування на постійне місце для сорту Доллі на 10–11, ЛС 2712 – на 12–14 добу. Тривалість періоду від повних сходів до технічної стиглості (17–19 діб) виявилась найкоротшою у сортів за сівби насіння в касети 26.05 з наступним пересаджуванням рослин у відкритий ґрунт.

За різних термінів сівби в касети створювалися неоднакові умови для росту й розвитку рослин васильків звичайних. Більш пізні терміни сівби впливали на інтенсивніший вегетативний ріст, що відображалось на зміні даного показника. Висота рослин – важливий показник, що вказує на особливості росту та розвитку культури й може змінюватись залежно від впливу факторів навколишнього середовища та технологічних прийомів.

Встановлено, що терміни сівби в касети впливали на ріст кореневої системи і формування надземної маси рослин сортів васильків справжніх. Для культури дуже важливо забезпечити оптимальні умови для формування кореневої системи, яка впливала на інтенсивний ріст вегетативного апарату васильків справжніх. Рослини культури – вимогливі до температури повітря та ґрунту. Тому саме високі температури в поєднанні з високою вологістю повітря, які забезпечують у спорудах закритого ґрунту позитивно впливають на ріст та розвиток рослин васильків звичайних.

Висока температура ґрунту субстрату впливала на ріст коренів. Більш розвинута коренева система оптимально використовувала вологу та поживні речовини. Водночас із підвищенням температури зростала інтенсивність дихання і дисиміляція переважала над асиміляцією. Це призводило до непродуктивної витрати органічної речовини та зменшення нарощування зеленої маси.

За результатами досліджень виявлено, що у рослин сортів васильків справжніх у розсадний період потужніше коренева система розвивалась за першого терміну сівби (01.04) (табл. 3.5).

Другий та третій терміни сівби виявилися менш придатними для формування кореневої системи рослин в розсадний період. Це пояснюється тим, що у ґрунті міститься значна кількість корисних мікроорганізмів і виникає їхня залежність від температури навколишнього середовища. Як високі так і низькі температури повітря й ґрунту мікроорганізми переносять негативно.

Дослідженнями встановлено, що довжина коренів у сорту ЛС 2712 виявилась довшою за всіх термінів сівби та становила 3,7-4,2 см. Водночас довшою вона встановлена за першого терміну сівби – 4,2 см. Істотно меншу довжину кореня виявлено лише за третього терміну сівби – 3,7 см, що на 0,5 см менше контролю. Причому за фактором А виявилась істотна різниця за всіма варіантами.

Таблиця 3.5. Формування кореневої системи васильків справжніх перед висаджуванням на постійне місце за різних термінів сівби в касети, (середнє за 2023–2025 рр.)

Варіанти досліду (фактор В)	Довжина коренів, см	Кількість коренів, шт
Доллі (контроль) (Фактор А)		
I термін сівби – 01.04 (контроль)	3,7	8,2
II термін сівби – 26.05	3,5	7,5
III термін сівби – 05.07	3,0	6,3
ЛС 2712		
I теомін сівби – 01.04 (контроль)	4,2	6,1
II термін сівби – 26.05	3,9	5,9
III термін сівби – 05.07	3,7	4,7
НІР ₀₅ фактор А	0,3	0,3
НІР ₀₅ фактор В	0,1	0,5

Водночас інтенсивність наростання коренів у рослин сорту ЛС 2712 була меншою за всіх термінів сівби і становила 4,7-6,1 шт. Причому менше коренів виявлено за третього теоміну – 4,7 шт, що на 1,4 шт менше контролю. Це пов’язано з погодними умовами, які склалися в цей період, а саме перепади нічних і денних температур негативно вплинули на ріст кореневої системи. Виявилося, що сорт з фіолетовими листками менш адаптивний до зміни мікроклімату в теплиці. Кількість коренів більшою виявилась за першого терміну сівби, яка становила 6,1 шт (рис. 3.2).



Рисунок 3.2. Коренева система рослин у сорту ЛС 2712 за II терміну сівби (26.05)

Рослини сорту Доллі відзначились краще розвинутою кореневою системою, незважаючи на терміни сівби. Довжина коренів у рослин цього сорту встановлена меншою 3,0–3,7 см, однак рослини формували більш потужну кореневу систему з кількістю коренів від 6,3 до 8,5 шт. Водночас виділяються для рослин сорту перші два терміни, за яких розвивалася більш потужна коренева система.

У сорту Доллі менш розвинену кореневу систему виявлено за третього терміну сівби, де виявилась менша інтенсивність наростання коренів у розсадний період з довжиною коренів 3,0 см і кількістю коренів 6,3 шт. Водночас встановлена істотно менша різниця за довжиною та кількістю коренів за третього терміну сівби й контролем.

Отримані результати досліджень показують, що в середньому за три роки менші біометричні показники виявлено у рослин васильків справжніх за третього терміну сівби (табл. 3.6).

Таблиця 3.6. Характеристика морфологічних ознак рослин васильків звичайних за різних термінів сівби, (середнє за 2023–2025 рр.)

Варіанти досліду (фактор В)	Листок перед висаджуванням на постійне місце		Листок перед збиранням	
	довжина, см	ширина, см	довжина, см	ширина, см
Доллі (контроль) (Фактор А)				
I термін сівби – 01.04 (контроль)	4,4	2,4	8,7	6,2
II термін сівби – 26.05	4,2	2,2	8,2	5,9
III термін сівби – 05.07	3,8	1,9	7,5	5,4
ЛС 2712				
I термін сівби – 01.04 (контроль)	3,3	1,0	6,6	3,9
II термін сівби – 26.05	2,6	0,8	5,9	3,6
III термін сівби – 05.07	3,1	0,9	5,4	3,4
НІР ₀₅ фактор А	0,9	0,6	0,8	1,1
НІР ₀₅ фактор В	0,3	0,2	0,1	0,3

Експериментальні дані свідчать, що рослини культури дуже чутливо реагували на зниження температури, що пов’язано з вимогливістю культури до тепла. Для обох сортів погодні умови, які склалися в той період з похолоданням і різкими температурами вдень і вночі вплинули на меншу інтенсивність наростання вегетативної маси рослин.

Водночас менші біометричні показники як в розсадний період, так і перед висаджуванням рослин на постійне місце встановлено у сорту ЛС 2712 з фіолетовими листками за всіх строків сівби. Це пояснюється більшими вимогами рослин з антоціановими листками до умов вирощування.

За результатами біометричних вимірювань встановлено, що більшою довжиною та шириною листків характеризувались рослини васильків звичайних за першого та другого строків сівби. Така тенденція відмічена як перед висаджуванням на постійне місце, так і перед збиранням продукції в обох сортів. Причому в сорту Доллі біометричні показники рослин були вищими порівняно з сортом ЛС 2712, з довжиною та шириною листків перед висаджуванням на постійне місце відповідно 4,2–4,4 см і 2,2–2,4 см та перед збиранням продукції 8,2–8,7 та 5,9–6,2 см.

Сорт із зеленими листками ЛС 2712 характеризувався меншими біометричними показниками листків. Довжина та ширина листків перед висаджуванням на постійне місце в сорту становила відповідно 2,6–3,3 см та 0,8–1,0 см та перед збиранням продукції 5,9–6,6 та 3,6–3,9 см. Нижчими біометричні показники у рослин сорту виявилися за третього строку сівби з довжиною та шириною листків перед збиранням продукції, відповідно 5,4 та 3,4 см, що на 1,2 та 0,5 см менше контролю.

Таким чином, перший (01.04) та другий (26.05) терміни сівби насіння васильків справжніх в касети виявилися оптимальними для росту кореневої системи та формування листкового апарату рослин у розсадний період. За сівби насіння 01.04. та 26.05 довжина та кількість коренів перед висаджуванням на постійне місце становили відповідно у сорту Доллі 3,5 -3,7 см та 7,5–8,2 шт. та у сорту ЛС 2712 – 3,9–4,2 см та 5,9-6,2 шт. Перед збиранням продукції більш потужніші виявилися рослини сорту Доллі, з довжиною та шириною листків відповідно 8,2–8,7 та 5,9–6,2 см.

Дослідженнями виявлено, що строки сівби впливали на господарсько-цінні показники сортів васильків справжніх (табл. 3.7). Морфологічні ознаки рослин сортів васильків справжніх як перед висаджуванням на постійне місце, так і перед збиранням продукції, суттєво залежали від терміну сівби насіння в касети. Водночас, встановлена суттєва різниця, як за сортами (фактор А) та всіма строками сівби (фактор В). Однак за господарсько-цінними ознаками суттєво нижчу різницю виявлено у сортів за останнього третього терміну (05.07).

Таблиця 3.7. Морфологічні ознаки рослин сортів васильків справжніх за різних термінів сівби в касети, (середнє за 2023–2025 рр.)

Варіанти досліду (фактор В)	Перед висаджуванням на постійне місце		Перед збиранням продукції	
	висота рослин, см	кількість листків, шт	висота рослин, см	кількість листків, шт
Доллі (контроль) (Фактор А)				
I термін сівби – 01.04 (контроль)	11,2	8,7	27,5	18,3
II термін сівби – 26.05	10,9	8,5	26,7	17,9
III термін сівби – 05.07	10,5	8,1	25,9	17,2
ЛС 2712				
I термін сівби – 01.04 (контроль)	12,3	7,8	24,5	12,7
II термін сівби – 26.05	11,7	7,6	23,4	12,5
III термін сівби – 05.07	11,2	7,1	22,9	12,3
НІР ₀₅ фактор А	0,9	0,6	0,8	0,7
НІР ₀₅ фактор В	0,3	0,4	0,3	0,3

У сорту Доллі рослини виявилися меншої висоти перед висаджуванням, яка в середньому становила 10,5–11,2 см. Водночас у сорту наростання листків виявилось інтенсивніше порівняно з сортом ЛС 2712 за всіма термінами сівби. Так, перед висаджуванням рослин на постійне місце у сорту кількість листків становила 8,1–8,7 шт, а перед збиранням продукції 17,2–18,3 шт.

Всі біометричні показники у сортів більшими встановлено за перших двох термінів сівби. За третього терміну сівби виявлено істотно меншу різницю з кількістю листків перед висаджуванням на постійне місце 8,1 шт, що на 0,6 шт менше контролю. Це пов’язано з більш розвиненою кореневою системою сортів

у ці терміни сівби, які виявилися сприятливішими для росту та розвитку культури у відкритому і закритому ґрунті.

У сорту ЛС 2712 з фіолетовими листками за всіх термінів сівби висота рослин перед висаджування на постійне місце істотно меншою виявилась порівняно з контролем. Висота рослин сорту становила в середньому 11,2–12,3 см перед висаджуванням. Так, наростання листків у сорту відбувалось повільніше за всіх термінів сівби, яке становило 7,1–7,8 шт, що на 1,0–1,5 шт менше сорту Доллі. Це зумовлено генетичною особливістю сорту з листками фіолетового забарвлення, в якого проходив швидший ріст рослин в розсадний період, однак менше формувалося листків і пагонів на рослинах. За аналізом джерел літератури пластичні речовини рослин саме в цей період йдуть на накопичення в листках ефірної олії, що зупиняє їхній інтенсивний ріст.

Меншу кількість листків за фактором В виявлено у сорту ЛС 2712 за третього терміну сівби, за якого висота рослин перед висаджуванням на постійне місце становила 11,2 см і кількістю листків 7,1 шт, що на 1,1 см та 0,6 шт менше порівняно з контролем. Це зумовлено менш розвиненою кореневою системою рослин сорту за цього строку сівби.

Перед збиранням врожаю вегетативна маса рослин більшою встановлена у сорту Доллі з зеленими листками. У рослин цього сорту виявлена більша висота рослин, яка становила в середньому 25,9–27,5 см. Однак рослини виявилися більшими за першого терміну сівби насіння в касети (01.04), які висадили на постійне місце у плівкову теплицю. Рослини сорту характеризувались більшою кількістю пагонів і листків, яка становила в середньому 17,2–18,3 шт.

У відкритому ґрунті більш придатним для сортів васильків справжніх виявився другий термін сівби насіння в касети (26.05). За цього терміну рослини сорту Доллі формувалися вищими з більшою кількістю листків на рослинах, відповідно 26,9 см і 17,9 шт.

Вегетативна маса сорту Доллі перед збиранням продукції виявилась розвиненішою з потужними листками й більшою кількістю пагонів за всіх термінів сівби. Однак більш потужну вегетативну масу встановлено у сорту на

контролі за сівби насіння у касети за першого терміну сівби з висотою рослин – 27,5 см і кількістю листків 18,3 шт.

У сорту ЛС 2712 перед висаджуванням на постійне місце біометричні показники рослин вплинули на їхню вегетативну масу перед збиранням врожаю. Так, сорт характеризувався меншою висотою рослин порівняно з сортом Доллі, яка становила 22,9–24,5 см. Водночас на рослинах формувалась і менша кількість листків 12,3–12,7 шт.

У сорту ЛС 2712 нижчі біометричні показники рослин впливали на менший розвиток вегетативного апарату за всіх термінів сівби. Це зумовлено антоціановим забарвленням листків і формуванням менш розвиненої кореневої системи, які вплинули на повільний ріст надземної маси рослин. Водночас більш інтенсивний ріст рослин відбувався на контролі за першого терміну сівби з висотою рослин 24,5 см і кількістю листків 12,7 шт.

Сорт із зеленими листками ЛС 2712 характеризувався меншими біометричними показниками листків. Довжина та ширина листків перед висаджуванням на постійне місце в сорту становила відповідно 2,6-3,3 см та 0,8-1,0 см та перед збиранням продукції 5,9-6,6 та 3,6-3,9 см (рис. 3.3). Нижчими біометричні показники у рослин сорту виявилися за третього терміну сівби з довжиною та шириною листків перед збиранням продукції, відповідно 5,4 та 3,4 см, що на 1,2 та 0,5 см менше контролю.

Таким чином, перший (01.04) та другий (26.05) терміни сівби насіння васильків справжніх в касети виявилися оптимальними для росту кореневої системи та формування листкового апарату рослин у розсадний період. За сівби насіння 01.04. та 26.05 довжина та кількість коренів перед висаджуванням на постійне місце становили відповідно у сорту Доллі 3,5 -3,7 см та 7,5-8,2 шт. та у сорту ЛС 2712 – 3,9-4,2 см та 5,9-6,2 шт. Перед збиранням продукції більш потужніші виявилися рослини сорту Доллі, з довжиною та шириною листків відповідно 8,2-8,7 та 5,9-6,2 см.



А



Б

Рисунок 3.3. Зовнішній вигляд рослин васильків справжніх за 1-го терміну сівби перед збиранням продукції, вирощених в плівковій теплиці (25.05): А – Доллі; Б – ЛС-2712

Морфологічні показники рослин визначали продуктивність сортів васильків справжніх. Дослідженнями встановлено, що терміни сівби насіння в касети впливали на масу рослин як до висаджування на постійне місце, так і перед збиранням врожаю (табл. 3.8).

Маса однієї рослини виявилась більшою у сорту Доллі, яка становила 16,2–18,2 г перед висаджуванням на постійне місце та 54,3–59,8 г перед збиранням продукції, що пов'язано з більш розвиненим вегетативним апаратом і розвиненішою кореневою системою. Це вплинуло на більшу масу рослин з 1 м², які висаджували на постійне місце, яка виявилась у сорту 178,2–200,2 г. Водночас середня маса рослин вищою встановлена за перших двох термінів сівби. Таку ж закономірність виявлено й за середньою масою рослин перед збиранням врожаю, яка становила 54,3–59,8 г. Середня маса рослин впливала на урожайність зеленої маси рослин сорту, яка становила за всіх термінів сівби 0,60–0,66 кг/м² й більшою виявилась за першого (01.04) і другого (26.05) термінів

сівби за вирощування у плівковій теплиці (0,66 кг/м²) і відкритому ґрунті (0,63 кг/м²).

Таблиця 3.8. Господарсько-цінні ознаки сортів васильків справжніх за різних термінів сівби в касети, (середнє за 2023–2025 рр.)

Варіанти досліджу (фактор В)	Перед висаджуванням на постійне місце		Перед реалізацією продукції	
	середня маса рослини, г	середня маса рослин, г/м ²	середня маса рослини, г	урожайність зеленої маси кг/м ²
Доллі (контроль) (Фактор А)				
I строк сівби – 01.04 (контроль)	18,2	200,2	59,8	0,66
II строк сівби – 26.05	17,5	192,5	57,2	0,63
III строк сівби – 05.07	16,2	178,2	54,3	0,60
ЛС 2712				
I строк сівби – 01.04 (контроль)	15,6	171,6	44,9	0,49
II строк сівби – 26.05	14,8	162,8	43,1	0,47
III строк сівби – 05.07	14,1	15,5	41,4	0,45
НІР ₀₅ фактор А	0,6	4,7	1,1	0,5
НІР ₀₅ фактор В	0,5	2,8	0,8	0,3

Менш розвиненою вегетативною масою характеризувались рослини сорту ЛС 2712, що вплинуло на їхню середню масу, як перед висаджуванням на постійне місце, так і перед збиранням продукції, відповідно 14,1–15,6 г та 41,4–44,9 г. Урожайність зеленої маси сорту встановлена на рівні 0,45–0,49 кг/м². Водночас продуктивність рослин виявилася нижчою за третього терміну сівби порівняно з контролем. Це вплинуло на невисоку урожайність зеленої маси сорту за цього терміну, яка становила 0,45 кг/м².

Таким чином, більш розвинена вегетативна маса рослин васильків звичайних формувалася за першого (01.04) і другого (26.05) термінів сівби насіння в касети при пересаджуванні рослин на постійне місце у плівкову теплицю й відкритий ґрунт, за яких висота рослин і кількість листків перед збиранням врожаю становили у сорту Доллі, відповідно 26,7–27,5 см і 17,9–18,3

шт., у сорту ЛС 2712 – 23,4–24,5 см і 12,5–12,7 шт. Розвинена надземна маса рослин за першого (01.04) і другого (26.05) терміну сівби насіння в касети впливала на більшу середню масу рослин з 1 м², яка виявилась у сорту Доллі 57,2–59,8 г, ЛС 2712 – 43,1–44,9 г та вищу урожайність зеленої маси, відповідно 0,63–0,66 і 0,47–0,49 кг/м².

Висновки до підрозділу 3.2:

Оптимальними термінами сівби васильків звичайних у касети визначено 01.06 та 25.05, що забезпечило скорочення періоду від сходів до висадки в ґрунт на 10–11 діб для сорту Доллі та на 12–14 діб для ЛС 2712. Водночас, сівба 26.05 сприяла максимально швидкому досягненню технічної стиглості – за 17–19 діб після з'явлення повних сходів.

Найкращий розвиток кореневої системи та листкового апарату забезпечила сівба у терміни 01.04 та 26.05. За цих умов сорт Доллі сформував корені довжиною 3,5–3,7 см (7,5–8,2 шт) та найбільш потужну вегетативну масу з розміром листків 8,2–8,7 і 5,9–6,2 см, тоді як сорт ЛС 2712 характеризувався довжиною коренів 3,9–4,2 см за їхньої меншої кількості (5,9–6,2 шт).

Оптимальними термінами сівби васильків звичайних у касети визначено 01.04 та 26.05, що забезпечило формування потужної вегетативної маси: у сорту Доллі висота рослин сягала 26,7–27,5 см із кількістю листків 17,9–18,3 шт, а у ЛС 2712 – 23,4–24,5 см і 12,5–12,7 шт. Розвинена надземна частина зумовила вищу продуктивність сортів: середня маса рослин з 1 м² становила 57,2–59,8 г (сорт Доллі) та 43,1–44,9 г (сорт ЛС 2712) за врожайності зеленої маси 0,63–0,66 кг/м² та 0,47–0,49 кг/м² відповідно.

4 РІСТ, РОЗВИТОК, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ШАФРАНУ ПОСІВНОГО (*CROCUS SATIVUS* L.)

4.1 Особливості росту та розвитку рослин шафрану посіного залежно від густоти рослин

Бульбоцибулин утворюються, здавлені, сплюснуті біля основи, до 4,5–5,5 см в діаметрі, вкриті кількома сітчастими волокнистими оболонками (рис. 4.1). Вони мають одну або дві головні бруньки на верхівці та близько (залежно від розміру) 4–5 або більше вторинних бруньок, розташованих нерівномірно у вигляді спіралі. Бульбоцибулин, що утворюються з вторинних бруньок, менші за розміром, ніж бульбоцибулин, що утворюються з верхівкових бруньок. Кожна материнська бульбоцибулина утворює 1–3 дочірні бульбоцибулин середнього розміру з верхівкових бруньок і кілька дрібних бульбоцибулин з бічних бруньок, залежно від розміру материнської бульбоцибулин.



Рисунок 4.1. Зовнішній вигляд бульбоцибулин шафрану посіного
(*Crocus sativus* L.)

Листки (від 6 до 9) прямостоячі, вузькі, схожі на трав'янисті, темно-зеленого кольору (рис. 4.2).



Рисунок 4.2. Морфологічні особливості листкового апарату шафрану посівного (*Crocus sativus* L.)

Квітка, зазвичай одна або декілька, але буває до 12, складається з оцвітини з 6 фіолетових пелюсток, що з'єднуються біля основи в довгу і вузьку трубку (рис. 4.3). Маточка складається з нижньої зав'язі, з якої виростає тонка приймочка довжиною 9-10 см. Маточка поділяється на 3 темно-червоні ниточки, кожна до 30-40 мм завдовжки, які називаються приймочками, що звисають над сегментами оцвітини. Також присутні три тичинки з двома лопатевими пиляками кожна.



Рисунок 4.3. Морфологічні особливості квіток шафрану посівного (*Crocus sativus* L.)

У шафрану розрізняють 6 головних фенологічних фаз: проростання, розвиток листків, розвиток бульбоцибулин заміщення, поява квіткових катафілів, цвітіння, старіння рослини (табл. 4.1). Період розвитку шафрану без надземних органів тривав з 3 червня по 2–6 жовтня. Спокій бульбоцибулин наставав після в'янення листків. На початку періоду спокою материнська бульбоцибулина не демонструвала ні морфологічних змін, ні зовнішнього росту. Бульбоцибулина шафрану відзначається здатністю накопичувати запаси поживних речовин. Тому запаси поживних речовин у материнських бульбоцибулинах зумовлюють ріст та розвиток шафрану, особливо на ранніх стадіях.

Таблиця 4.1. Фази росту та розвитку шафрану (*Crocus sativus* L.) за розширеною шкалою ВВСН

Фенологічна фаза	Міжнародна шкала ВВСН
Макростадія 0: проростання	00-10
Материнська бульбоцибулина у стані спокою. Верхівкові та бічні паростки ще не розвинені	00
Початок набухання бруньок	01
Набухання бруньок завершено	03
З бульбоцибулини з'являються корені	05
Початок проростання бруньки	07
Пагони видніються під поверхнею ґрунту	08
Поява сходів: пагони (катафіли) пробиваються крізь поверхню ґрунту	09
Макростадія 1: Розвиток листків (оцінюється на рівні рослини)	1-19
Листки починають пробиватись і розвиваються з катафілів	10
Ріст листків на 10% від кінцевої довжини	11
Листки досягають 20% кінцевої довжини	12
Ріст листків на Х...% від кінцевої довжини, продовжується за тією ж схемою до стадії 18	1...
Листя досягають 90% кінцевої довжини	19
Макростадія 2: –	20-29
Макростадія 3: –	30-39

Макростадія 4: Розвиток бульбоцибулин заміщення	41-49
Зростання бульбоцибулин заміщення на 10% від кінцевого розміру	41
Зростання бульбоцибулин заміщення на 20% від кінцевого розміру	42
Вирощування бульбоцибулин заміщення до X...% від кінцевого розміру, продовжується за тією ж схемою до стадії 48	4...
Зростання бульбоцибулин заміщення до 90% від кінцевого розміру	49
Макростадія 5: Поява квіткових катафілів	50-59
Початок формування квіткових катафілів. На базальній частині стебла видно рильця	50
Поява квіткових катафілів	55
Квіткові катафіли видно над землею, огорнуті приквітками	57
Квіткові катафіли ще закриті	59
Макростадія 6: Цвітіння	60-69
Видно перші квіткові оцвітини	60
Досягнуто 10% максимальної маси квітки	61
Досягнуто 30% максимальної маси квітки	63
Досягнуто 50% максимальної квіткової маси	65
Досягнуто 70% максимальної квіткової маси	67
Кінець цвітіння.	69
Макростадія 7: –	70-79
Макростадія 8: –	80-89
Макростадія 9: Старіння рослини	91-99
Розвиток листків завершено, листки ще зелені	91
Верхівки листків починають знебарвлюватися	93
Відбувається пожовтіння 50% листків	95
Корені висохли та можуть легко опадати	96
Старіння листків. Листки повністю знебарвилися і рослина починає переходити до стану спокою. Материнська бульбоцибулина повністю висохла	97
Листки опадають з бульбоцибулини	98
Повністю сформовані бульбоцибулини заміщення	99

Наприкінці серпня всі частини квітки вже були диференційовані. Попри те, що проходили важливі онтогенетичні процеси, які зумовлюють диференціацію вегетативних (початок серпня) і квіткових (кінець серпня) бруньок, ніяких

зовнішніх ознак розвитку шафрану не спостерігалось. Як тільки завершилося набухання бруньок бульбоцибулини розпочали виходили зі стану спокою. Далі спостерігали появу коренів біля її основи і згодом після пробивання крізь поверхню ґрунту пагонів (катафіл) з'являлися сходи. У досліджуваних умовах сходи рослин відмічено з 2 по 6 жовтня (табл 4.2).

Таблиця 4.2 Фенологічні фази розвитку шафрану у 2022–2024 рр.

Схема садіння	ВВСН 10	ВВСН 57	ВВСН 60	ВВСН 67	ВВСН 69	ВВСН 97
20 x 5 см	06.10.	09.10	13.10.	16.10.	29.10.	03.06.
20 x 10 см	06.10.	09.10	12.10.	15.10.	28.10.	03.06.
20 x 15 см	05.10.	07.10	09.10.	11.10.	26.10.	03.06.
20 x 20 см	02.10.	03.10	05.10.	07.10.	24.10.	03.06.

Примітка: ВВСН 10 Листки починають пробиватись і розвиваються з катафілів. ВВСН 57 Квіткові катафіли видно над землею, огорнуті приквітками. ВВСН 60 Видно перші квіткові оцвітини. ВВСН 67 Досягнуто 70% максимальної квіткової маси. ВВСН 69 Кінець цвітіння. ВВСН 97 Старіння листків. Листки повністю знебарвилися і рослина починає переходити до стану спокою. Материнська бульбоцибулина повністю висохла.

Квітки з'являлися одночасно з листками або після появи листків, зазвичай це залежало від погодних умов, зокрема від температури. Підвищена температури повітря затримувала цвітіння і листки з'являтися раніше. Онтогенез квітки спостерігали з 5 жовтня по 29 жовтня. Основні етапи онтогенезу квітки зображено на рисунку 4.4. Дослідження показали, що утворення квіток знаходиться в прямій залежності від розміру бульбоцибулини, і було виявлено кількісний взаємозв'язок між цими двома параметрами. Загалом, чим важчі материнські бульбоцибулини, тим вони більше передають енергії дочірнім бульбоцибулинам і перш ніж вони стали повністю самостійними материнська бульбоцибулина здійснювала суттєвий вплив на їхнє формування. Відповідно, материнські бульбоцибулини з оптимальною вагою покращували процес росту збільшуючи площу листової поверхні та врожайність шафрану, завдяки накопиченню більшої кількості вуглеводів. Відмічено, що на бічних бруньках утворювалося менше квіток та дочірніх бульбоцибулин відносно верхівкових бруньок.



00



05



08



09



10



11



12



19



57



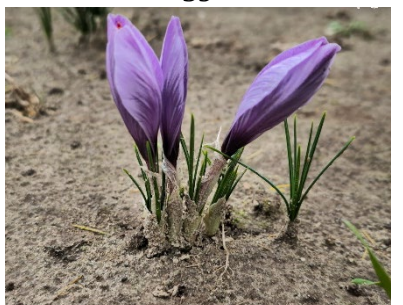
59



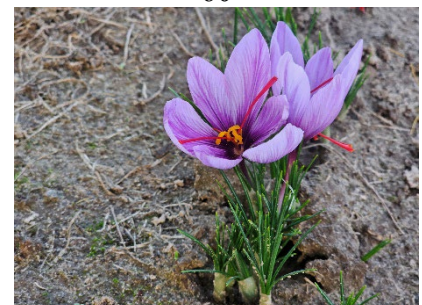
60



61



63



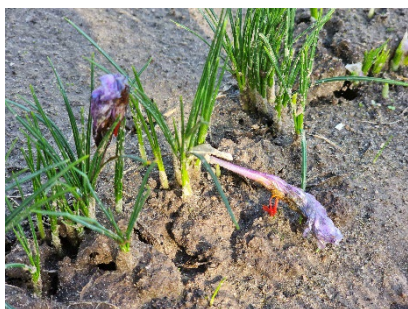
65



67

Примітка: макростадія: проростання (0: 00, 05, 08, 09); розвиток листків (1: 10, 11, 12, 19);
поява квіткових катафілів (5: 57, 59); цвітіння (6: 60, 61, 63, 65, 67)

Рисунок 4.4. Фенологічні стадії росту та розвитку шафрану за розширеною шкалою ВВСН (0–67)



69



91



95



96



97



99

Примітка: макростадія: цвітіння (6: 69); старіння рослин (9: 91, 95, 96, 97, 99)

Продовження рисунка 4.4. Фенологічні стадії росту та розвитку шафрану за розширеною шкалою ВВСН (69–99)

Листки і корені продовжували рости під час цвітіння. Приріст дочірніх бульбоцибулин зменшувався у період цвітіння оскільки значна частина енергії використовувалася на цвітіння та початковий ріст. Після цвітіння відмічено посилений ріст листків, і перші дочірні бульбоцибулини починали з'являтися на материнських бульбоцибулинах. Впродовж усього вегетативного росту рослини спостерігали утворення дочірніх бульбоцибулин.

Ріст кореневої системи, листків та формування бульбоцибулин взаємопов'язаний. З одного боку, розвиток листків стимулював ріст коренів, що в свою чергу, стимулювало збільшенню поглинання води та поживних речовин. З іншої сторони, завдяки більшому розвитку коренів рослини формували більшу кількість дочірніх бульбоцибулин. Швидкість вегетативного росту шафрану у перший рік була повільніша відносно наступних років.

З кожним роком рослини повторювали свої фенологічні етапи росту та розвитку. Водночас спостерігали формування дочірніх бульбоцибулин на материнській бульбоцибуліні, що впливало на щорічне збільшення густоти рослин.

У третій декаді травня листки починали знебарвлюватися, що свідчило рослина починала переходити до стану спокою пожовтіння листків (рис. 3). Дочірні бульбоцибулини відділялися від материнської після засихання листків, що спостерігали 3 червня. Протягом наступного року кожна дочірня бульбоцибулина продовжувала рости в якості материнської бульбоцибулини. З червня до жовтня спостерігали відсутність рослинного покриву шафрану на дослідній ділянці. Життєвий цикл шафрану в умовах Лісостепу України зображено на рисунку 4.5.

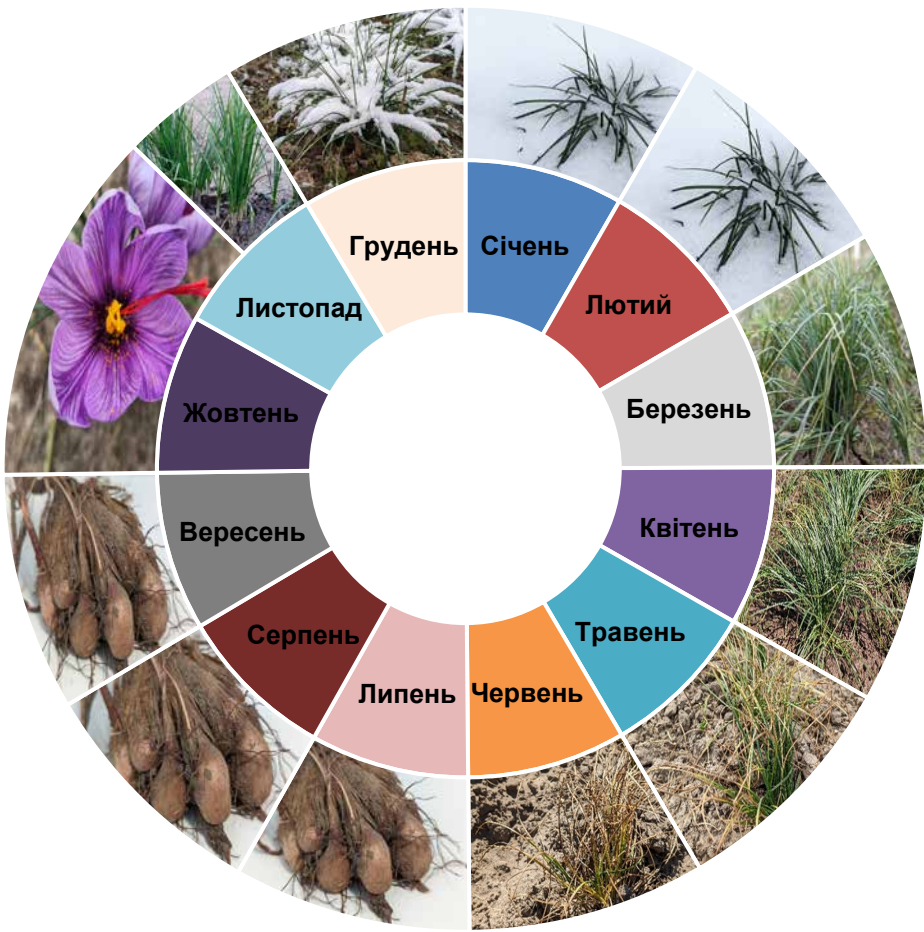


Рисунок 4.5. Біологічний цикл розвитку шафрану

Аналіз динаміки онтогенезу *Crocus sativus* L. упродовж 2022–2024 рр. довів, що збільшення площі живлення рослин виступає потужним регулятором тривалості ключових етапів органогенезу, пролонгуючи загальний вегетаційний період (ВВСН 10–97) з 240 до 244 діб. Найбільш виражена варіативність

зафіксована у фінальній фазі активності фотосинтетичного апарату (ВВСН 69–97), де тривалість зростає з 216 діб за найменшої площі живлення (схема 20 x 5 см) до 221 доби за розрідженого садіння (схема 20 x 20 см), що забезпечує додатковий часовий ресурс для повноцінного відтоку пластичних речовин до замісних цибулин. На етапі від досягнення 70 % квіткової маси до повного завершення цвітіння (ВВСН 67–69) відмічено суттєве подовження фази на 30,8 % – з 13 до 17 діб при збільшенні кроку садіння в рядку від 5 до 20 см (табл. 4.3).

Таблиця 4.3. Тривалість міжфазних періодів у рослин шафрану
у 2022–2024 роках

Схема садіння	ВВСН 10–57	ВВСН 57–60	ВВСН 60–67	ВВСН 67–69	ВВСН 69–97	ВВСН 10–97	ВВСН 97–10
20 x 5 см	4	4	3	13	216	240	125
20 x 10 см	3	3	3	13	218	240	125
20 x 15 см	2	2	2	16	219	241	124
20 x 20 см	1	2	2	17	221	244	121

Примітка: ВВСН 10 Листки починають пробиватись і розвиваються з катафілів. ВВСН 57 Квіткові катафіли видно над землею, огорнуті приквітками. ВВСН 60 Видно перші квіткові оцвітини. ВВСН 67 Досягнуто 70% максимальної квіткової маси. ВВСН 69 Кінець цвітіння. ВВСН 97 Старіння листків. Листки повністю знебарвилися і рослина починає переходити до стану спокою. Материнська бульбоцибулина повністю висохла.

Водночас початкові фенофази до моменту появи оцвітін (ВВСН 10–60) демонструють зворотну кореляцію: у загущених агроценозах (схема 20 x 5 см) цей період сумарно триває 8 діб, тоді як за максимальної площі живлення (схема 20 x 20 см) він скорочується на 62,5 % і становить лише 3 доби. Варто зауважити, що тривалість періоду глибокого біологічного спокою (ВВСН 97–10) скорочується синхронно зі збільшенням площі живлення: від 125 діб у найбільш загущених варіантах (20 x 5 см) до 121 доби за схеми 20 x 20 см, що свідчить про інтенсифікацію внутрішніх метаболічних процесів та пришвидшену фізіологічну готовність бульбоцибулин до ініціації наступного вегетаційного циклу. Таким чином, оптимізація густоти стояння шляхом збільшення площі живлення веде до

фізіологічної пролонгації активної вегетації на фоні розширення репродуктивного вікна.

Висновки до підрозділу 4.1:

Аналіз особливостей онтогенезу та продуктивності *Crocus sativus* L. в умовах Лісостепу України за 2022–2024 рр. свідчить, що густота розміщення рослин є ключовим агротехнічним чинником регулювання міжфазних періодів та врожайності квіток. Встановлено, що розширення площі живлення за схеми 20 x 20 см сприяє фізіологічній пролонгації активної вегетації до 244 діб та подовженню фази цвітіння на 30,8 %, що стимулює індивідуальний розвиток рослин і відтік пластичних речовин до замісних бульбоцибулин. Водночас за критерієм загальної продуктивності одиниці площі найбільш ефективним визнано садіння за схемою 20 x 5 см, де, попри пришвидшення темпів проходження фенологічних фаз і скорочення вегетації до 240 діб, середня кількість квіток досягає максимального показника — 232,4 шт./м². Таким чином, попри кращі умови для формування окремих вегетативних органів за низької густоти, саме інтенсивна технологія розміщення рослин (20 x 5 см) забезпечує найвищий рівень врожайності квіток з одиниці площі, що є визначальним для промислового культивування шафрану.

4.2 Продуктивність шафрану посівного залежно від оптимізації параметрів площі живлення рослин

Для підтвердження надійності результатів двофакторного дисперсійного аналізу (фактори: рік, схема розміщення рослин) було проведено перевірку ключових статистичних припущень. Оцінку нормальності розподілу залишків виконано за допомогою візуального аналізу графіка Q-Q (рис. 4.6). Розміщення емпіричних точок уздовж теоретичної прямої свідчить про те, що залишки моделі мають розподіл, близький до нормального, що є важливою умовою для застосування параметричних методів.

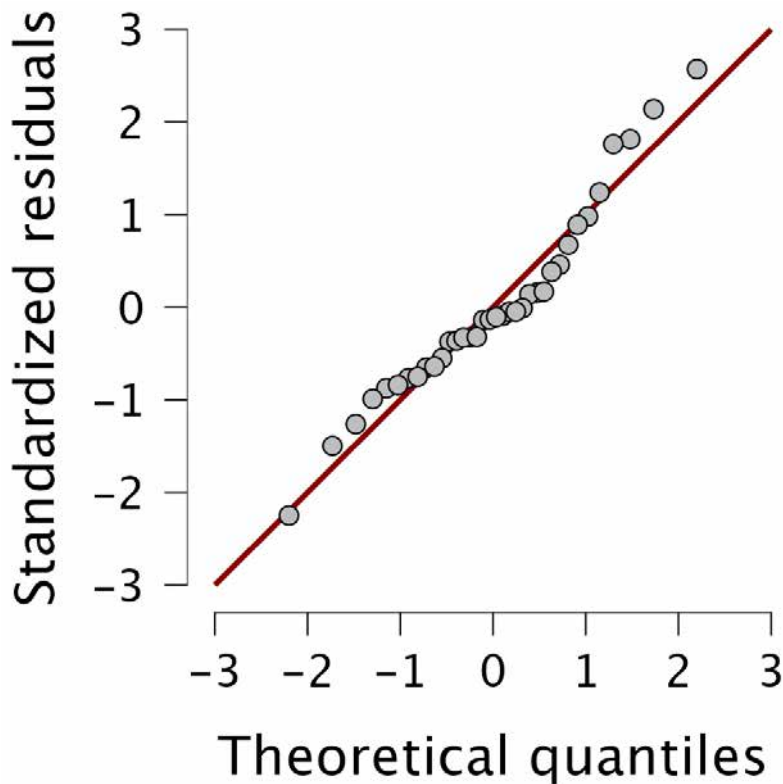


Рисунок 4.6. Графік Q-Q залишків моделі аналізу кількості квіток шафрану за 2022–2024 рр.

Паралельно проведено перевірку однорідності дисперсій за допомогою критерію Левена (табл. 4.4). Результати тесту вказують на статистично значущу неоднорідність дисперсій за кількістю квіток шафрану ($F = 3,050$; $p = 0,011$). Виявлена гетероскедастичність даних зумовила вибір стійкого до порушення рівності дисперсій критерію Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test). Це забезпечує високу точність попарних порівнянь середніх значень і достовірність отриманих висновків за умов неоднакового розкиду даних у межах досліджуваних факторів.

Таблиця 4.4. Результати тесту Левена на однорідність дисперсій кількості квіток шафрану (2022–2024 рр.)

Показник	F	df1	df2	p
Кількість квіток	3,050	11,00	24,00	0,011

Примітка: F – значення критерію Левена; df1, df2 – ступені свободи; p – рівень значущості. Значення $p < 0,05$ вказує на статистично значущу неоднорідність дисперсій. У зв'язку з цим для подальшого аналізу було використано критерій Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test), який є стійким до порушення рівності дисперсій.

За результатами проведеного двофакторного дисперсійного аналізу встановлено статистично значущий вплив обох досліджуваних чинників – року вирощування та схеми розміщення рослин – на щільність цвітіння шафрану (табл. 4.5). Провідна роль у формуванні варіабельності досліджуваної ознаки належала фактору року, для якого критерій Фішера склав $F = 3160,3$ при високому рівні значущості ($p < 0,001$). Показник сили впливу η^2 на рівні 0,620 свідчить про те, що 62,0% загальної дисперсії кількості квіток зумовлено погодно-кліматичними особливостями вегетаційного періоду. Високу статистичну надійність підтверджує також максимальне відношення імовірностей Вовка-Селлє ($VS-MPR = 6,404 \times 10^{+26}$), що вказує на беззаперечну перевагу альтернативної гіпотези над нульовою. Технологічний фактор, а саме схема розміщення рослин, також продемонстрував вагомий вплив на продуктивність посівів ($F = 1041,7$; $p < 0,001$), де частка пояснюваної варіації за показником ω^2 склала 30,6%. При цьому високі значення часткового ета-квадрата ($\eta_p^2 = 0,992$) та часткового омега-квадрата ($\omega_p^2 = 0,989$) підкреслюють стабільну значущість обраних агротехнічних параметрів у межах моделі.

Крім того, зафіксовано вірогідну взаємодію факторів «Рік * Схема» ($F = 120,1$; $p < 0,001$), частка впливу якої склала 7,1%, що вказує на певну адаптивну реакцію конкретних схем посадки на зміну умов середовища. Мінімальна сума квадратів залишків (779,6) на фоні загальних значень вказує на високу точність експериментальних даних та адекватність застосованої математичної моделі, що дозволяє використовувати ці результати для прогнозування врожайності в аналогічних агрокліматичних умовах.

Таблиця 4.5. Дисперсійний аналіз впливу року та схеми розміщення рослин на кількість квіток шафрану, шт./м² (2022–2024 рр.)

Показник	Рік	Схема розміщення	Рік * Схема розміщення	Залишки
Sum of Squares	205310,6	101509,2	23413,2	779,6
df	2	3	6	24
Mean Square	102655,28	33836,41	3902,19	32,48
F	3160,3	1041,7	120,1	
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
VS-MPR	$6,404 \times 10^{+26}$	$4,176 \times 10^{+22}$	$9,318 \times 10^{+13}$	
η^2	0,620	0,307	0,071	
η^2_p	0,996	0,992	0,968	
ω^2	0,620	0,306	0,070	
ω^2_p	0,994	0,989	0,952	

Примітка: Sum of Squares – сума квадратів (тип III); df – кількість ступенів свободи; Mean Square – середній квадрат; F – критерій Фішера; p – рівень значущості; η^2 та ω^2 – показники сили впливу факторів; VS-MPR – максимальне відношення імовірностей Вовка-Селлке (максимально можливі шанси на користь альтернативної гіпотези H1 відносно нульової H0).

Аналіз кількісних показників цвітіння шафрану протягом 2022–2024 рр. виявив чітку залежність продуктивності від архітектоніки розміщення рослин та часового фактору (табл. 4.6). У перший рік дослідження (2022) встановлено істотну різницю між варіантами: найбільш щільна посадка (20 × 5 см) забезпечила 80,8 ± 1,890 шт./м², що у 2,98 раза перевищувало показник найменш щільної схеми 20 × 20 см (27,1 ± 0,637 шт./м²). На другому році вегетації (2023) інтенсивність цвітіння зроста в усіх варіантах у середньому в 3,1–3,9 раза, проте ієрархія переваг збереглася: варіант 20 × 5 см (254,8 ± 7,493 шт./м²) статистично значучо перевершував схеми 20 × 10 см (181,6 ± 4,022 шт./м²), 20 × 15 см (140,7 ± 3,860 шт./м²) та 20 × 20 см (105,4 ± 5,128 шт./м²) з літерною диференціацією g, f, e, d відповідно. У 2024 році зафіксовано максимальну продуктивність для

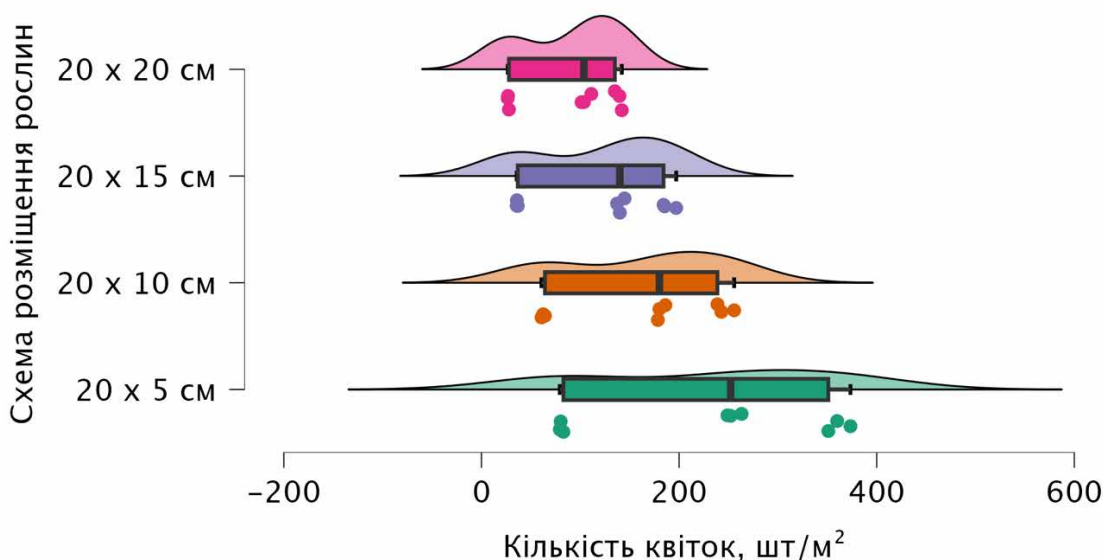
схеми 20 × 5 см на рівні 361,5 ± 11,279 шт./м², що свідчить про інтенсивне розмноження заміщуючих бульбоцибулин.

Таблиця 4.6. Кількість квіток шафрану залежно від схеми розміщення рослин, шт./м² 2022–2024 р.

Схема розміщення рослин, см	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Середнє
20 x 5 см	80,8 ± 1,890 c	254,8 ± 7,493 g	361,5 ± 11,279 h	232,4
20 x 10 см	62,5 ± 1,750 b	181,6 ± 4,022 f	245,8 ± 8,847 g	163,3
20 x 15 см	36,1 ± 0,573 a	140,7 ± 3,860 e	188,9 ± 7,111 f	121,9
20 x 20 см	27,1 ± 0,637 a	105,4 ± 5,128 d	138,9 ± 3,584 e	90,5

Примітка: дані наведено у вигляді М ± SD (n=3), де М – середнє арифметичне значення результатів триразової повторності в межах кожного року дослідження; SD – стандартне відхилення. Середні значення в межах стовпця, позначені однаковими літерами, статистично не відрізняються при рівні значущості p < 0,05 згідно з критерієм Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

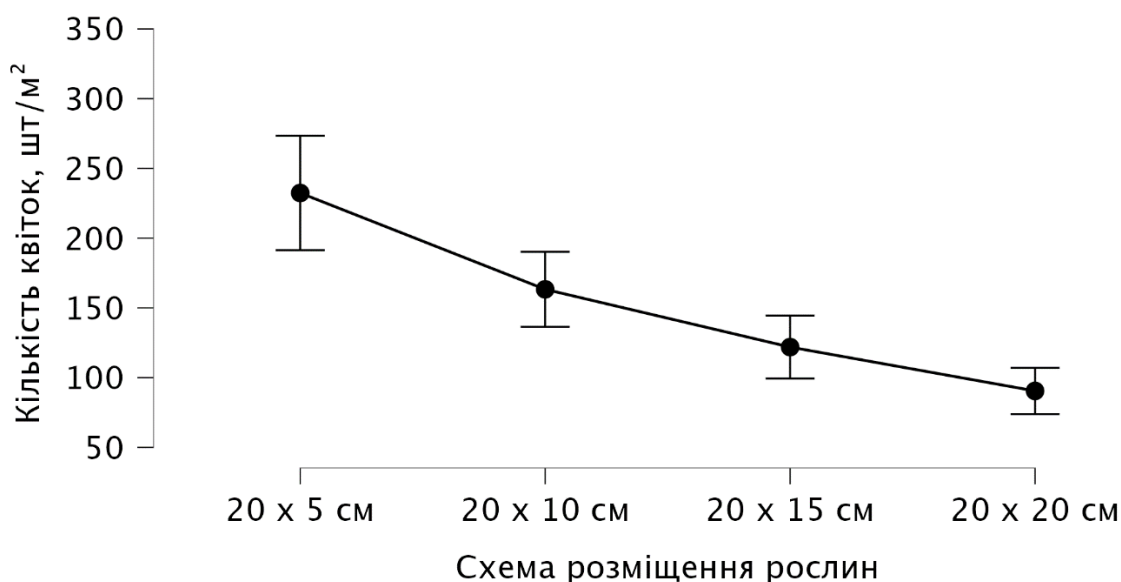
Візуалізація розподілу даних на комбінованих діаграмах Raincloud Plot (рис. 4.7) демонструє не лише лінійне зростання медіанних значень при ущільненні посадки, а й характерну зміну щільності імовірностей (верхня частина «хмар»). Для схеми 20 × 5 см спостерігається найбільший розмах значень, що свідчить про високу чутливість продуктивності до зовнішніх факторів при максимальній густоті, тоді як варіант 20 × 20 см демонструє найбільш компактний розподіл даних навколо медіани.



Примітка: на рисунку представлено комбінований аналіз розподілу даних (Raincloud Plot). Верхня частина кожного блоку («хмари») відображає щільність розподілу ймовірностей; центральна частина містить діаграми розмаху («box plots»), де жирна лінія позначає медіану, а краї прямокутника – перший та третій кватилі; нижня частина (точки) демонструє індивідуальні значення результатів вимірювань. Розрахунки виконано на основі об'єднаних даних за 2022–2024 рр. дослідження.

Рисунок 4.7. Розподіл та щільність показників кількості квіток шафрану залежно від схеми розміщення рослин

Динаміка середньої кількості квіток (рис. 4.8) ілюструє стійке зниження врожайності при збільшенні площі живлення рослин. Згідно з розрахунками, перехід від схеми 20×5 см до схеми 20×10 см призводить до втрати 69,1 шт./м² або 29,7% потенційної кількості квіток. Подальше розрідження до схеми 20×15 см зумовлює дефіцит у 110,5 шт./м² (47,5%), а за умови використання схеми 20×20 см сумарні втрати відносно максимального показника досягають 141,9 шт./м², що становить 61,1%. Вертикальні планки похибок на графіку, що відображають стандартне відхилення (SD), вказують на помірну варіабельність ознаки у межах кожного варіанту. Це підтверджує біологічну стабільність реакції культури на зміну щільності посадки та високу вирівняність (гомогенність) досліджуваних рослин. Чітка літерна диференціація точок на графіку («a»–«d») підтверджує статистичну значущість відмінностей між усіма досліджуваними варіантами.



Примітка: Точки на графіку відповідають середнім значенням. Вертикальні планки похибок («вуса») відображають стандартне відхилення (SD), що вказує на мінливість показника в межах кожної схеми розміщення. Згідно зі стійким критерієм Геймса-Хоуелла ($p < 0,05$), варіанти мають наступну літерну диференціацію: 20 × 5 см – «d», 20 × 10 см – «c», 20 × 15 см – «b», 20 × 20 см – «a». Наявність різних літер свідчить про статистично значущу різницю між усіма досліджуваними варіантами.

Рисунок 4.8. Динаміка середньої кількості квіток шафрану залежно від схеми розміщення рослин (усереднено за 2022–2024 рр.)

Аналіз попарних порівнянь за критерієм Геймса-Хоуелла за фактором схеми розміщення (табл. 4.7) показує, що найбільш суттєва математична різниця зафіксована між крайніми варіантами 20 × 5 см та 20 × 20 см (Mean Difference = 141,90 шт./м²; $p = 0,037$). Водночас різниця між суміжними варіантами, зокрема між 20 × 15 см та 20 × 20 см (31,43 шт./м²; $p = 0,683$), виявилася статистично неістотною в межах 95% довірчого інтервалу, що вказує на поступове нівелювання ефекту від зміни площі живлення при низькій щільності посадки.

Таблиця 4.7. Результати попарних порівнянь середньої кількості квіток шафрану за фактором «Схема розміщення рослин»

		95% CI for Mean Difference					
Comparison	Mean Difference	Lower	Upper	SE	t	df	p _{tukey}
20 x 5 см – 20 x 10 см	69,07	-73,615	211,8	49,01	1,409	13,82	0,514
20 x 5 см – 20 x 15 см	110,47	-27,670	248,6	46,78	2,361	12,45	0,136
20 x 5 см – 20 x 20 см	141,90	7,962	275,8	44,20	3,210	10,56	0,037*
20 x 10 см – 20 x 15 см	41,40	-59,435	142,2	35,13	1,178	15,54	0,649
20 x 10 см – 20 x 20 см	72,83	-19,637	165,3	31,61	2,304	13,32	0,146
20 x 15 см – 20 x 20 см	31,43	-49,561	112,4	28,03	1,121	14,69	0,683

Примітка: SE – стандартна помилка різниці середніх; t – розрахункове значення критерію Стьюдента; df – скоригована кількість ступенів свободи (за Велчем); p – рівень значущості; * – різниця значуща при $p < 0,05$. Розрахунки виконано за допомогою стійкого до неоднорідності дисперсій критерію Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

Оцінка міжрічної мінливості за критерієм Геймса-Хоуелла (табл. 4.8) підтвердила інтенсивне зростання продуктивності плантації в перші три роки. Найбільш виражений приріст зафіксовано між 2022 та 2024 роками (різниця 182,15 шт./м²; $p < 0,001$). Порівняно з початковим роком, у 2023 році кількість квіток зросла на 119,0 шт./м² ($p < 0,001$). Хоча у 2024 році показники продовжували зростати (різниця з 2023 роком склала 63,15 шт./м²), це збільшення було статистично недостовірним ($p = 0,118$), що може свідчити про наближення плантації до стадії максимальної фізіологічної продуктивності.

Таблиця 4.8. Результати попарних статистичних порівнянь середньої кількості квіток шафрану за фактором «Рік дослідження» (критерій Геймса-Хоуелла)

		95% CI for Mean Difference					
Comparison	Mean Difference	Lower	Upper	SE	t	df	p _{tukey}
2022 рік – 2023 рік	-119,00	-166,0	-71,96	18,00	-6,613	14,15	< 0,001***
2022 рік – 2024 рік	-182,15	-250,9	-113,43	25,88	-7,038	12,44	< 0,001***
2023 рік – 2024 рік	-63,15	-139,8	13,45	30,18	-2,092	19,23	0,118

Примітка: SE – стандартна помилка; t – значення критерію Стьюдента; df – скориговані ступені свободи (за Велчем); p – рівень значущості; *** – різниця значуща при $p < 0,001$. Розрахунки проведено з використанням стійкого до неоднорідності дисперсій критерію Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

Розподіл стандартизованих залишків моделі (рис. 4.9) відповідає теоретичній прямій, що підтверджує нормальність розподілу помилок. Тест Левена (табл. 4.9) зафіксував неоднорідність дисперсій ($F = 2,925$; $p = 0,014$). Максимальне відношення шансів VS-MPR на рівні 6,324 вказує на суттєву перевагу альтернативної гіпотези, що зумовило вибір стійкого критерію Геймса-Хоуелла для подальших розрахунків.

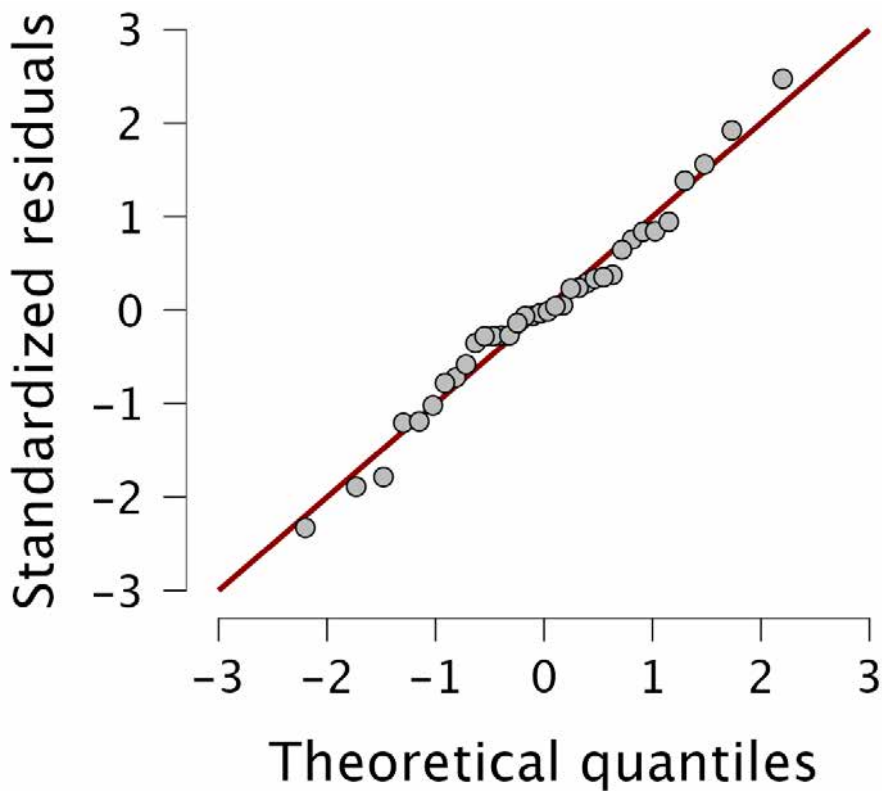


Рисунок 4.9. Графік Q-Q залишків моделі аналізу сирі маси квіток шафрану за 2022–2024 рр.

Таблиця 4.9. Результати тесту Левена на однорідність дисперсій сирі маси квіток шафрану (2022–2024 рр.)

Показник	F	df1	df2	p	VS-MPR*
Сира маса квіток	2,925	11,00	24,00	0,014	6,324

Примітка: F – значення критерію Левена; df1, df2 – ступені свободи; p – рівень статистичної значущості; VS-MPR – максимальне відношення шансів на користь альтернативної гіпотези (H1), Оскільки $p < 0,05$ ($p = 0,014$), встановлено неоднорідність дисперсій, Значення VS-MPR (6,324) вказує на те, що дані у 6,3 раза більше відповідають гіпотезі про відмінність дисперсій, ніж гіпотезі про їх рівність, З огляду на це, для подальшого аналізу використано критерій Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test)

Дисперсійний аналіз (табл. 4.10) виявив домінантний вплив року вирощування на варіабельність маси квіток ($\eta^2 = 0,757$). Технологічний чинник (схема розміщення) пояснює 19,7% загальної дисперсії. Взаємодія «Рік * Схема

розміщення» є статистично значущою ($p < 0,001$) при частці впливу 4,3%, що вказує на зміну ефективності конкретних схем посадки залежно від віку плантації. Високі показники часткового ета-квадрата ($\eta^2_p = 0,930\text{--}0,996$) підтверджують адекватність обраних параметрів

Таблиця 4.10 Дисперсійний аналіз впливу року та схеми розміщення рослин на сиру масу квіток шафрану, г/м² (2022–2024 рр.)

Показник	Рік	Схема розміщення	Рік * Схема розміщення	Залишки
Sum of Squares	56632,0	14720,2	3224,6	243,8
df	2	3	6	24
Mean Square	28316,00	4906,73	537,44	10,16
F	2786,96	482,94	52,90	
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
VS-MPR	$1,458 \times 10^{+26}$	$5,465 \times 10^{+18}$	$1,154 \times 10^{+10}$	
η^2	0,757	0,197	0,043	
η^2_p	0,996	0,984	0,930	
ω^2	0,757	0,196	0,042	
ω^2_p	0,994	0,976	0,896	

Примітка: Sum of Squares – сума квадратів (тип III); df – кількість ступенів свободи; Mean Square – середній квадрат; F – критерій Фішера; p – рівень значущості; η^2 та ω^2 – показники сили впливу факторів; VS-MPR – максимальне відношення імовірностей Вовка-Селке (максимально можливі шанси на користь альтернативної гіпотези H_1 відносно нульової H_0)

Продуктивність плантації шафрану за період 2022–2024 рр. характеризується стабільним зростанням виходу сировини квіток. Середній показник по всіх варіантах у 2024 році досяг 122,32 г/м², що у 4,58 раза перевищує рівень першого року вегетації (26,71 г/м²). Найбільш інтенсивний приріст зафіксовано у 2023 році, коли маса сировини збільшилася на 234,9% відносно показників 2022 року. У 2024 році темпи накопичення біомаси склали +36,7% порівняно з попереднім сезоном.

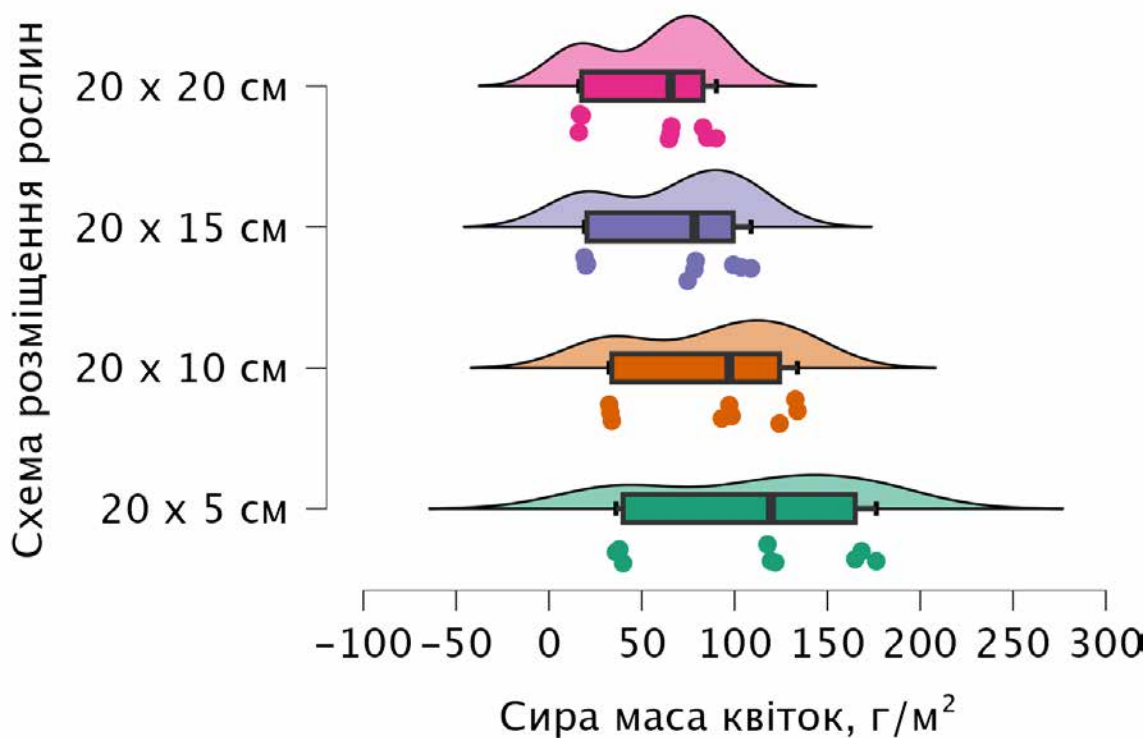
В аспекті схем розміщення максимальну ефективність забезпечує варіант 20 × 5 см: середньорічний показник 109,2 г/м² перевищує результати схем 20 × 10 см, 20 × 15 см та 20 × 20 см на 26,2%, 63,0% та 94,7% відповідно. У третій рік вирощування (2024) різниця між найбільш щільною (20 × 5 см) та найбільш розрідженою (20 × 20 см) схемами склала 83,8 г/м² (169,9 г/м² проти 86,1 г/м²), що підтверджує пряму кореляцію між густотою посадки та врожайністю з одиниці площі (табл. 4.11).

Таблиця 4.11. Сира маса квіток шафрану залежно від схеми розміщення рослин, г/м² 2022–2024 р,

Схема розміщення рослин, см	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Середнє
20 х 5 см	38,0 ± 1,921 b	119,8 ± 2,120 f	169,9 ± 5,825 h	109,2
20 х 10 см	33,1 ± 0,729 b	96,2 ± 2,756 e	130,3 ± 5,273 g	86,5
20 х 15 см	19,9 ± 0,676 a	77,4 ± 2,324 d	103,9 ± 4,835 e	67,0
20 х 20 см	16,8 ± 0,799 a	65,3 ± 0,670 c	86,1 ± 3,682 d	56,1

Примітка: дані наведено у вигляді М ± SD (n=3), де М – середнє арифметичне значення результатів триразової повторності в межах кожного року дослідження; SD – стандартне відхилення, Середні значення в межах стовпця, позначені однаковими літерами, статистично не відрізняються при рівні значущості p < 0,05 згідно з критерієм Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test)

Аналіз Raincloud Plot (рис. 4.10) розкриває зміну структури варіативності: варіант 20 × 5 см демонструє найбільшу амплітуду коливань та асиметрію розподілу, що свідчить про чутливість ущільнених посівів до погодних умов конкретного року. Навпаки, у схемі 20 × 20 см спостерігається мінімальне стандартне відхилення, що вказує на стабілізацію продуктивності окремих рослин за низької конкуренції, проте сумарний вихід продукції з одиниці площі при цьому залишається найнижчим.

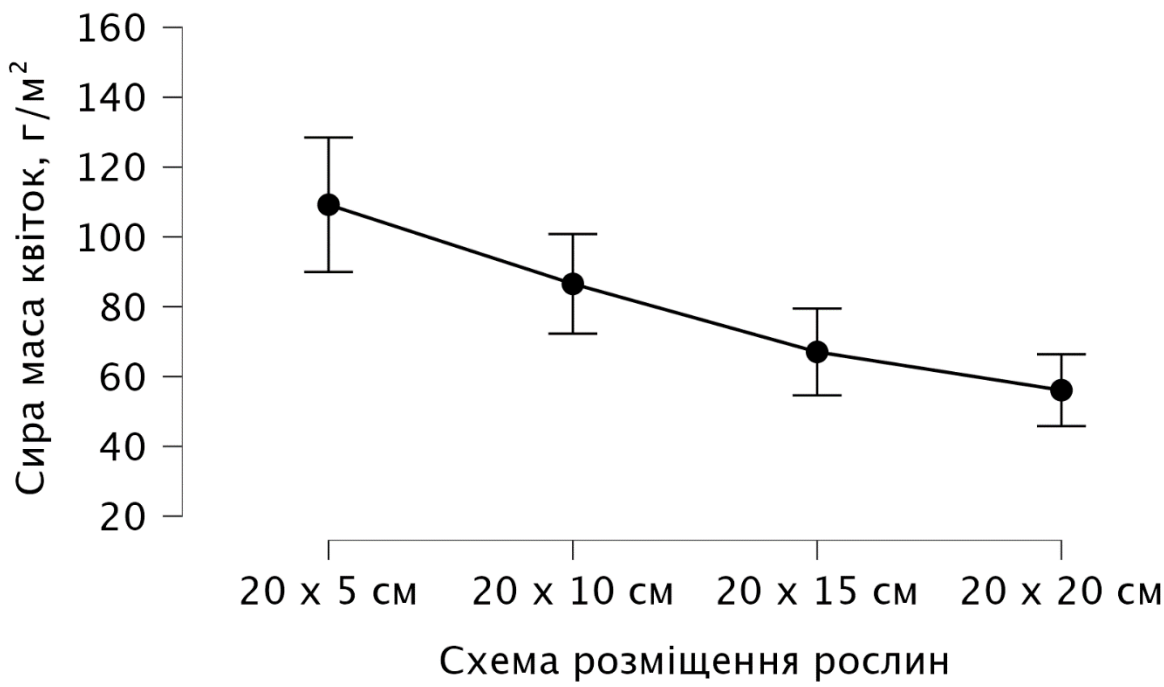


Примітка: на рисунку представлено комбінований аналіз розподілу даних (Raincloud Plot), Верхня частина кожного блоку («хмари») відображає щільність розподілу ймовірностей; центральна частина містить діаграми розмаху («box plots»), де жирна лінія позначає медіану, а краї прямокутника – перший та третій квартилі; нижня частина (точки) демонструє індивідуальні значення результатів вимірювань. Розрахунки виконано на основі об'єднаних даних за 2022–2024 рр. дослідження

Рисунок 4.10. Розподіл та щільність показників сирової маси квіток шафрану залежно від схеми розміщення рослин

Графічна інтерпретація результатів на рисунку 4.11 підтверджує стійку зворотну залежність між площею живлення та виходом сирової маси квіток. Усереднені дані за весь період досліджень вказують на послідовне зменшення врожайності при збільшенні кроку посадки в рядку. Кожен досліджуваний варіант маркований унікальним літерним індексом («a», «b», «c», «d»), що свідчить про повну статистичну диференціацію та відсутність зон перекриття між довірчими інтервалами різних схем розміщення ($p < 0,05$). Вертикальні планки стандартного відхилення (SD) відображають зростання абсолютної варіабельності показників у найбільш ущільнених посівах (20×5 см), що

пояснюється посиленням конкурентного стресу між рослинами в періоди пікового цвітіння.



Примітка: Точки на графіку відповідають середнім значенням, Вертикальні планки похибок («вуса») відображають стандартне відхилення (SD), що вказує на мінливість показника в межах кожної схеми розміщення. Згідно зі стійким критерієм Геймса-Хоуелла ($p < 0,05$), варіанти мають наступну літерну диференціацію: 20 × 5 см – «d», 20 × 10 см – «c», 20 × 15 см – «b», 20 × 20 см – «a». Наявність різних літер свідчить про статистично значущу різницю між усіма досліджуваними варіантами

Рисунок 4.11. Динаміка середньої маси квіток шафрану залежно від схеми розміщення рослин (усереднено за 2022–2024 рр.)

Статистичне порівняння за критерієм Геймса-Хоуелла (табл. 4.12) дозволяє кількісно визначити чисту різницю в масі сировини залежно від схеми посадки. Найбільший достовірний розрив зафіксовано між варіантами 20 × 5 см та 20 × 20 см, де середня різниця (Mean Difference) склала 53,12 г/м² ($t = 2,433$). У відсотковому співвідношенні перехід до максимального ущільнення забезпечує приріст продуктивності на 94,7%. Порівняння схем 20 × 5 см та 20 × 10 см виявило різницю у 22,76 г/м² ($p = 0,298$), що становить 26,2% додаткової біомаси. Водночас розбіжність між розрідженими схемами (20 × 15 см та 20 × 20

см) є найменш вираженою – лише 10,96 г/м² (p = 0,904), що математично підтверджує низьку ефективність незначного ущільнення в умовах великої площі живлення. Таким чином, для забезпечення математично доведеного зростання виходу сировини крок посадки у рядку не повинен перевищувати 10 см.

Таблиця 4.12. Результати попарних порівнянь сирої маси квіток шафрану за фактором «Схема розміщення рослин»

		95% CI for Mean Difference					
Comparison	Mean Difference	Lower	Upper	SE	t	df	p _{tukey}
20 x 5 см – 20 x 10 см	22,66	-46,54	91,87	23,96	0,946	14,75	0,781
20 x 5 см – 20 x 15 см	42,17	-24,65	108,98	22,92	1,840	13,68	0,298
20 x 5 см – 20 x 20 см	53,12	-11,51	117,76	21,83	2,433	12,22	0,122
20 x 10 см – 20 x 15 см	19,50	-34,75	73,76	18,92	1,031	15,71	0,734
20 x 10 см – 20 x 20 см	30,46	-20,42	81,34	17,59	1,732	14,55	0,343
20 x 15 см – 20 x 20 см	10,96	-35,40	57,31	16,14	0,679	15,46	0,904

Примітка: SE – стандартна помилка різниці середніх; t – розрахункове значення критерію Стьюдента; df – скоригована кількість ступенів свободи (за Велчем). Розрахунки виконано за допомогою стійкого до неоднорідності дисперсій критерію Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test)

Згідно з даними таблиці 4.13, плантація шафрану демонструє прогресуючу динаміку накопичення маси протягом трьох років вегетації. Найбільш виражений статистичний ефект зафіксовано при зіставленні 2023 року з 2022

роком: приріст склав 62,74 г/м² (t = 12,056; p < 0,001). Це відповідає трикратному зростанню продуктивності (на 234,9%). У порівнянні 2024 року з 2023 роком зафіксовано подальше збільшення маси на 32,87 г/м² (p = 0,025). На відміну від аналізу кількості квіток (де приріст на третій рік був недостовірним), у показниках сирової маси динаміка залишається статистично значущою. Це свідчить про те, що попри можливу стабілізацію кількості квіток, їхні якісні та вагові характеристики продовжують покращуватися. Кумулятивна різниця між початковим (2022) та фінальним (2024) роками спостережень сягнула 95,61 г/м² (p < 0,001), що відображає загальне зростання врожайності на 357,9% відносно першого року вирощування.

Таблиця 4.13. Результати попарних статистичних порівнянь сирової маси квіток шафрану за фактором «Рік дослідження» (критерій Геймса-Хоуелла)

		95% CI for Mean Difference					
Comparison	Mean Difference	Lower	Upper	SE	t	df	p _{tukey}
2022 рік – 2023 рік	-62,74	-80,35	-45,140	6,775	-9,261	14,95	< 0,001***
2022 рік – 2024 рік	-95,61	-121,97	-69,251	9,955	-9,605	12,71	< 0,001***
2023 рік – 2024 рік	-32,87	-61,91	-3,817	11,428	-2,876	18,87	0,025*

Примітка: SE – стандартна помилка; t – значення критерію Стьюдента; df – скориговані ступені свободи (за Велчем); * p < 0,05, *** p < 0,001 – рівні статистичної значущості. Розрахунки проведено з використанням стійкого до неоднорідності дисперсій критерію Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test)

Статистична надійність моделі підтверджується графіком Q-Q (рис. 4.12), де розташування залишків свідчить про дотримання умов нормальності для сирової маси маточок. Згідно з тестом Левена (табл. 4.14), встановлено неоднорідність дисперсій (F = 2,956; p = 0,013), а показник VS-MPR (6,604) підтверджує, що

ймовірність відмінності дисперсій у 6,6 раза вища за їхню рівність. Це зумовило використання критерію Геймса-Хоуелла для подальших розрахунків.

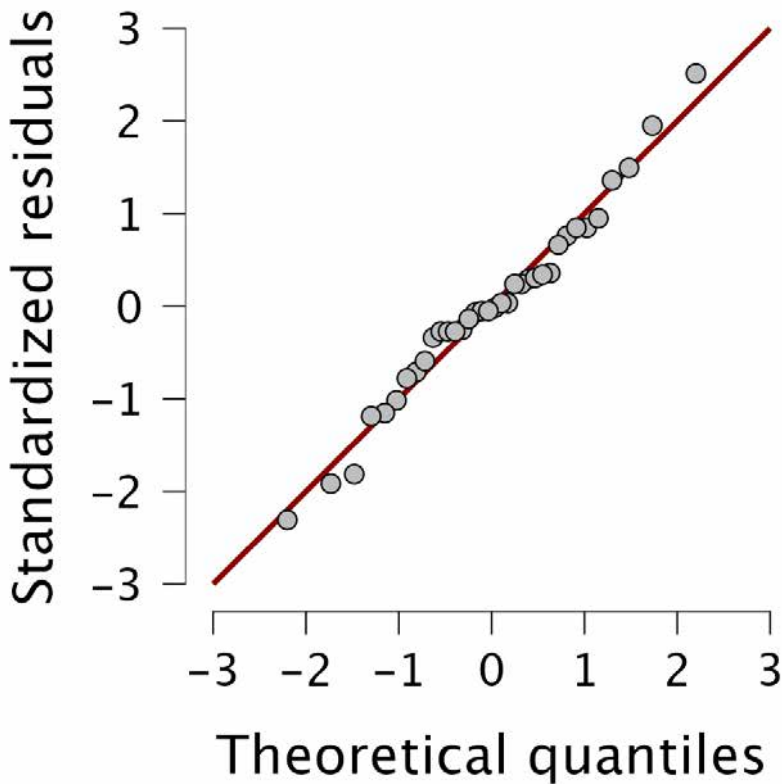


Рисунок 4.12. Графік Q-Q залишків моделі аналізу сирії маси маточок шафрану за 2022–2024 рр.

Таблиця 4.14. Результати тесту Левена на однорідність дисперсій сирії маси маточок шафрану (2022–2024 рр.)

Показник	F	df1	df2	p	VS-MPR*
Сира маса маточок	2.956	11.00	24.00	0.013	6.604

Примітка: F – значення критерію Левеня; df1, df2 – ступені свободи; p – рівень статистичної значущості; VS-MPR – максимальне відношення шансів на користь альтернативної гіпотези (H1). Оскільки $p < 0,05$ ($p = 0,013$), встановлено неоднорідність дисперсій. Значення VS-MPR (6,604) вказує на те, що дані у 6,6 раза більше відповідають гіпотезі про відмінність дисперсій, ніж гіпотезі про їх рівність, з огляду на це, для подальшого аналізу використано критерій Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

Двофакторний дисперсійний аналіз (табл. 4.15) демонструє, що фактор року має найпотужніший вплив на масу маточок – 73,7% ($\eta^2 = 0,737$; $F = 187,97$). Схема розміщення рослин визначає 21,3% варіабельності ($\eta^2 = 0,213$; $F = 54,23$), а їхня взаємодія («Рік * Схема») – 4,7% ($\eta^2 = 0,047$).

Таблиця 4.15. Дисперсійний аналіз впливу року та схеми розміщення рослин на сиру масу квіток шафрану, г/м² (2022–2024 рр.)

Показник	Рік	Схема розміщення	Рік * Схема розміщення	Залишки
Sum of Squares	323,040	93,445	20,735	1,392
df	2	3	6	24
Mean Square	161,520	31,148	3,456	0,058
F	2785,63	537,20	59,60	
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
VS-MPR	$1,450 \times 10^{+26}$	$1,872 \times 10^{+19}$	$4,131 \times 10^{+10}$	
η^2	0,737	0,213	0,047	
η^2_p	0,996	0,985	0,937	
ω^2	0,736	0,213	0,046	
ω^2_p	0,994	0,978	0,907	

Примітка: Sum of Squares – сума квадратів (тип III); df – кількість ступенів свободи; Mean Square – середній квадрат; F – критерій Фішера; p – рівень значущості; η^2 та ω^2 – показники сили впливу факторів; VS-MPR – максимальне відношення імовірностей Вовка-Селке (максимально можливі шанси на користь альтернативної гіпотези H_1 відносно нульової H_0).

Згідно з даними таблиці 4.16, середня маса маточок за три роки лінійно зростає зі збільшенням щільності посадки: від $4,07 \pm 0,593$ г/м² (20×20 см) до $8,37 \pm 1,466$ г/м² (20×5 см), що еквівалентно приросту у 2,05 рази. Продуктивність схеми 20×10 см становила $6,54 \pm 1,061$ г/м², а схеми 20×15 см – $5,12 \pm 0,724$ г/м². Динаміка за роками у розрізі схем демонструє, що на третій рік (2024 р.) варіант 20×5 см досяг пікового показника $13,01 \pm 0,447$ г/м², що у 4,47 рази вище за рівень першого року ($2,91 \pm 0,145$ г/м²). Для порівняння, при

схемі 20 × 20 см показник 2024 року становив 6,39 ± 0,265 г/м², що у 2,03 раза нижче за інтенсивний варіант того ж року.

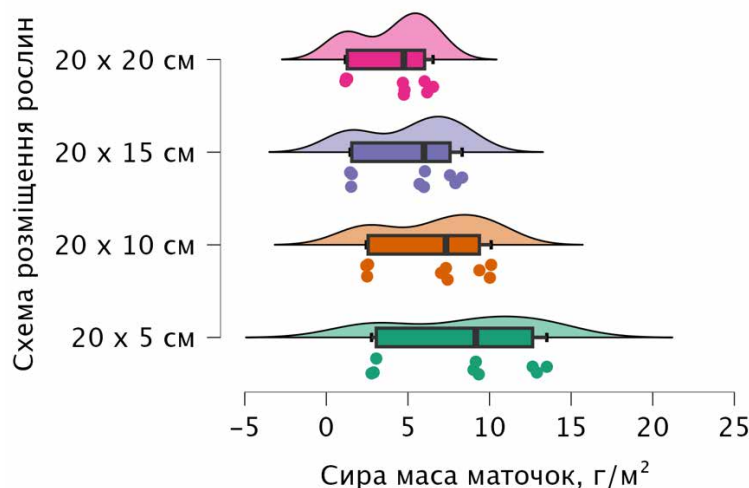
Таблиця 4.16. Сира маса маточок шафрану залежно від схеми розміщення рослин, г/м² 2022–2024 р,

Схема розміщення рослин, см	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Середнє
20 x 5 см	2,91 ± 0,145 b	9,17 ± 0,160 f	13,01 ± 0,447 g	8,37
20 x 10 см	2,50 ± 0,055 b	7,26 ± 0,208 e	9,83 ± 0,395 f	6,53
20 x 15 см	1,52 ± 0,50 a	5,91 ± 0,176 d	7,93 ± 0,371 e	5,12
20 x 20 см	1,22 ± 0,56 a	4,74 ± 0,050 c	6,25 ± 0,266 d	4,07

Примітка: дані наведено у вигляді $M \pm SD$ (n=3), де M – середнє арифметичне значення результатів триразової повторності в межах кожного року дослідження; SD – стандартне відхилення. Середні значення в межах стовпця, позначені однаковими літерами, статистично не відрізняються при рівні значущості $p < 0,05$ згідно з критерієм Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

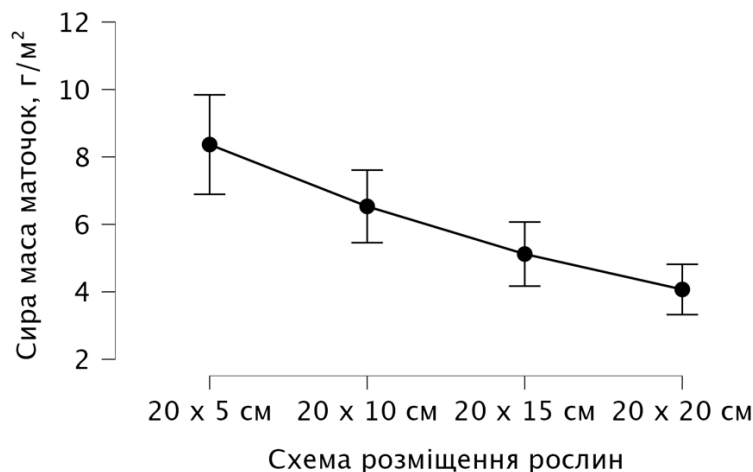
Візуалізація розподілу (рис. 4.13) виявляє, що схема 20 × 5 см характеризується найбільшим інтерквартильним розмахом (IQR), що свідчить про посилення конкуренції між рослинами.

Графік середніх (рис. 4.14) чітко диференціює варіанти за літерними індексами значущості від «a» (найменша маса) до «d» (найбільша маса), підтверджуючи перевагу ущільнених посівів.



Примітка: на рисунку представлено комбінований аналіз розподілу даних (Raincloud Plot). Верхня частина кожного блоку («хмари») відображає щільність розподілу ймовірностей; центральна частина містить діаграми розмаху («box plots»), де жирна лінія позначає медіану, а краї прямокутника – перший та третій кватилі; нижня частина (точки) демонструє індивідуальні значення результатів вимірювань. Розрахунки виконано на основі об'єднаних даних за 2022–2024 рр, дослідження.

Рисунок 4.13. Розподіл та щільність показників сирі маси маточок шафрану залежно від схеми розміщення рослин



Примітка: Точки на графіку відповідають середнім значенням, Вертикальні планки похибок («вуса») відображають стандартне відхилення (SD), що вказує на мінливість показника в межах кожної схеми розміщення. Згідно зі стійким критерієм Геймса-Хоуелла ($p < 0,05$), варіанти мають наступну літерну диференціацію: 20 × 5 см – «d», 20 × 10 см – «с», 20 × 15 см – «b», 20 × 20 см – «a». Наявність різних літер свідчить про статистично значущу різницю між усіма досліджуваними варіантами

Рисунок 4.14. Динаміка сирі маси маточок шафрану залежно від схеми розміщення рослин (усереднено за 2022–2024 рр.)

Попарні порівняння за критерієм Геймса-Хоуелла (табл. 4.17) фіксують максимальну математичну різницю між схемами 20 × 5 см та 20 × 20 см – 4,297 г/м² (t = 2,599; p = 0,094). Різниця між варіантами 20 × 10 см та 20 × 15 см склала 1,413 г/м² (t = 0,984; p = 0,760), а між суміжними 20 × 15 см та 20 × 20 см – 1,050 г/м² (t = 0,869; p = 0,821).

Таблиця 4.17. Результати попарних порівнянь сирової маси маточок шафрану за фактором «Схема розміщення рослин»

		95% CI for Mean Difference					
Comparison	Mean Difference	Lower	Upper	SE	t	df	p _{tukey}
20 x 5 см – 20 x 10 см	1,833	-3,445	7,111	1,826	1,004	14,64	0,750
20 x 5 см – 20 x 15 см	3,247	-1,869	8,363	1,755	1,850	13,67	0,293
20 x 5 см – 20 x 20 см	4,297	-0,621	9,214	1,653	2,599	11,84	0,094
20 x 10 см – 20 x 15 см	1,413	-2,702	5,528	1,436	0,984	15,76	0,760
20 x 10 см – 20 x 20 см	2,463	-1,335	6,261	1,310	1,881	14,25	0,279
20 x 15 см – 20 x 20 см	1,050	-2,429	4,529	1,208	0,869	15,15	0,821

Примітка: SE – стандартна помилка різниці середніх; t – розрахункове значення критерію Стьюдента; df – скоригована кількість ступенів свободи (за Велчем). Розрахунки виконано за допомогою стійкого до неоднорідності дисперсій критерію Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test)

Аналіз за фактором року (табл. 4.18) підтвердив інтенсивне нарощування сировини протягом всього періоду: приріст 2023 року відносно 2022-го склав 4,736 г/м² (t = 5,694; p < 0,001). У 2024 році зафіксовано подальше статистично

значуще зростання маси на 2,486 г/м² порівняно з 2023 роком ($t = 2,829$; $p = 0,034$), що доводить доцільність експлуатації плантації понад три роки.

Таблиця 4.18 Результати попарних статистичних порівнянь сирової маси маточок шафрану за фактором «Рік дослідження» (критерій Геймса-Хоуелла)

		95% CI for Mean Difference					
Comparison	Mean Difference	Lower	Upper	SE	t	df	p _{Tukey}
2022 рік – 2023 рік	-4,736	-6,143	-3,329	0,541	-8,755	14,79	< 0,001***
2022 рік – 2024 рік	-7,222	-9,320	-5,124	0,792	-9,120	12,66	< 0,001***
2023 рік – 2024 рік	-2,486	-4,803	-0,169	0,912	-2,726	18,94	0,034*

Примітка: SE – стандартна помилка; t – значення критерію Стьюдента; df – скориговані ступені свободи (за Велчем); * $p < 0,05$, *** $p < 0,001$ – рівні статистичної значущості. Розрахунки проведено з використанням стійкого до неоднорідності дисперсій критерію Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

Неоднорідність дисперсій підтверджена значенням $F = 2,868$ при $p = 0,015$, що супроводжується $VS-MPR = 5,853$, тобто ймовірність відмінності дисперсій майже у 5,9 раза перевищує гіпотезу їх рівності (табл. 4.19).

Таблиця 4.19. Результати тесту Левена на однорідність дисперсій сухої маси пелюсток і тичинок шафрану (2022–2024 рр.)

Показник	F	df1	df2	p	VS-MPR*
Суха маса пелюсток і тичинок	2,868	11,00	24,00	0,015	5,853

Примітка: F – значення критерію Левеня; df1, df2 – ступені свободи; p – рівень статистичної значущості; VS-MPR – максимальне відношення шансів на користь альтернативної гіпотези (H1). Оскільки $p < 0,05$ ($p = 0,015$), встановлено неоднорідність дисперсій. Значення VS-MPR (5,853) вказує на те, що дані у 5,9 раза більше відповідають гіпотезі про відмінність дисперсій, ніж гіпотезі про їх рівність. З огляду на це, для подальшого аналізу використано критерій Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

За візуальною оцінкою Q-Q графіка відхилення залишків від теоретичної прямої мінімальні, що свідчить про відсутність систематичних перекосів у моделі (рис. 4.15). Таким чином, варіабельність даних має не випадковий, а структурований характер.

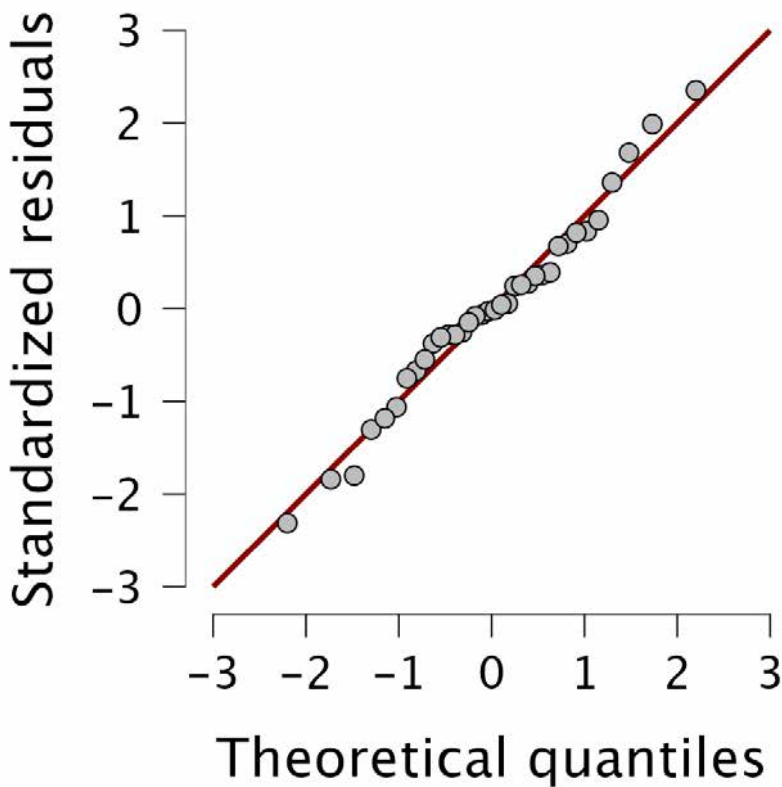


Рисунок 4.15. Графік Q-Q залишків моделі аналізу суха маса пелюсток і тичинок шафрану за 2022–2024 рр.

Дисперсійний аналіз демонструє різке домінування фактора року: $F = 2797,40$ при $\eta^2 = 0,824$, що еквівалентно поясненню 82,4% загальної варіації сухої маси (табл. 4.20). Для порівняння, схема розміщення має $F = 321,17$ і $\eta^2 = 0,142$ (14,2%), тобто її внесок у 5,8 раза менший. Взаємодія факторів характеризується $F = 34,27$ та $\eta^2 = 0,030$, що відповідає лише 3,0% дисперсії, але залишається статистично значущою ($p < 0,001$). Високі значення $\eta^2 p$ (0,996; 0,976; 0,895) підтверджують стабільність ефектів навіть за наявності неоднорідності дисперсій.

Таблиця 4.20. Дисперсійний аналіз впливу року та схеми розміщення рослин на суха маса пелюсток і тичинок шафрану, г/м² (2022–2024 рр.)

Показник	Рік	Схема розміщення	Рік * Схема розміщення	Залишки
Sum of Squares	516,183	88,895	18,970	2,214
df	2	3	6	24
Mean Square	258,091	29,632	3,162	0,092
F	2797,40	321,17	34,27	
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
VS-MPR	$1,524 \times 10^{+26}$	$5,031 \times 10^{+16}$	$1,277 \times 10^{+8}$	
η^2	0,824	0,142	0,030	
η^2_p	0,996	0,976	0,895	
ω^2	0,824	0,141	0,029	
ω^2_p	0,994	0,964	0,847	

Примітка: Sum of Squares – сума квадратів (тип III); df – кількість ступенів свободи; Mean Square – середній квадрат; F – критерій Фішера; p – рівень значущості; η^2 та ω^2 – показники сили впливу факторів; VS-MPR – максимальне відношення імовірностей Вовка-Селлке (максимально можливі шанси на користь альтернативної гіпотези H₁ відносно нульової H₀).

У 2022 році різниця між крайніми схемами становила 1,71 г/м² (3,44 проти 1,73 г/м²), у 2023 році – 4,11 г/м² (10,84 проти 6,73 г/м²), у 2024 році – вже 6,51 г/м² (15,38 проти 8,87 г/м²) (табл. 4.21). Це означає, що абсолютний ефект ущільнення зростає у 3,8 раза між першим і третім роками. Відносно, перевага схеми 20×5 см у 2024 році становить +73,4% до 20×20 см, тоді як у 2022 році – +98,8%, що свідчить про часткове вирівнювання продуктивності на пізніших етапах розвитку плантації. Середні значення за три роки формують чіткий ряд: від 9,88 до 5,77 г/м² при збільшенні площі живлення. Зниження між сусідніми варіантами становить відповідно 1,72 г/м² (–17,4%), 1,56 г/м² (–19,1%) та 0,83 г/м² (–12,6%).

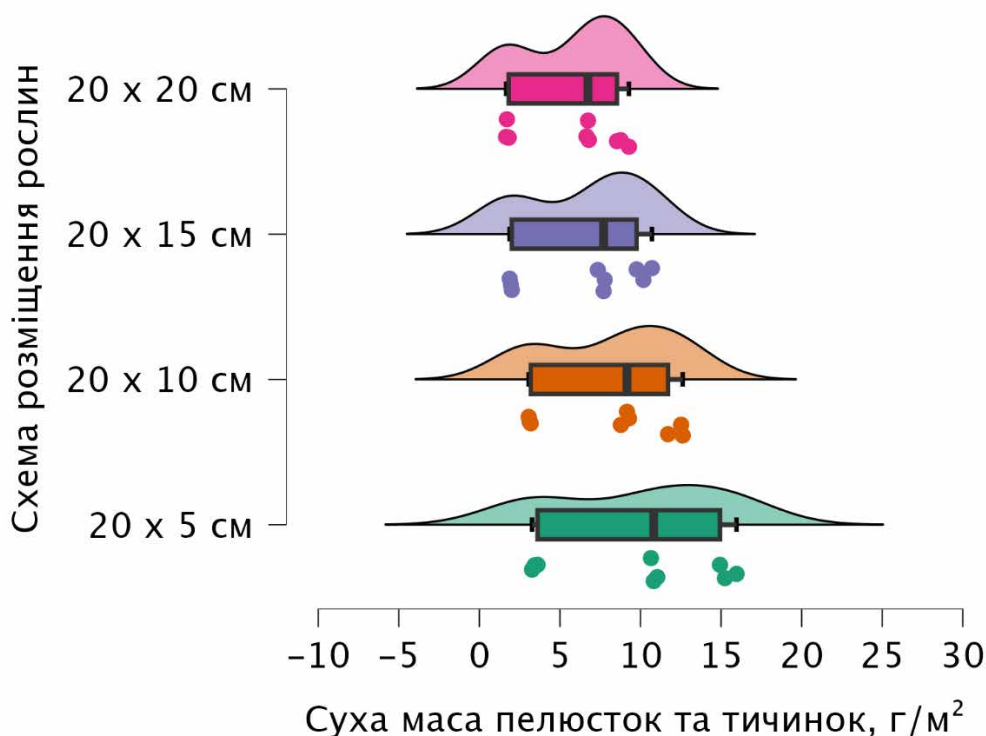
Таблиця 4.21. Суха маса пелюсток і тичинок шафрану залежно від схеми розміщення рослин, г/м² 2022–2024 р.

Схема розміщення рослин, см	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Середнє
20 x 5 см	3,44 ± 0,170 b	10,84 ± 0,196 e	15,38 ± 0,528 g	9,88
20 x 10 см	3,12 ± 0,065 b	9,08 ± 0,261 d	12,29 ± 0,499 f	8,16
20 x 15 см	1,95 ± 0,66 a	7,61 ± 0,231 c	10,22 ± 0,476 e	6,60
20 x 20 см	1,73 ± 0,82 a	6,73 ± 0,071 c	8,87 ± 0,379 d	5,77

Примітка: дані наведено у вигляді $M \pm SD$ (n=3), де M – середнє арифметичне значення результатів триразової повторності в межах кожного року дослідження; SD – стандартне відхилення. Середні значення в межах стовпця, позначені однаковими літерами, статистично не відрізняються при рівні значущості $p < 0,05$ згідно з критерієм Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

Аналіз рисунка 4.16 довів, що згущення посівів до 20 x 5 см є вирішальним для максимізації збору сухої маси пелюсток і тичинок шафрану. Перехід від схеми 20 x 20 см до 20 x 5 см підвищує врожайність у 1,5 раза, хоча при цьому зростає варіативність даних, що видно за широким боксплотом. Схема 20 x 10 см демонструє технологічну стабільність, проте саме максимальне загущення (20 x 5 см) забезпечує пікову продуктивність понад 15 г/м².

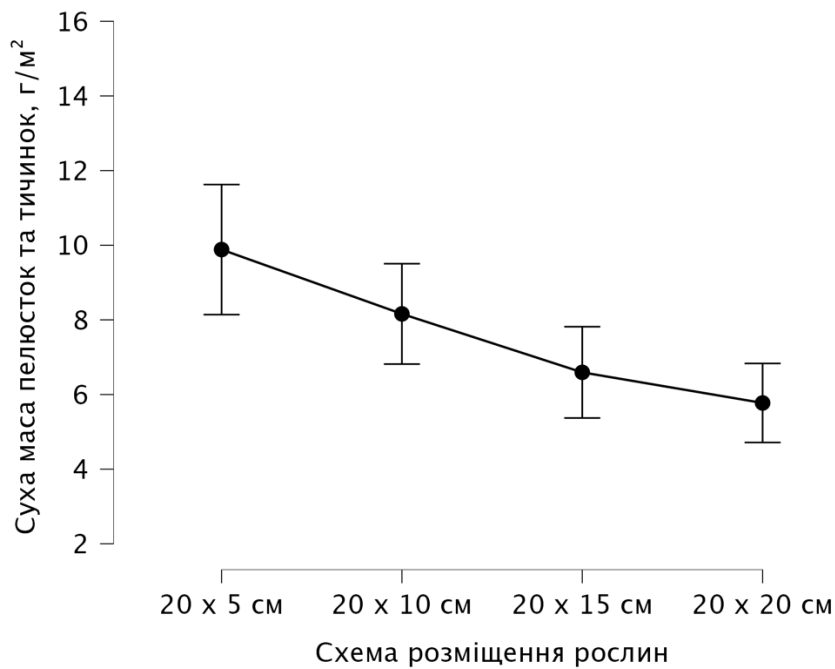
Графік на рисунку 4.17 демонструє чітку спадну залежність між густотою посадки та сухою масою пелюсток і тичинок шафрану. Максимальне середнє значення зафіксоване для схеми 20×5 см – 9,88 г/м², тоді як для 20×20 см воно знижується до 5,77 г/м², що становить різницю у 4,11 г/м² або 41,6%. Проміжні варіанти займають послідовні позиції: при схемі 20×10 см урожайність становить 8,16 г/м², а при 20×15 см – 6,60 г/м². Градієнт зниження продуктивності є нерівномірним: найбільш суттєве падіння маси (на 1,72 г/м² та 1,56 г/м²) спостерігається при розширенні кроку в ряду до 15 см, після чого темпи зниження сповільнюються до 0,83 г/м². Це вказує на те, що після досягнення порогу у 15 см подальше збільшення площі живлення вже не забезпечує пропорційного зменшення конкуренції між рослинами.



Примітка: на рисунку представлено комбінований аналіз розподілу даних (Raincloud Plot). Верхня частина кожного блоку («хмари») відображає щільність розподілу ймовірностей; центральна частина містить діаграми розмаху («box plots»), де жирна лінія позначає медіану, а краї прямокутника – перший та третій кuartилі; нижня частина (точки) демонструє індивідуальні значення результатів вимірювань. Розрахунки виконано на основі об'єднаних даних за 2022–2024 рр. дослідження

Рисунок 4.16. Розподіл та щільність показників сухої маси пелюсток і тичинок шафрану залежно від схеми розміщення рослин

Вертикальні планки похибок (SD) свідчать про зростання абсолютної варіабельності показника разом із підвищенням середніх значень, проте відсутність перекриття між крайніми варіантами візуально підтверджує істотність різниці. Повна літерна диференціація («a»–«d») за критерієм Геймса-Хоуелла вказує на наявність статистично значущих відмінностей між усіма досліджуваними схемами розміщення ($p < 0,05$), що підтверджує стабільний вплив густоти посадки на вихід сухої сировини.



Примітка: Точки на графіку відповідають середнім значенням, Вертикальні планки похибок («вуса») відображають стандартне відхилення (SD), що вказує на мінливість показника в межах кожної схеми розміщення. Згідно зі стійким критерієм Геймса-Хоуелла ($p < 0,05$), варіанти мають наступну літерну диференціацію: 20 × 5 см – «d», 20 × 10 см – «с», 20 × 15 см – «b», 20 × 20 см – «a». Наявність різних літер свідчить про статистично значущу різницю між усіма досліджуваними варіантами

Рисунок 4.17. Динаміка сухої маси пелюсток і тичинок шафрану залежно від схеми розміщення рослин (усереднено за 2022–2024 рр.)

Згідно з даними таблиці 4.22, фактор «Схема розміщення рослин» не виявив статистично значущого впливу на досліджуваний показник: значення p для всіх парних порівнянь коливаються від 0,231 до 0,956, що суттєво перевищує поріг 0,05. Попри візуальну різницю середніх (максимальна амплітуда між варіантами 20×5 см та 20×20 см становить 4,110 г/м²), 95% довірчі інтервали у всіх випадках перетинають нуль, що підтверджує випадковий характер відхилень у межах загальної вибірки.

Таблиця 4.22. Результати попарних порівнянь сухої маси пелюсток і тичинок шафрану за фактором «Схема розміщення рослин»

		95% CI for Mean Difference					
Comparison	Mean Difference	Lower	Upper	SE	t	df	p _{tukey}
20 x 5 см – 20 x 10 см	1,723	-4,619	8,066	2,201	0,783	15,04	0,861
20 x 5 см – 20 x 15 см	3,290	-2,880	9,460	2,129	1,545	14,34	0,438
20 x 5 см – 20 x 20 см	4,110	-1,862	10,082	2,039	2,016	13,20	0,231
20 x 10 см – 20 x 15 см	1,567	-3,640	6,774	1,818	0,862	15,86	0,824
20 x 10 см – 20 x 20 см	2,387	-2,541	7,314	1,712	1,394	15,16	0,521
20 x 15 см – 20 x 20 см	0,820	-3,820	5,460	1,618	0,507	15,68	0,956

Примітка: SE – стандартна помилка різниці середніх; t – розрахункове значення критерію Стьюдента; df – скоригована кількість ступенів свободи (за Велчем). Розрахунки виконано за допомогою стійкого до неоднорідності дисперсій критерію Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

Натомість, як показано в таблиці 4.23, фактор року дослідження має визначальний і високозначущий вплив на продуктивність ($p < 0,001$ для порівнянь 2022 року з наступними роками). Найбільший приріст сухої маси зафіксовано між 2022 та 2024 роками (різниця середніх $-9,125 \text{ г/м}^2$), а значуща різниця між 2023 та 2024 роками ($p = 0,006$) підтверджує стабільну динаміку розвитку плантації в міру тривалості її експлуатації.

Таблиця 4.23. Результати попарних статистичних порівнянь сухої маси пелюсток і тичинок шафрану за фактором «Рік дослідження» (критерій Геймса-Хоуелла)

		95% CI for Mean Difference					
Comparison	Mean Difference	Lower	Upper	SE	t	df	p _{tukey}
2022 рік – 2023 рік	-6,002	-7,352	-4,653	0,522	-11,499	15,65	< 0,001***
2022 рік – 2024 рік	-9,125	-11,190	-7,060	0,782	-11,675	12,92	< 0,001***
2023 рік – 2024 рік	-3,123	-5,377	-0,868	0,886	-3,525	18,55	0,006**

Примітка: SE – стандартна помилка; t – значення критерію Стьюдента; df – скориговані ступені свободи (за Велчем); ** p < 0,01, *** p < 0,001 – рівні статистичної значущості. Розрахунки проведено з використанням стійкого до неоднорідності дисперсій критерію Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

Згідно з результатами тесту Левена (табл. 4.24), встановлено статистично значущу неоднорідність дисперсій сухої маси (F = 2,688; p = 0,021). Значення VS-MPR на рівні 4,578 вказує на те, що дані у 4,6 раза більше відповідають гіпотезі про відмінність дисперсій, ніж про їхню рівність.

Таблиця 4.24. Результати тесту Левена на однорідність дисперсій сухої маси маточок шафрану (2022–2024 pp.)

Показник	F	df1	df2	p	VS-MPR*
Суха маса тичинок	2,688	11,00	24,00	0,021	4,578

Примітка: F – значення критерію Левеня; df1, df2 – ступені свободи; p – рівень статистичної значущості; VS-MPR – максимальне відношення шансів на користь альтернативної гіпотези (H1). Оскільки p < 0,05 (p = 0,015), встановлено неоднорідність дисперсій. Значення VS-MPR (4,578) вказує на те, що дані у 4,6 раза більше відповідають гіпотезі про відмінність дисперсій, ніж гіпотезі про їх рівність. З огляду на це, для подальшого аналізу використано критерій Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

З огляду на виявлену гетероскедастичність, для подальшого аналізу обґрунтовано використано стійкий до порушення гомогенності варіацій критерій Геймса-Хоуелла. Коректність обраного статистичного підходу також підтверджується візуалізацією залишків моделі на графіку Q-Q (рис. 4.18).

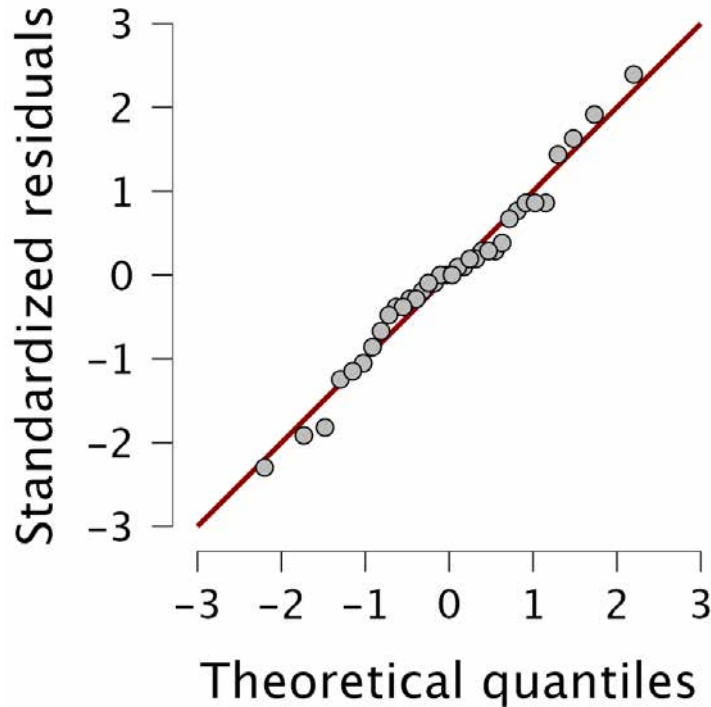


Рисунок 4.18. Графік Q-Q залишків моделі аналізу сухої маси маточок шафрану за 2022–2024 рр.

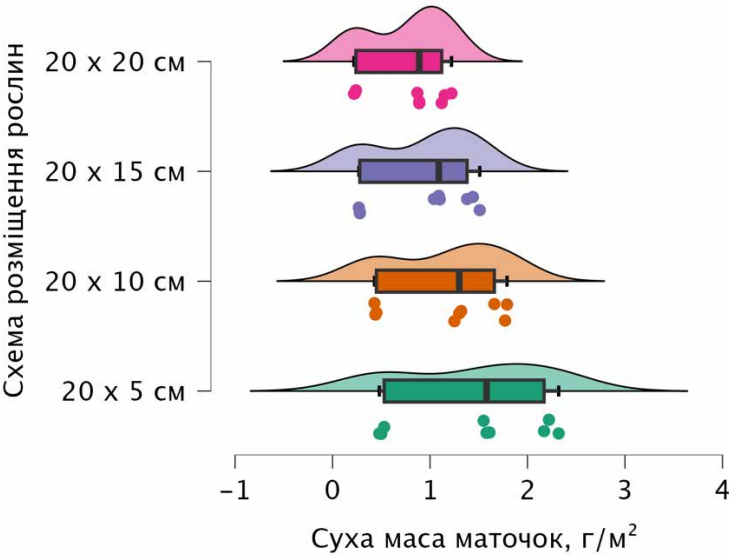
Двофакторний дисперсійний аналіз (табл. 4.25) виявив, що домінуючим чинником є рік дослідження ($F = 2806,47$; $\eta^2 = 0,779$), хоча вплив схеми розміщення рослин також є високим ($F = 428,98$; $\eta^2 = 0,179$) при $p < 0,001$.

На комбінованому графіку Raincloud Plot (рис. 4.19) чітко спостерігається зміщення щільності розподілу («хмар») та медіанних значень залежно від густоти посадки, що свідчить про стабільну реакцію культури на зміну площі живлення при об'єднанні даних за 2022–2024 рр.

Таблиця 4.25. Дисперсійний аналіз впливу року та схеми розміщення рослин на суху масу маточок шафрану, г/м² (2022–2024 рр.)

Показник	Рік	Схема розміщення	Рік * Схема розміщення	Залишки
Sum of Squares	10.212	2,342	0,509	0,044
df	2	3	6	24
Mean Square	5,106	0,781	0,085	0,002
F	2806,47	428,98	46,66	
p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
VS-MPR	$1,583 \times 10^{+26}$	$1,393 \times 10^{+18}$	$3,067 \times 10^{+9}$	
η^2	0,779	0,179	0,039	
η^2_p	0,996	0,982	0,921	
ω^2	0,779	0,178	0,038	
ω^2_p	0,994	0,973	0,884	

Примітка: Sum of Squares – сума квадратів (тип III); df – кількість ступенів свободи; Mean Square – середній квадрат; F – критерій Фішера; p – рівень значущості; η^2 та ω^2 – показники сили впливу факторів; VS-MPR – максимальне відношення імовірностей Вовка-Селлге (максимально можливі шанси на користь альтернативної гіпотези H_1 відносно нульової H_0).



Примітка: Raincloud Plot об’єднаних даних за 2022–2024 рр. «Хмари» відображають щільність розподілу; діаграми розмаху – медіану та квартилі (Q1, Q3); точки – індивідуальні вимірювання.

Рисунок 4.19. Розподіл та щільність показників сухої маси маточок шафрану залежно від схеми розміщення рослин

Аналіз динаміки сухої маси маточок за 2022–2024 рр. (табл. 4.26) вказує на прогресуючу статистичну диференціацію факторів впливу з кожним роком вегетації. У 2022 році спостерігалася часткова схожість варіантів: схеми садіння 20 × 5 та 20 × 10 см сформували спільну групу «b» ($p < 0,05$) проте вже у 2023 та 2024 рр. кожен варіант розміщення рослин отримав унікальний літерний індекс. Пікова продуктивність зафіксована у 2024 році при схемі 20 × 5 см (2,24 г/м²), що на 91,5% перевищило показник схеми 20 × 20 см (1,17 г/м²) того ж року. Протягом трирічного циклу найбільш інтенсивне нарощування біомаси продемонстрував варіант 20 × 5 см, де показник 2024 року перевищив результат 2022 року на 348%.

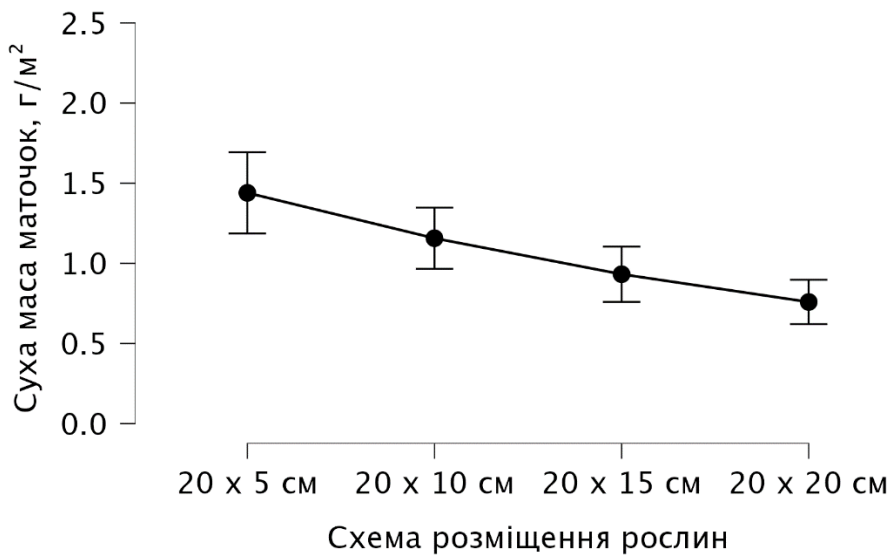
Таблиця 4.26. Суха маса маточок шафрану залежно від схеми розміщення рослин, г/м² 2022–2024 р.

Схема розміщення рослин, см	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Середнє
20 x 5 см	0,50 ± 0,025 b	1,58 ± 0,030 g	2,24 ± 0,076 i	1,44
20 x 10 см	0,44 ± 0,010 b	1,29 ± 0,036 e	1,74 ± 0,070 h	1,16
20 x 15 см	0,28 ± 0,006 a	1,07 ± 0,032 d	1,44 ± 0,65 f	0,93
20 x 20 см	0,23 ± 0,010 a	0,88 ± 0,012 c	1,17 ± 0,51 d	0,76

Примітка: дані наведено у вигляді $M \pm SD$ ($n=3$), де M – середнє арифметичне значення результатів триразової повторності в межах кожного року дослідження; SD – стандартне відхилення. Середні значення в межах стовпця, позначені однаковими літерами, статистично не відрізняються при рівні значущості $p < 0,05$ згідно з критерієм Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

Узагальнені результати за трирічний період (рис. 4.20) демонструють сталу негативну кореляцію між площею живлення та виходом сировини. За критерієм Геймса-Хоуелла ($p < 0,05$), середня продуктивність 1,44 г/м² (група «d») за схеми садіння 20 × 5 см є достовірно найвищою. Збільшення відстані між рослинами в ряду до 10 см призвело до істотного зниження врожайності на 19,4% (1,16 г/м², група «c»). Подальше розрідження до 15 см (0,93 г/м², група «b») та 20 см (0,76

г/м², група «а») спричинило додаткове скорочення виходу маточок на 19,8% та 18,3% відповідно відносно попередніх значень. Загальний спад продуктивності між крайніми варіантами досліджень (20 × 5 см та 20 × 20 см) склав 47,2%. Значна амплітуда стандартного відхилення на графіку для щільного садіння відображає посилення міжвидової конкуренції, яка повністю нівелюється сумарним виходом маточок з одиниці площі.



Примітка: Точки на графіку відповідають середнім значенням, Вертикальні планки похибок («вуса») відображають стандартне відхилення (SD), що вказує на мінливість показника в межах кожної схеми розміщення. Згідно зі стійким критерієм Геймса-Хоуелла ($p < 0,05$), варіанти мають наступну літерну диференціацію: 20 × 5 см – «d», 20 × 10 см – «с», 20 × 15 см – «b», 20 × 20 см – «a». Наявність різних літер свідчить про статистично значущу різницю між усіма досліджуваними варіантами

Рисунок 4.20. Динаміка сухої маси маточок шафрану залежно від схеми розміщення рослин (усереднено за 2022–2024 рр.)

Згідно з результатами попарних порівнянь (табл. 4.27), встановлено, що різниця між найбільш контрастними варіантами 20 x 5 см та 20 x 20 см становить 0,681 г/м². Важливо зауважити, що хоча середні значення за три роки демонструють чітку диференціацію, розрахункові значення p -тукеу у табл. 4 для об'єднаних даних (0,137–0,861) вказують на високу варіабельність показників у межах окремих років, що відображено широкими «вусами» стандартного відхилення на графіку динаміки.

Таблиця 4.27. Результати попарних порівнянь сухої маси маточок шафрану за фактором «Схема розміщення рослин»

		95% CI for Mean Difference					
Comparison	Mean Difference	Lower	Upper	SE	t	df	p _{tukey}
20 x 5 см – 20 x 10 см	0,283	-0,631	1,198	0,317	0,894	14,88	0,808
20 x 5 см – 20 x 15 см	0,508	-0,382	1,397	0,306	1,658	14,12	0,380
20 x 5 см – 20 x 20 см	0,681	-0,171	1,533	0,288	2,361	12,40	0,137
20 x 10 см – 20 x 15 см	0,224	-0,513	0,962	0,257	0,872	15,84	0,819
20 x 10 см – 20 x 20 см	0,398	-0,285	1,080	0,236	1,686	14,59	0,365
20 x 15 см – 20 x 20 см	0,173	-0,463	0,810	0,221	0,783	15,28	0,861

Примітка: SE – стандартна помилка різниці середніх; t – розрахункове значення критерію Стьюдента; df – скоригована кількість ступенів свободи (за Велчем); p – рівень значущості. Розрахунки виконано за допомогою стійкого до неоднорідності дисперсій критерію Геймса-Хойелла (Games-Howell post-hoc test).

Щорічне зростання сухої маси маточок підтверджено даними таблиці 4.28, де найбільша різниця середніх спостерігається між 2022 та 2024 роками (-1,283 г/м² при $p < 0,001$). Навіть між суміжними 2023 та 2024 роками різниця залишається значущою (-0,438 г/м²; $p = 0,018$), що підкреслює прогресуючий характер продуктивності плантації шафрану впродовж трирічного циклу.

Таблиця 4.28. Результати попарних статистичних порівнянь сухої маси маточок шафрану за фактором «Рік дослідження» (критерій Геймса-Хоуелла)

		95% CI for Mean Difference					
Comparison	Mean Difference	Lower	Upper	SE	t	df	p _{tukey}
2022 рік – 2023 рік	-0,845	-1,067	-0,623	0,085	-9,888	15,04	< 0,001***
2022 рік – 2024 рік	-1,283	-1,616	-0,951	0,126	-10,212	12,74	< 0,001***
2023 рік – 2024 рік	-0,438	-0,805	-0,072	0,144	-3,042	18,85	0,018*

Примітка: SE – стандартна помилка; t – значення критерію Стьюдента; df – скориговані ступені свободи (за Велчем); ** p < 0,01, *** p < 0,001 – рівні статистичної значущості, Розрахунки проведено з використанням стійкого до неоднорідності дисперсій критерію Геймса-Хоуелла (Games-Howell post-hoc test).

Аналіз статистичних даних підтверджує наявність сильної детермінованої залежності між показниками продуктивності шафрану та параметрами густоти насадження (табл. 4.29). Згідно з результатами кореляційної матриці, щільність посадки виявляє значущий прямий зв’язок із кількістю квіток (r = 0,543; p < 0,001), сирою масою квіток (r = 0,429; p = 0,009) та сухою масою маточок (r = 0,407; p = 0,014). Особливо висока тіснота зв’язку встановлена між кількістю квіток та виходом сухої маси маточок, де коефіцієнт кореляції досягає значень r = 0,982. Крім того, виявлена пряма залежність між густотою та сирою масою маточок (r = 0,446; p = 0,006), а також сухою масою пелюсток та тичинок (r = 0,364; p = 0,029), що свідчить про комплексний вплив щільності посадки на всі компоненти біологічної врожайності. Високий рівень вірогідності отриманих зв'язків дозволяє використовувати дані показники як надійні індикатори для прогнозування продуктивності посівів при оптимізації схем садіння у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Таблиця 4.29. Кореляційна матриця зв'язку між щільністю посадки
шафрану та показниками продуктивності

Показник	Pearson's r	p
Кількість квіток, шт/м ² - Кількість бульбоцибулин на 1 м ²	0,543***	< 0,001
Кількість квіток, шт/м ² - Сира маса квіток, г/м ²	0,987***	< 0,001
Кількість квіток, шт/м ² - Сира маса маточок, г/м ²	0,990***	< 0,001
Кількість квіток, шт/м ² - Суха маса пелюсток та тичинок, г/м ²	0,970***	< 0,001
Кількість квіток, шт/м ² - Суха маса маточок, г/м ²	0,982***	< 0,001
Кількість бульбоцибулин на 1 м ² - Сира маса квіток, г/м ²	0,429**	0,009
Кількість бульбоцибулин на 1 м ² - Сира маса маточок, г/м ²	0,446**	0,006
Кількість бульбоцибулин на 1 м ² - Суха маса пелюсток та тичинок, г/м ²	0,364*	0,029
Кількість бульбоцибулин на 1 м ² - Суха маса маточок, г/м ²	0,407*	0,014
Сира маса квіток, г/м ² - Сира маса маточок, г/м ²	1,000***	< 0,001
Сира маса квіток, г/м ² - Суха маса пелюсток та тичинок, г/м ²	0,996***	< 0,001
Сира маса квіток, г/м ² - Суха маса маточок, г/м ²	0,999***	< 0,001
Сира маса маточок, г/м ² - Суха маса пелюсток та тичинок, г/м ²	0,994***	< 0,001
Сира маса маточок, г/м ² - Суха маса маточок, г/м ²	0,999***	< 0,001
Суха маса пелюсток та тичинок, г/м ² - Суха маса маточок, г/м ²	0,998***	< 0,001

Примітка: кореляція значуща на рівні * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

Параметри побудованих лінійних моделей регресії дозволяють кількісно оцінити вплив фактора густоти на одиницю площі. Встановлено, що збільшення кількості бульбоцибулин на 1 м² забезпечує зростання кількості квіток на 1,789 шт/м² ($t = 3,770$) (табл. 4.30). Відповідно до отриманих нестандартизованих коефіцієнтів регресії (b), зміна густоти на одиницю площі зумовлює приріст сирої маси квіток на 0,672 г/м², сирої маси маточок на 0,053 г/м² та сухої маси маточок на 0,008 г/м² при стандартній помилці $SE = 0,003$.

Таблиця 4.30. Параметри лінійної регресії впливу густоти на продуктивність шафрану

Показник	Unstandardized Coefficient (b)	Standard Error (SE)	Standardized Coefficient (β)	t	p
Кількість квіток, шт/м ²	1,789	0,475	0,543	3,770	< 0,001
Сира маса квіток, г/м ²	0,672	0,243	0,429	2,770	0,009
Сира маса маточок, г/м ²	0,053	0,018	0,446	2,904	0,006
Суха маса пелюсток та тичинок, г/м ²	0,052	0,023	0,364	2,278	0,029
Суха маса маточок, г/м ²	0,008	0,003	0,407	2,596	0,014

Примітка: b – нестандартизований коефіцієнт регресії; β – стандартизований коефіцієнт регресії; SE – стандартна помилка; t – t-критерій Стьюдента; p – рівень значущості. Коефіцієнти відображають зміну параметрів при зміні кількості бульбоцибулин на 1 м².

Стандартизовані коефіцієнти (β) перебувають у межах 0,364–0,543, що свідчить про стабільно позитивну динаміку накопичення біомаси при інтенсифікації насаджень. Рівень значущості отриманих моделей (p від < 0,001 до 0,029) підтверджує їх високу прогнозуючу здатність для оптимізації схем садіння.

Висновки до підрозділу 4.2:

Найвищу врожайність шафрану посівного забезпечує схема розміщення 20 х 5 см, за якої середня щільність цвітіння становить 232,4 шт./м², що у 2,57 раза перевищує показники схеми 20 х 20 см (90,4 шт./м²). Вихід сирої маси маточок за максимального ущільнення (20 х 5 см) становить 8,37 г/м² проти 4,07 г/м² у варіанті 20 х 20 см.

Збільшення кроку посадки в ряду з 5 до 10 см призводить до математично доведеного зниження кількості квіток на 29,7%. Дисперсійний аналіз підтвердив домінантний вплив року вирощування на формування сухої маси маточок (η^2 = 82,4%), тоді як частка впливу схеми розміщення рослин склала 14,2%. Статистично значущої різниці між схемами 20 х 15 см та 20 х 20 см за виходом

сухої маси маточок не виявлено, що вказує на біологічну межу ефективності розрідження насаджень. Найбільш інтенсивний темп накопичення сухої маси маточок припадає на другий рік вегетації (2023 р.) із приростом 234,9% порівняно з першим роком, проте свого кількісного максимуму врожайність досягає на третій рік вирощування. У 2024 році зафіксовано пікову врожайність сухої маси маточок на рівні 2,24 г/м² за умови використання схеми 20 x 5 см.

Кореляційний аналіз підтвердив пряму функціональну залежність ($r = 0,982$) між щільністю цвітіння та виходом сухої маси маточок. Регресійна модель ($b = 1,789$) доводить стабільне зростання врожайності сухих маточок при збільшенні густоти насадження, що свідчить про відсутність критичної конкуренції між рослинами. В умовах Правобережного Лісостепу України схема 20 x 5 см є найбільш ефективною, оскільки забезпечує максимальну акумуляцію сухої маси маточок з одиниці площі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Безвіконний, П. В., Тарасюк, В. А., & Потапський, Ю. В. (2025). Удосконалення агротехніки вирощування базилика звичайного (*Ocimum basilicum* L.) в умовах Західного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, (47), 9–14. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-2.1>
2. Бобось, І. М., & Ярмоленко, Н. А. (2023, 28 лютого – 1 березня). Продуктивність сортів васильків справжніх для свіжого споживання. У *Овочівництво і багтанництво: історичні аспекти, сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку: Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції* (Т. 2, с. 36–39). Друкарня ФОП Гуляєва В. М.
3. Бобось, І. М., & Ярмоленко, Н. А. (2024, 13–14 березня). Конвеєрне вирощування васильків справжніх (*Ocimum basilicum* L.). У *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки): VIII Міжнародна науково-практична конференція* (Т. 3, с. 24–28). Друкарня ФОП Гуляєва В. М. <https://ovoch.com/assets/files/conference/tezu/tom-3-osnovni-2024.pdf>
4. Бобось, І. М., & Ярмоленко, Н. А. (2024, 18–19 квітня). Вирощування васильків справжніх у конвеєрі. У *Науково-інноваційний розвиток агропромисловості як запорука продовольчої безпеки України: вчора, сьогодні, завтра: V-а науково-практична конференція* (с. 163–165). Твори. <https://dnsgb.com.ua/assets/files/2024/04/zbirnuk-5.pdf>
5. Бондаренка, Г. Л., & Яковенко, К. І. (2001). *Методика дослідної справи в овочівництві і багтанництві* / за ред. ГЛ Бондаренка, КІ Яковенка. Х.: Основа, 280, 281.
6. Куценко, О. І., & Гаврись, І. Л. (2025). Вплив світлодіодного освітлення на господарсько-біологічні показники салату посівного та васильків справжніх. *Український журнал природничих наук*, (11), 162–169. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.17>

7. Кучер, І. О. (2022, 1–2 березня). *Урожайність васильків справжніх у Правобережному Лісостепу України* [Доповідь]. VIII Міжнародна науково-практична конференція «Овочівництво і баштанництво: історичні аспекти, сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку», Крути, Україна.
8. Попович, Г. Б., Садовська, Н. П., Гамор, А. Ф., & Сікура, М. С. (2023). Вплив фону живлення та сортового складу на продуктивність листової маси васильків справжніх (*Oscimum basilicum* L.). *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*, 102(1), 202–214. <https://doi.org/10.32782/2415-8240-2023-102-1-202-214>
9. Созикін, А. В. (2025). Сортова реакція васильків справжніх на строк сівби та висадки розсади в умовах Правобережного Лісостепу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*, (49), 142–146. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.21>
10. Улянич, О. І., & Кучер, І. О. (2019, 21 листопада). *Урожайність васильків справжніх залежно від строків висаджування розсади у відкритий ґрунт* [Доповідь]. VII Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні питання аграрної науки», Умань, Україна.
11. Улянич, О. І., & Кучер, І. О. (2021, 25 червня). *Вирощування касетної розсади васильків справжніх* [Доповідь]. Всеукраїнська наукова інтернет-конференція «Сучасні проблеми біології в умовах змін клімату», Умань, Україна.
12. Улянич, О. І., Василенко, О. В., Яценко, В. В., & Кучер, І. О. (2020). Урожайність і якість васильків справжніх залежно від способу вирощування розсади та строків висаджування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*, (97), 218–228. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-97-1-218-228>
13. Улянич, О. І., Воробйова, Н. В., & Кучер, І. О. (2020, 12 березня). *Урожайність васильків справжніх залежно від строку висаджування розсади у відкритий ґрунт у Правобережному Лісостепу України* [Доповідь]. IV Міжнародна науково-практична конференція «Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння», Крути, Україна.

14. Улянич, О. І., Воробйова, Н. В., & Кучер, І. О. (2020). Встановлення оптимального строку висаджування розсади васильків справжніх та його вплив на урожайність. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*, (96), 508–519.

15. Улянич, О. І., Кучер, І. О., & Ваховська, А. В. (2021, 22 квітня). *Вплив способу вирощування і строку висаджування розсади на урожайність васильків справжніх* [Доповідь]. Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Актуальні питання виробництва плодоовочевої продукції та винограду», Мелітополь, Україна.

16. Улянич, О. І., Кучер, І. О., & Рудюк, В. М. (2020, 12 червня). *Строк вирощування касетної розсади васильків справжніх* [Доповідь]. VIII Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Наука, тенденції та перспективи овочівництва в Україні», Умань, Україна.

17. A'yuni, D. Q., Sa'adi, A., & Widjiati, W. (2023). Ethanol extract of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves inhibits endometriosis growth in a mouse model by modulating vascular endothelial growth factor (VEGF) expression. *Journal of Medicine and Life*, 16(8), 1224–1232. <https://doi.org/10.25122/jml-2023-0225>

18. Abbaszade-Cheragheali, A., Beheshti, F., Kakhki, S., Khatibi, S. R., Dehnokhalaji, F., Akbari, E., Fathi, H., & Safari Farimani, S. (2022). Crocin, the main active saffron (*Crocus sativus* L.) constituent, as a potential candidate to prevent anxiety and depressive-like behaviors induced by unpredictable chronic mild stress. *Neuroscience Letters*, 791, 136912. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2022.136912>

19. Abou Fayssal, S., Kumar, P., Popescu, S. M., Sardar, H., Ahmad, R., Gupta, D., ... & Al-Ghamdi, A. G. (2024). Health risk assessment of heavy metals in saffron (*Crocus sativus* L.) cultivated in domestic wastewater and lake water irrigated soils. *Heliyon*, 10(5), e27138. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27138>

20. Abu-Izneid, T., Rauf, A., Khalil, A. A., Olatunde, A., Khalid, A., Alhumaydhi, F. A., ... Rengasamy, K. R. R. (2022). Nutritional and health beneficial properties of saffron (*Crocus sativus* L.): A comprehensive review. *Critical Reviews in*

Food Science and Nutrition, 62(10), 2683–2706.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1857682>

21. Abudeshesh, R. M., Aboul-Nasr, A. M., Khairy, H. M., Atia, M. A., & Sabra, M. A. (2024). Differential impacts of interactions between *Serendipita indica*, *Chlorella vulgaris*, *Ulva lactuca* and *Padina pavonica* on basil (*Ocimum basilicum* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 206, 108218.
<https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108218>

22. Acharya, B. S., Ghalehgholabbehbahani, A., Hamido, S., Zinati, G., Bozzolo, A., Archer, L., ... & Panday, D. (2025). Saffron (*Crocus sativus* L.): The golden spice—management, challenges, and opportunities for sustainable production in the United States. *Journal of Agriculture and Food Research*, 21, 101970.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101970>

23. Adamczyk-Szabela, D., & Wolf, W. M. (2024). The influence of copper and zinc on photosynthesis and phenolic levels in basil (*Ocimum basilicum* L.), borage (*Borago officinalis* L.), common nettle (*Urtica dioica* L.) and peppermint (*Mentha piperita* L.). *International Journal of Molecular Sciences*, 25(7), 3612.
<https://doi.org/10.3390/ijms25073612>

24. Agarwal, N., Kolba, N., Jung, Y., Cheng, J., & Tako, E. (2022). Saffron (*Crocus sativus* L.) flower water extract disrupts the cecal microbiome, brush border membrane functionality, and morphology in vivo (*Gallus gallus*). *Nutrients*, 14(1), 220. <https://doi.org/10.3390/nu14010220>

25. Aghamirzaei, H., Mumivand, H., Nia, A. E., Raji, M. R., Maroyi, A., & Maggi, F. (2024). Effects of micronutrients on the growth and phytochemical composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) in the field and greenhouse (hydroponics and soil culture). *Plants*, 13(17), 2498. <https://doi.org/10.3390/plants13172498>

26. Ahmadian, A., Esmaeilian, Y., Tavassoli, A., Fernández-Gálvez, J., & Caballero-Calvo, A. (2024). Application of a superabsorbent hydrogel for improving water productivity and quality of saffron (*Crocus sativus* L.) under water deficit conditions. *Scientia Horticulturae*, 336, 113411.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113411>

27. Ahmed, M. N., Abourat, K., Gagour, J., Sakar, E. H., Majourhat, K., Koubachi, J., & Gharby, S. (2024). Valorization of saffron (*Crocus sativus* L.) stigma as a potential natural antioxidant for soybean (*Glycine max* L.) oil stabilization. *Heliyon*, 10(4), e25875. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e25875>
28. Ahmed, M. N., Abourat, K., Gagour, J., Sakar, E. H., Majourhat, K., & Gharby, S. (2024). Saffron (*Crocus sativus* L.) stigmas as a potential natural additive to improve oxidative stability attributes of sunflower (*Helianthus annuus* L.) oil stored under different conditions. *Grain & Oil Science and Technology*, 7(3), 133–149. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2024.06.001>
29. Ahmed, M. N., Eljid, A., Asbbane, A., Hallouch, O., Ibourki, M., Guenaze, B., ... & Gharby, S. (2024). Direct enrichment through conventional and ultrasound-assisted maceration of sunflower (*Helianthus annuus* L.) oil with saffron (*Crocus sativus* L.) stigmas as a natural antioxidant. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101522. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101522>
30. Ahmed, Z. S., Salim, A. M., Al-Dur, E. T. H., et al. (2025). Optimizing micropropagation and microcorm induction in saffron (*Crocus sativus* L.) using PGRs (NAA and BAP) and elicitor salicylic acid. *BMC Plant Biology*, 25, 877. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06900-4>
31. Aissa, R., Ibourki, M., Ait Bouzid, H., Bijla, L., Oubannin, S., Sakar, E. H., ... & Gharby, S. (2023). Phytochemistry, quality control and medicinal uses of saffron (*Crocus sativus* L.): An updated review. *Journal of Medicine and Life*, 16(6), 822–835. <https://doi.org/10.25122/jml-2022-0353>
32. Akbar, F. N., Mahmood, S., Mueen-ud-din, G., Yamin, M., & Murtaza, M. A. (2024). Exploring the effects of drying method and temperature on the quality of dried basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves: A sustainable and eco-friendly drying solution. *Resources*, 13(9), 121. <https://doi.org/10.3390/resources13090121>
33. Alikarieva, D. M., Bakhshi, M. A., & Esov, R. A. (2024). *Dominants of xerophilic under conditions of degradation of sandy soils and mesophilic flora in the surroundings of Kumkurgan*. Дослідна станція «Маяк» ІОБ НААН.

34. Altay, K., Dirim, S. N., & Hayaloglu, A. A. (2024). Effects of different drying processes on the quality changes in Arapgir purple basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves and drying-induced changes in bioactive and volatile compounds and essential oils. *Journal of Food Science*, 89(12), 9088–9107. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17515>
35. Álvarez, E., González-Hedström, D., Morán-Valero, M. I., SanJuan, R. M., Trapero, V., & Díez-Municio, M. (2024). Evaluation of the organoleptic perception of a new saffron (*Crocus sativus* L.) powder as a flavoring substitute for saffron stigmas in culinary applications. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 35, 100834. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100834>
36. Amanpour, A., Soltani, M., Lipan, L., Garcia-Garví, J. M., Hernández-García, F., Carbonell-Barrachina, Á. A., & Nadal, E. S. (2024). Comparative study on nutraceutical and sensorial characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) cultivated in Iran, Spain, and Türkiye. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(12), 7580–7591. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13594>
37. Amini, S., Mohseni, H., Abiri, B., & Jafarirad, S. (2023). The role of saffron (*Crocus sativus* L.) on testosterone and depression in andropause middle-aged and elderly men: A systematic review. *Nutrition & Food Science*, 53(8), 1419–1436. <https://doi.org/10.1108/NFS-03-2023-0071>
38. Anaeigoudari, F., Anaeigoudari, A., & Kheirkhah-Vakilabad, A. (2023). A review of therapeutic impacts of saffron (*Crocus sativus* L.) and its constituents. *Physiological Reports*, 11(15), e15785. <https://doi.org/10.14814/phy2.15785>
39. Angeli, L., Munoz, E. C., Ballabio, D., Morozova, K., & Scampicchio, M. (2025). ¹H NMR spectroscopy combined with chemometrics for detection of turmeric adulteration in Italian saffron (*Crocus sativus* L.). *Food Control*, 111560. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111560>
40. Askary, M., Behdani, M. A., Mollaei, H., & Fallahi, H. R. (2023). Evaluation of the effects of organic and conventional cultivation practices on phytochemical and anti-cancer activities of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of*

41. Askary, M., Behdani, M. A., Mollaei, H., Fallahi, H. R., Azarmi-Atajan, F., & Mokhtari Macinaei, H. (2024). Bioactive compounds and apoptotic effects of saffron (*Crocus sativus* L.) in different fertilizer conditions. *Biochemical Systematics and Ecology*, 114, 104806. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2024.104806>
42. Attia, H., Rebah, F., Ouhibi, C., Saleh, M. A., Althobaiti, A. T., Alamer, K. H., Ben Nasri, M., & Lachaâl, M. (2022). Effect of potassium deficiency on physiological responses and anatomical structure of basil, *Ocimum basilicum* L. *Biology*, 11(11), 1557. <https://doi.org/10.3390/biology11111557>
43. Azari, S. J., Sorooshzadeh, A., Nabati, J., & Oskoueian, E. (2022). Relationship between fertilization and planting depths on antioxidant activity in saffron (*Crocus sativus* L.). *Industrial Crops and Products*, 191, 116004. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.116004>
44. Azarnejad, N., Celletti, S., Ghorbani, M., Fedeli, R., & Loppi, S. (2024). Dose-dependent effects of a corn starch-based bioplastic on basil (*Ocimum basilicum* L.): Implications for growth, biochemical parameters, and nutrient content. *Toxics*, 12(1), 80. <https://doi.org/10.3390/toxics12010080>
45. Azizah, N. S., Irawan, B., Kusmoro, J., Safriansyah, W., Farabi, K., Oktavia, D., Doni, F., & Miranti, M. (2023). Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.)—A review of its botany, phytochemistry, pharmacological activities, and biotechnological development. *Plants*, 12(24), 4148. <https://doi.org/10.3390/plants12244148>
46. Bagnazari, M., Alymanesh, M. R., Ghanbari, F., et al. (2025). Isolated endophytic bacteria promoted growth, essential oil content, and antioxidant activity in Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Scientific Reports*, 15, Article 36205. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-20218-z>
47. Bajomo, E. M., Aing, M. S., Ford, L. S., & Niemeyer, E. D. (2022). Chemotyping of commercially available basil (*Ocimum basilicum* L.) varieties: Cultivar and morphotype influence phenolic acid composition and antioxidant properties. *NFS Journal*, 26, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2022.01.001>

48. Bakhtiar, Z., & Mirjalili, M. H. (2024). How to cook sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves to obtain the highest nutrient bioaccessibility and bioactive compounds? *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 36, 100915. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2024.100915>
49. Bashir, S., Hussain, S. Z., Jan, N., Naseer, B., Zargar, I. A., Murtaza, I., & Yaseen, M. (2025). Structural integrity, bioactive components, and physico-chemical characteristics of Kashmiri saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by different drying techniques. *Food Chemistry*, 476, 143511. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143511>
50. Beltran-Medina, J. I., Ouazaa, S., Chaali, N., Jaramillo Barrios, C. I., Pedroza Berrío, K. J., Hoyos Cartagena, J. A., & Calderón Carvajal, J. E. (2025). Assessing crop evapotranspiration and edaphoclimatic variability for basil (*Ocimum basilicum* L.) under ENSO-modulated tropical conditions in Colombia. *Frontiers in Soil Science*, 5, 1621669. <https://doi.org/10.3389/fsoil.2025.1621669>
51. Bouothmany, K., Benrkia, R., Aoussar, N., Ouguerram, K., Benbacer, L., Fougère, L., Destandau, E., & Mellouki, F. (2025). Novel insight into the potential of flavonol-enriched extracts from saffron (*Crocus sativus* L.) floral bio-residues as source of antioxidants agents. *South African Journal of Botany*, 179, 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2025.02.014>
52. Branca, F., Treccarichi, S., Ruberto, G., Renda, A., & Argento, S. (2024). Comprehensive morphometric and biochemical characterization of seven basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes: Focus on light use efficiency. *Agronomy*, 14(1), 224. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010224>
53. Brindisi, L. J., & Simon, J. E. (2023). Preharvest and postharvest techniques that optimize the shelf life of fresh basil (*Ocimum basilicum* L.): A review. *Frontiers in Plant Science*, 14, Article 1237577. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1237577>
54. Brindisi, L. J., O'Brien, R., Hayes, B. K., Kotwal, S., Wu, Q., Simon, J. E., & Tepper, B. J. (2025). Relationship between sensory perceptions and volatile and phenolic compounds of fresh basil (*Ocimum basilicum* L.) evaluated by multivariate

statistics. *Journal of Food Science*, 90(4), e70194. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.70194>

55. Chamkhi, I., Sbabou, L., & Aurag, J. (2023). Improved growth and quality of saffron (*Crocus sativus* L.) in the field conditions through inoculation with selected native plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). *Industrial Crops and Products*, 197, 116606. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116606>

56. Chamkhi, I., Sbabou, L., & Aurag, J. (2023). Isolation and screening of multi-trait plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) colonizing saffron (*Crocus sativus* L.) rhizosphere. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 51, 102730. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102730>

57. Chan, C. A., Ho, L. Y., & Sit, N. W. (2022). Larvicidal activity and phytochemical profiling of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaf extract against Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*). *Horticulturae*, 8(5), 443. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050443>

58. Chaouqi, S., Moratalla-López, N., Alonso, G. L., Lorenzo, C., Zouahri, A., Asserar, N., ... & Guedira, T. (2023). Effect of soil composition on secondary metabolites of Moroccan saffron (*Crocus sativus* L.). *Plants*, 12(4), 711. <https://doi.org/10.3390/plants12040711>

59. Chaudhary, N., Kothari, D., Walia, S., Ghosh, A., Vaghela, P., & Kumar, R. (2023). Biostimulant enhances growth and corm production of saffron (*Crocus sativus* L.) in non-traditional areas of North western Himalayas. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1097682. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1097682>

60. Chaves, R. P. F., Araújo, A. L. d., Lopes, A. S., & Pena, R. d. S. (2023). Convective drying of purple basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves and stability of chlorophyll and phenolic compounds during the process. *Plants*, 12(1), 127. <https://doi.org/10.3390/plants12010127>

61. Chen, J., Xu, X., Yang, S., Qian, X., Tao, Y., Zhou, G., ... & Li, L. (2025). Integrative analyses of metabolome and transcriptome reveals apocarotenoid and flavonoid biosynthesis during saffron (*Crocus sativus* L.) stigmas development. *Food Science & Nutrition*, 13(8), e70712. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70712>

62. Ciriello, M., Carillo, P., Lentini, M., & Roupael, Y. (2025). Influence of pre-harvest factors on the storage of fresh basil (*Ocimum basilicum* L.): A review. *Horticulturae*, 11(3), 326. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11030326>
63. Daneshmandi, M. S., Kamkar, B., & Rezadoost, H. (2025). Temperature-dependent variations in saffron (*Crocus sativus* L.) quality: A GIS-based suitability analysis of apocarotenoid concentrations. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 100654. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2025.100654>
64. Daneshmandi, M. S., Sabouri, A., Kakhki, S., & Emami, S. (2024). Assessment of different drying methods with the stability of apocarotenoids and mucilage concentration in saffron (*Crocus sativus* L.) stigmas based on mathematical modeling. *Scientia Horticulturae*, 338, 113684. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113684>
65. Darvish, H., Ramezan, Y., Khani, M. R., & Kamkari, A. (2022). Effect of low-pressure cold plasma processing on decontamination and quality attributes of saffron (*Crocus sativus* L.). *Food Science & Nutrition*, 10(6), 2082–2090. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2824>
66. Dasgan, H. Y., Aldiyab, A., Elgudayem, F., et al. (2022). Effect of biofertilizers on leaf yield, nitrate amount, mineral content and antioxidants of basil (*Ocimum basilicum* L.) in a floating culture. *Scientific Reports*, 12, Article 20917. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24799-x>
67. Deveikytė, J., Blinstrubienė, A., Burbulis, N., & Baltušnikienė, A. (2025). Foliar application of amino acids increases sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) resistance to high-temperature stress. *Plants*, 14(5), 739. <https://doi.org/10.3390/plants14050739>
68. Ebrahimi, A., Amini, R., & Dabbagh Mohammadi Nasab, A. (2026). Enhancement of essential oil yield and quality of basil (*Ocimum basilicum* L.) via intercropping system, AMF and PGPR. *Scientific Reports*, 16, 8164. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-39446-y>
69. Eftekhari, M., Javid, M. G., Aliniaiefard, S., & Nicola, S. (2023). Alteration of flower yield and phytochemical compounds of saffron (*Crocus sativus*

L.) by application of different light qualities and growth regulators. *Horticulturae*, 9(2), 169. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020169>

70. Eghlima, G., Chegini, K. G., Farzaneh, M., et al. (2024). Effect of common horsetail extract on growth characteristics, essential oil yield and chemical compositions of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Scientific Reports*, 14, Article 11082. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61830-9>

71. Ekrami, M., Roshani-Dehlaghi, N., Ekrami, A., Shakouri, M., & Emam-Djomeh, Z. (2022). pH-responsive color indicator of saffron (*Crocus sativus* L.) anthocyanin-activated salep mucilage edible film for real-time monitoring of fish fillet freshness. *Chemistry*, 4(4), 1360–1381. <https://doi.org/10.3390/chemistry4040089>

72. El Caid, M. B., Lachheb, M., Lagram, K., Wang, X., & Serghini, M. A. (2024). Ecotypic variation and environmental influence on saffron (*Crocus sativus* L.) vegetative growth: A multivariate performance analysis. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 43, 100601. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2024.100601>

73. El Midaoui, A., Ghzaïel, I., Vervandier-Fasseur, D., Ksila, M., Zarrouk, A., Nury, T., ... & Lizard, G. (2022). Saffron (*Crocus sativus* L.): A source of nutrients for health and for the treatment of neuropsychiatric and age-related diseases. *Nutrients*, 14(3), 597. <https://doi.org/10.3390/nu14030597>

74. Elakrouch, M., Mohaddab, M., Elmoussaoui, S., Libault, A., Rachid, A., & Jijakli, M. H. (2026). Agronomic performance, mineral composition, and biochemical characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in trout (*Oncorhynchus mykiss*) aquaponic systems. *Biology*, 15(6), 511. <https://doi.org/10.3390/biology15060511>

75. Esmaeelian, M., Jahani, M., Feizy, J., & Einafshar, S. (2024). Foam and emulsion properties of crude saponin extract from saffron (*Crocus sativus* L.) corm. *Journal of Food Engineering*, 370, 111956. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.111956>

76. Fayeziadeh, M. R., Ansari, N. A., Sourestani, M. M., Fujita, M., & Hasanuzzaman, M. (2024). Management of secondary metabolite synthesis and

biomass in basil (*Ocimum basilicum* L.) microgreens using different continuous-spectrum LED lights. *Plants*, 13(10), 1394. <https://doi.org/10.3390/plants13101394>

77. Fedorenko, V., Havrilyuk, M., Ulianych, O., Kucher, I., Yatsenko, V., Vorobiova, N., & Lazariev, O. (2021). Effect of superabsorbent on soil moisture, productivity and some physiological and biochemical characteristics of basil. *Agronomy Research*, 19(2), 394–407. <https://doi.org/10.15159/AR.21.080>

78. Feizi, H., Hosseini, S. Z., & Moradi, R. (2025). Synergistic effects of humic acid and foliar application of micronutrients (Fe, Zn, Mn, Cu) on saffron (*Crocus sativus* L.) growth and biochemical compounds. *Journal of Agriculture and Food Research*, 19, 101601. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101601>

79. Foschi, M., Di Donato, F., Biancolillo, A., D’Emilia, F., Maggi, M. A., & D’Archivio, A. A. (2024). A novel and simple method based on the chemometric treatment of UV–visible spectra of acetonitrile extracts to detect plant-derived adulterants in saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 137, 106973. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106973>

80. Gao, D., Ji, X., Yuan, Q., Pei, W., Zhang, X., Li, F., Han, Q., & Zhang, S. (2023). Effects of total daily light integral from blue and broad-band red LEDs on flowering of saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientific Reports*, 13(1), 7175. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34424-0>

81. Gebremeskel, A. F., Ngoda, P. N., Kamau-Mbuthia, E. W., & Mahungu, S. M. (2022). The effect of roasting, storage temperature, and ethanoic basil (*Ocimum basilicum* L.) extract on the oxidative stability of crude sesame (*Sesamum indicum* L.) oil. *Food Science & Nutrition*, 10(8), 2736–2748. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2877>

82. Ghobadi, H., Abdollahi, N., Madani, H., & Aslani, M. R. (2022). Effect of crocin from saffron (*Crocus sativus* L.) supplementation on oxidant/antioxidant markers, exercise capacity, and pulmonary function tests in COPD patients: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 884710. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.884710>

83. Gohari, G., Panahirad, S., Mohammadi, A., Kulak, M., Dadpour, M. R., Lighvan, Z. M., ... & Akbari, A. (2023). Characterization of octa-aminopropyl

polyhedral oligomeric silsesquioxanes (OA-POSS) nanoparticles and their effect on sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) response to salinity stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 196, 89–102. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.01.019>

84. González Forte, L., Garita, S., Bernardo, V., et al. (2025). The potential of melatonin in the mitigation of adverse effects of salt stress in basil (*Ocimum basilicum* L.) plants. *BMC Plant Biology*, 25, 1480. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-07566-8>

85. Guo, Y., Tian, L., Zhu, X., et al. (2025). Antagonism of *Bacillus velezensis* ZGE166 against the pathogenic fungi causing corm rot disease in saffron (*Crocus sativus* L.). *Microbial Ecology*, 88, 40. <https://doi.org/10.1007/s00248-025-02539-8>

86. Gurkan, H., & Hayaloglu, A. A. (2023). Changes in volatiles and essential oil composition of three organs (leaf, stem and flower) of purple basil (*Ocimum basilicum* L.) by GC–MS combined with multivariate statistical approach. *Food Chemistry Advances*, 2, 100292. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100292>

87. Han, S., Cao, Y., Wu, X., Xu, J., Nie, Z., & Qiu, Y. (2024). New horizons for the study of saffron (*Crocus sativus* L.) and its active ingredients in the management of neurological and psychiatric disorders: A systematic review of clinical evidence and mechanisms. *Phytotherapy Research*, 38(5), 2276–2302. <https://doi.org/10.1002/ptr.8110>

88. Hani, O. E., García-Guzmán, J. J., Palacios-Santander, J. M., Digua, K., Amine, A., Gharby, S., & Cubillana-Aguilera, L. (2023). Geographical classification of saffron (*Crocus sativus* L.) using total and synchronous fluorescence combined with chemometric approaches. *Foods*, 12(9), 1747. <https://doi.org/10.3390/foods12091747>

89. Harika, N., Verma, A. K., Krishnani, K. K., Hittinahalli, C. M., Reddy, R., & Pai, M. (2024). Supplementation of potassium in aquaculture wastewater and its effect on growth performance of basil (*Ocimum basilicum* L) and pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*) in NFT-based aquaponics. *Scientia Horticulturae*, 323, 112521. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112521>

90. Hasheminasab, F. S., & Azimi, M. (2025). Efficacy of saffron (*Crocus sativus* L.) and its constituents on breast cancer, a systematic review of preclinical

studies and potential therapeutic mechanisms. *Integrative Cancer Therapies*, 24. <https://doi.org/10.1177/15347354251361450>

91. Hasheminasab, F. S., Azimi, M., & Raeiszadeh, M. (2024). Therapeutic effects of saffron (*Crocus sativus* L) on female reproductive system disorders: A systematic review. *Phytotherapy Research*, 38(6), 2832–2846. <https://doi.org/10.1002/ptr.8186>

92. Hasheminasab, F. S., Hajimonfarednejad, M., Najibi, S. M., & Hashempur, M. H. (2026). Adverse events of saffron (*Crocus sativus* L.): Systematic review of current evidence. *Health Science Reports*, 9(5), e72212. <https://doi.org/10.1002/hsr2.72212>

93. Ibourki, M., Hallouch, O., Ahmed, M. N., Sabraoui, T., Devkota, K., Sakar, E. H., ... & Gharby, S. (2024). Minerals and heavy metals profiling of Moroccan saffron (*Crocus sativus* L.): A comparative study across diverse agro-ecological areas. *Journal of Food Composition and Analysis*, 135, 106651. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106651>

94. Jadhav, V., Grondona, T., Pistillo, A., Pennisi, G., Ghio, M., Gianquinto, G., & Orsini, F. (2025). Optimizing planting density for increased resource use efficiency in baby-leaf production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and basil (*Ocimum basilicum* L.) in vertical farms. *Horticulturae*, 11(4), 343. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11040343>

95. Jahanbani, S., Mumivand, H., Zahedi, B., & Argento, S. (2024). Foliar application of urea and amino acids regulates growth, photosynthesis, pigments, antioxidant activity, and the essential oil content and composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agronomy*, 14(12), 2950. <https://doi.org/10.3390/agronomy14122950>

96. Jakovljević, D., Warchoń, M., Kula-Maximenko, M., & Skrzypek, E. (2025). Toward routine basil (*Ocimum basilicum* L.) callus culture analysis using non-destructive Raman spectroscopy. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 340, 126326. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2025.126326>

97. Jazani, A. M., Karimi, A., & Azgomi, R. N. D. (2022). The potential role of saffron (*Crocus sativus* L.) and its components in oxidative stress in diabetes

mellitus: A systematic review. *Clinical Nutrition ESPEN*, 48, 148–157. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.01.022>

98. Jose-Santhi, J., Sheikh, F. R., Kalia, D., & Singh, R. K. (2023). Sugar metabolism mediates temperature-dependent flowering induction in saffron (*Crocus sativus* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 206, 105150. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.105150>

99. Juškevičienė, D., Radzevičius, A., Viškelis, P., Maročkienė, N., & Karklelienė, R. (2022). Estimation of morphological features and essential oil content of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown under different conditions. *Plants*, 11(14), 1896. <https://doi.org/10.3390/plants11141896>

100. Kanmaz, H., Gokce, Y., & Hayaloglu, A. A. (2023). Volatiles, phenolic compounds and bioactive properties of essential oil and aqueous extract of purple basil (*Ocimum basilicum* L.) and antidiabetic activity in streptozotocin-induced diabetic Wistar rats. *Food Chemistry Advances*, 3, 100429. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100429>

101. Karim, M., Pirzad, S., Shirsalimi, N., et al. (2024). Effects of saffron (*Crocus sativus* L.) supplementation on cardiometabolic indices in diabetic and prediabetic overweight patients: A systematic review and meta-analysis of RCTs. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 16, 286. <https://doi.org/10.1186/s13098-024-01530-6>

102. Kaveh, H. (2025). Enhancing saffron (*Crocus sativus* L.) cormlet production under high-temperature stress: Integration of biological and nanoparticle treatments. *Plant Physiology and Biochemistry*, 222, 109702. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2025.109702>

103. Khadfy, Z., Atifi, H., Mamouni, R., Jadouali, S. M., Chartier, A., Nehmé, R., ... & Tahiri, A. (2023). Nutraceutical and cosmetic applications of bioactive compounds of saffron (*Crocus sativus* L.) stigmas and its by-products. *South African Journal of Botany*, 163, 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.10.058>

104. Kokkinaki, F., & Ordoudi, S. A. (2023). Insights into the FTIR spectral fingerprint of saffron (*Crocus sativus* L.) stigmas after gentle drying treatments. *Food*

and *Bioprocess Technology*, 16, 3057–3072. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03119-9>

105. Komar, O., Bobos, I., Fedosiy, I., Shemetun, O., & Havrys, I. (2024). Phenological observations on the growth and development of saffron (*Crocus sativus* L.) in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Plant and Soil Science*, 15(2), 18–31. <https://doi.org/10.31548/plant2.2024.18>

106. Kosem, H., Kocak, M. Z., Kaysim, M. G., Celikcan, F., & Kulak, M. (2022). Liquid leachate produced from vermicompost effects on some agronomic attributes and secondary metabolites of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) exposed to severe water stress conditions. *Horticulturae*, 8(12), 1190. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8121190>

107. Kucher, I. O. (2021). Adaptive variability of basil (*Ocimum basilicum* L.) varieties. *Plant Varieties Studying and Protection*, 17(4), 267–272. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.4.2021.248975>

108. Kumar, R., Subba, R., Chettri, A., Rai, S. K., Bag, N., Chhetri, D. R., Khare, A., Sharma, L., & Sharma, S. S. (2025). Saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation under organic regime in Sikkim Himalaya and prevalence of conditions conducive for corm multiplication. *Scientific Reports*, 15(1), 25414. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-10325-2>

109. Lachguer, K., Boudadi, I., Lachheb, M., Beraouz, I., El Merzougui, S., Ben El Caid, M., ... & Serghini, M. A. (2025). Saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation and properties: A review. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 12(2), 627–646. <https://doi.org/10.22059/IJHST.2025.108>

110. Lachheb, M., El Merzougui, S., Boudadi, I., El Caid, M. B., El Mousadik, A., & Serghini, M. A. (2023). Deciphering phylogenetic relationships and genetic diversity of Moroccan saffron (*Crocus sativus* L.) using SSRg markers and chloroplast DNA SNP markers. *South African Journal of Botany*, 162, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.02.041>

111. Lai, Z., Cao, Y., Zhang, Y., et al. (2026). The antidepressant potential of saffron (*Crocus sativus* L.): Molecular mechanisms, neurotransmitter modulation, gut-

brain axis interactions, and clinical efficacy in major depressive disorder. *Phytochemistry Reviews*, 25, 273–304. <https://doi.org/10.1007/s11101-025-10125-6>

112. Lal, R. K., Gupta, P., Chanotiya, C. S., Mishra, A., & Kumar, A. (2023). The nature and extent of heterosis, combining ability under the influence of character associations, and path analysis in Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Industrial Crops and Products*, 195, Article 116421. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116421>

113. Lauria, G., Piccolo, E. L., Davini, A., Castiglione, M. R., Pieracci, Y., Flamini, G., ... & Landi, M. (2023). Modulation of VOC fingerprint and alteration of physiological responses after supplemental LED light in green-and red-leafed sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Scientia Horticulturae*, 315, 111970. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111970>

114. Lazraq, A. (2022). Micropropagation and potential of bioactive compounds of saffron (*Crocus sativus* L.) for nutrition and health. *Notulae Scientia Biologicae*, 14(3), 11278. <https://doi.org/10.15835/NSB14311278>

115. Lee, G., & Kim, J. (2024). Sufficient light intensity is required for the drought responses in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agronomy*, 14(9), 2101. <https://doi.org/10.3390/agronomy14092101>

116. Lopes, A. S., Dias, T. J., Henschel, J. M., da Silva, T. I., de Moura, V. S., Silva, A. M. O., ... & Batista, D. S. (2024). Methyl jasmonate mitigates salt stress and increases quality of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). *South African Journal of Botany*, 171, 710–718. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.06.039>

117. López-Hernández, M., Criollo-Nuñez, J., Beltran, J. I., & Sandoval-Aldana, A. (2024). Chemical composition and antioxidant activity of ‘Nufar’ basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil from three municipalities of Tolima, Colombia. *Food Chemistry Advances*, 5, Article 100819. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100819>

118. Ly, V., & Zheng, Y. (2025). Alleviation of chilling injury in postharvest sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) with silicon and abscisic acid applications. *Agriculture*, 15(6), 643. <https://doi.org/10.3390/agriculture15060643>

119. Mahmoudi, P., Moieni, A., Nekouei, M. K., Mardi, M., & Salekdeh, G. H. (2026). Induction of stigma-like structures in saffron (*Crocus sativus* L.): Exploring factors and metabolite analysis. *PLOS ONE*, 20(1), e0317186. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317186>
120. Marrone, G., Urciuoli, S., Di Lauro, M., Cornali, K., Montalto, G., Masci, C., ... & Noce, A. (2024). Saffron (*Crocus sativus* L.) and its by-products: Healthy effects in internal medicine. *Nutrients*, 16(14), 2319. <https://doi.org/10.3390/nu16142319>
121. Mirbakhsh, M., Zahed, Z., Mashayekhi, S., & Jafari, M. (2023). Investigation of in vitro apocarotenoid expression in perianth of saffron (*Crocus sativus* L.) under different soil EC. *ArXiv*. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v7i1.508>
122. Mirgos, M., Geszprych, A., Przybył, J. L., Niedzińska, M., Sujkowska-Rybkowska, M., Gajc-Wolska, J., & Kowalczyk, K. (2025). Effect of lighting type on the nitrates concentration, selective bioactive compounds and yield of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) in hydroponic production. *Agronomy*, 15(4), 966. <https://doi.org/10.3390/agronomy15040966>
123. Moghadam, B. H., Rashidlamir, A., Attarzadeh Hosseini, S. R., Gaeini, A. A., & Kaviani, M. (2022). The effects of saffron (*Crocus sativus* L.) in conjunction with concurrent training on body composition, glycaemic status, and inflammatory markers in obese men with type 2 diabetes mellitus: A randomized double-blind clinical trial. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 88(7), 3256–3271. <https://doi.org/10.1111/bcp.15222>
124. Mojtahedi, S., Hooshmand-Moghadam, B., Rosenkranz, S., Shourideh, Z., Amirshaghghi, F., & Shabkhiz, F. (2022). Improvement of inflammatory status following saffron (*Crocus sativus* L.) and resistance training in elderly hypertensive men: A randomized controlled trial. *Experimental Gerontology*, 162, 111756. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2022.111756>
125. Mokhtaran, L., Sabahi, S., Noshad, M., & Noori, S. M. A. (2025). Investigating the effects of basil (*Ocimum basilicum* L.) mucilage and cellulose

nanofiber-based edible films with post-probiotics on fish fillet shelf life. *Applied Food Research*, 5(1), 100704. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100704>

126. Moradi, S., Kafi, M., Aliniaiefard, S., Moosavi-Nezhad, M., Pedersen, C., Gruda, N. S., & Salami, S. A. (2022). Monochromatic blue light enhances crocin and picrocrocin content by upregulating the expression of underlying biosynthetic pathway genes in saffron (*Crocus sativus* L.). *Frontiers in Horticulture*, 1, 960423. <https://doi.org/10.3389/fhort.2022.960423>

127. Nadeem, H. R., Akhtar, S., Sestili, P., Ismail, T., Neugart, S., Qamar, M., & Esatbeyoglu, T. (2022). Toxicity, antioxidant activity, and phytochemicals of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves cultivated in Southern Punjab, Pakistan. *Foods*, 11(9), 1239. <https://doi.org/10.3390/foods11091239>

128. Naim, N., Ennahli, N., Hanine, H., Lahlali, R., Tahiri, A., Fauconnier, M., ... & Ennahli, S. (2022). ATR-FTIR spectroscopy combined with DNA barcoding and GC-MS to assess the quality and purity of saffron (*Crocus sativus* L.). *Vibrational Spectroscopy*, 123, 103446. <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2022.103446>

129. Najafi, Z., Cetinkaya, T., Bildik, F., Altay, F., & Yeşilçubuk, N. Ş. (2022). Nanoencapsulation of saffron (*Crocus sativus* L.) extract in zein nanofibers and their application for the preservation of sea bass fillets. *LWT*, 163, 113588. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113588>

130. Nasiri, M., Niknam, V., Rahnama, H., et al. (2025). Pivotal role of fibrous roots in drought tolerance of saffron (*Crocus sativus* L.) and mitigation of oxidative stress by penconazole. *Scientific Reports*, 15, 19324. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-03374-0>

131. Naviglio, D., Pinto, G., Zarrelli, A., & Gallo, M. (2026). Comprehensive analytical approaches for the characterization and quality assessment of saffron (*Crocus sativus* L.). *ACS Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1021/acsfoodscitech.5c01117>

132. Nazir, S., & Wani, I. A. (2022). Fractionation and characterization of mucilage from Basil (*Ocimum basilicum* L.) seed. *Journal of Applied Research on*

Medicinal and Aromatic Plants, 31, Article 100429.
<https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2022.100429>

133. Nocentini, M., Mastrolonardo, G., Michelozzi, M., Cencetti, G., Lenzi, A., Panettieri, M., ... & Certini, G. (2024). Effects of biochar and compost addition in potting substrates on growth and volatile compounds profile of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(3), 1609–1620.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.13045>

134. Oloumi, H., Zamani, A., Ghotbzadeh, S., & Mozaffari, H. (2024). Zinc and copper toxicity in basil (*Ocimum basilicum* L.) seedlings: Role of melatonin in mitigating stress. *Plant Stress*, 11, 100365.
<https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100365>

135. Ordoudi, S., Ricci, C., Imparato, G., Chroni, M., Nucara, A., Gerardino, A., & Bertani, F. (2024). A non-invasive, sensor-based approach to exploit the autofluorescence of saffron (*Crocus sativus* L.) for on-site evaluation of aging. *Food Chemistry*, 455, 139822. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139822>

136. Oubannin, S., Asbbane, A., Elhaidag, F., Bijla, L., Gagour, J., Harkaoui, S. E., Sakar, E. H., Matthäus, B., & Gharby, S. (2022). Enrichment of argan [*Argania spinosa* (L.) Skeels] oil with saffron (*Crocus sativus* L.) stigma powder and induced changes in oil quality attributes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2023(1), 8895851. <https://doi.org/10.1155/2023/8895851>

137. Oubannin, S., Asbbane, A., Hallouch, O., Nouj, N., Goh, K. W., Bouyahya, A., & Gharby, S. (2025). Ultrasound-assisted enrichment of argan oil (*Argania spinosa* L.) with thyme (*Thymus vulgaris* L), oregano (*Origanum vulgare* L.) and saffron (*Crocus sativus* L.) powders: Impact on bioactive compounds and oxidative stability. *Ultrasonics Sonochemistry*, 119, 107412.
<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2025.107412>

138. Oued Lhaj, M., Moussadek, R., Mouhir, L., Sanad, H., Manhou, K., Iben Halima, O., Yachou, H., Zouahri, A., & Mdarhri Alaoui, M. (2025). Application of compost as an organic amendment for enhancing soil quality and sweet basil (*Ocimum*

basilicum L.) growth: Agronomic and ecotoxicological evaluation. *Agronomy*, 15(5), 1045. <https://doi.org/10.3390/agronomy15051045>

139. Patel, K. S., Dharamsi, A., Priya, M., Jain, S., Mandal, V., Girme, A., ... & Hingorani, L. (2024). Saffron (*Crocus sativus* L.) extract attenuates chronic scopolamine-induced cognitive impairment, amyloid beta, and neurofibrillary tangles accumulation in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 326, 117898. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2024.117898>

140. Patriarca, A., Saccoccio, M., Bortolami, M., Toniolo, C., Vicario, G., Serafini, I., Attisani, A., Rosa, M. D., Spagnoli, M., Vita, D. D., Santi, L., & Sciubba, F. (2026). From field to lab: Exploring the phytochemical potential of Calabrian saffron (*Crocus sativus* L.) biowaste. *Agronomy*, 16(4), 485. <https://doi.org/10.3390/agronomy16040485>

141. Pietrini, F., Wyrwicka-Drewniak, A., Passatore, L., et al. (2024). PFOA accumulation in the leaves of basil (*Ocimum basilicum* L.) and its effects on plant growth, oxidative status, and photosynthetic performance. *BMC Plant Biology*, 24, Article 556. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05269-0>

142. Profico, C. M., Hassanpour, M., Hazrati, S., Ertani, A., Mollaei, S., & Nicola, S. (2025). Sodium selenate biofortification of basil (*Ocimum basilicum* L.) and peppermint (*Mentha × piperita* L.) plants grown in a floating system under salinity stress. *Journal of Agriculture and Food Research*, 21, Article 101842. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101842>

143. Qadir, M. M., Nissar, J., Dar, A. H., Ganaie, T. A., & Bashir, M. (2024). Insights into phytochemistry and bioactive potential of saffron (*Crocus sativus* L) petal. *Future Postharvest and Food*, 1(3), 300–316. <https://doi.org/10.1002/fpf2.12025>

144. Qaryouti, M., Al-Soqeer, A., Abdelaziz, M. E., Gruda, N. S., AlSahly, S., Alrasheed, W., ... & Voogt, W. (2025). Cutting-edge greenhouse practices for better stigma yield and corm quality of saffron (*Crocus sativus* L.). *Frontiers in Plant Science*, 16, Article 1612791. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1612791>

145. Rahimikhoob, H., Sohrabi, T., & Delshad, M. (2024). Variance-based global sensitivity analysis and uncertainty quantification of the AquaCrop model

parameters for basil (*Ocimum basilicum* L.) under different nitrogen fertilizer rates. *Journal of Plant Nutrition*, 47(4), 628–645. <https://doi.org/10.1080/01904167.2023.2280142>

146. Rashid, A., Anwar, F., Qadir, R., Sattar, R., Akhtar, M. T., & Nisar, B. (2023). Characterization and biological activities of essential oil from flowers of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) selected from different regions of Pakistan. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 26(1), 95–107. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2022.2155073>

147. Razavizadeh, B. M., & Ziaratnia, S. M. (2024). Ultrasound treatment on saffron (*Crocus sativus* L.) corm: Impact on textural, morphological, and microbial properties and stigma-derived metabolite compositions. *Heliyon*, 10(22), e40548. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40548>

148. Romano, R., De Luca, L., Aiello, A., Pagano, R., Di Pierro, P., Pizzolongo, F., & Masi, P. (2022). Basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves as a source of bioactive compounds. *Foods*, 11(20), 3212. <https://doi.org/10.3390/foods11203212>

149. Salehi, A., Shariatifar, N., Pirhadi, M., & Zeinali, T. (2022). An overview on different detection methods of saffron (*Crocus sativus* L.) adulterants. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16(6), 4996–5006. <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01586-w>

150. Santini, G., Rodolfi, L., Biondi, N., et al. (2022). Effects of cyanobacterial-based biostimulants on plant growth and development: A case study on basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Applied Phycology*, 34, 2063–2073. <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02781-4>

151. Sęczyk, Ł., Ozdemir, F. A., & Kołodziej, B. (2022). In vitro bioaccessibility and activity of basil (*Ocimum basilicum* L.) phytochemicals as affected by cultivar and postharvest preservation method – Convection drying, freezing, and freeze-drying. *Food Chemistry*, 382, 132363. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132363>

152. Sencan, A., Kilic, S., & Kaya, H. (2024). Stimulating effect of biogenic nanoparticles on the germination of basil (*Ocimum basilicum* L.) seeds. *Scientific Reports*, 14, 1715. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50654-8>
153. Shafiee Sarvestani, G., Edalat, M., Dastres, E., Naderi, R., & Pourghasemi, H. R. (2025). Modeling habitat suitability for saffron (*Crocus sativus* L.) using AI-based approaches to support sustainable industrial cultivation. *Industrial Crops and Products*, 236, 121974. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121974>
154. Shahraki, S. H., Ahmadi, T., Jamali, B., et al. (2024). The biochemical and growth-associated traits of basil (*Ocimum basilicum* L.) affected by silver nanoparticles and silver. *BMC Plant Biology*, 24, 92. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04770-w>
155. Shajari, M. A., Moghaddam, P. R., Ghorbani, R., & Koocheki, A. (2022). Does nutrient and irrigation managements alter the quality and yield of saffron (*Crocus sativus* L.)? *Agricultural Water Management*, 267, 107629. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107629>
156. Sheikh, F. R., Majeed, A., Jose-Santhi, J., et al. (2025). An integrated metabolomics and transcriptomics analysis unveils the temperature-mediated regulation of floral induction in saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Plant Growth Regulation*, 44, 5160–5176. <https://doi.org/10.1007/s00344-025-11741-4>
157. Slimani, C., Fadil, M., Rais, C., El-Hanafi, L., Benjelloun, M., Shin, H. M., ... & Aboul-Soud, M. A. (2025). Extraction of natural antioxidants from Moroccan saffron (*Crocus sativus* L.) using ultrasound-assisted extraction: An optimization approach with Box-Behnken design. *Ultrasonics Sonochemistry*, 120, 107448. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2025.107448>
158. Slimani, C., Rais, C., Mansouri, F., El Hanafi, L., Rhourri-Frih, B., Benjelloun, M., Ullah, R., Shahat, A. A., Acquaticci, L., Caprioli, G., Bouyahya, A., & Lazraq, A. (2025). LC-MS/MS analysis of bioactive compounds from saffron (*Crocus sativus* L.) by-products: Optimization of phenolic compounds recovery using simplex centroid mixture design. *Microchemical Journal*, 209, 112714. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2025.112714>

159. Soheilifar, M. H., Dastan, D., Masoudi-Khoram, N., et al. (2024). In vitro and in vivo evaluation of the diabetic wound healing properties of saffron (*Crocus sativus* L.) petals. *Scientific Reports*, 14, 19373. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70010-8>
160. Solmaz, A., Turna, T., & Baran, A. (2024). Removal of paracetamol from aqueous solution with zinc oxide nanoparticles obtained by green synthesis from purple basil (*Ocimum basilicum* L.) waste. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14, 10771–10789. <https://doi.org/10.1007/s13399-024-05355-1>
161. Solouki, A., Mehrjerdi, M. Z., Aliniaiefard, S., & Azimi, R. (2023). Postharvest light and temperature elicitors improve chemical composition and level of essential oils in basil (*Ocimum basilicum* L.) through boosting antioxidant machinery. *Postharvest Biology and Technology*, 199, 112279. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112279>
162. Solouki, A., Mehrjerdi, M. Z., Azimi, R., & Aliniaiefard, S. (2023). Improving basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil yield following down-regulation of photosynthetic functionality by short-term application of abiotic elicitors. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 50, 102675. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102675>
163. Son, D., Park, J., Lee, S., Kim, J. J., & Chung, S. (2024). Integrating non-invasive VIS-NIR and bioimpedance spectroscopies for stress classification of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) with machine learning. *Biosensors and Bioelectronics*, 263, 116579. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2024.116579>
164. Song, J., Yang, J., & Jeong, B. R. (2024). Characterization of physiology, photosynthesis, and nutrition based on induced deficiencies of macro- and micronutrients in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agronomy*, 14(1), 208. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010208>
165. Song, W., Wei, X., Wang, H., Xu, J., Tang, X., & Kong, X. (2024). Rapid and low-cost detection of saffron (*Crocus sativus* L.) adulteration using smartphone videos and spectral data fusion strategy. *Journal of Food Composition and Analysis*, 135, 106691. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106691>

166. Tabbert, J. M., Riewe, D., Schulz, H., & Krähmer, A. (2022). Facing energy limitations – approaches to increase basil (*Ocimum basilicum* L.) growth and quality by different increasing light intensities emitted by a broadband LED light spectrum (400-780 nm). *Frontiers in Plant Science*, 13, 1055352. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1055352>
167. Tahiri, A., Mazri, M. A., Karra, Y., Ait Aabd, N., Bouharroud, R., & Mimouni, A. (2023). Propagation of saffron (*Crocus sativus* L.) through tissue culture: A review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 98(1), 10–30. <https://doi.org/10.1080/14620316.2022.2078233>
168. Tahmasbi, F., Araj-Khodaei, M., Mahmoodpoor, A., & Sanaie, S. (2022). Effects of saffron (*Crocus sativus* L.) on anthropometric and cardiometabolic indices in overweight and obese patients: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Phytotherapy Research*, 36(9), 3394–3414. <https://doi.org/10.1002/ptr.7530>
169. Tajaddini, A., Roshanravan, N., Mobasser, M., Haleem Al-qaim, Z., Hadi, A., Aeinehchi, A., ... & Ostadrahimi, A. (2023). The effect of saffron (*Crocus sativus* L.) on glycemia, lipid profile, and antioxidant status in patients with type-2 diabetes mellitus: A randomized placebo-controlled trial. *Phytotherapy Research*, 37(2), 388–398. <https://doi.org/10.1002/ptr.7600>
170. Tateishi, R., Ogawa-Kishida, N., Fujii, N., Nagata, Y., Ohtsubo, Y., Sasaki, S., ... & Higashitani, A. (2024). Increase of secondary metabolites in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves by exposure to N₂O₅ with plasma technology. *Scientific Reports*, 14(1), 12759. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-63508-8>
171. Thakur, R., Rana, A., Dhar, H., Soni, R., Sharma, A., Kaushal, K., Yasmin, S., Shah, M. A., Reshi, Z. A., Mathew, S., Nehvi, F., & Gulati, A. (2024). Enhancing saffron (*Crocus sativus* L.) growth in the Kashmir valley with resilient and widely effective plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) under field conditions. *Industrial Crops and Products*, 222, 119475. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119475>

172. Thakur, S., Walia, S., Thakur, B., et al. (2025). Unleashing the potential of seaweed biostimulants—A comparative evaluation for enhancing saffron (*Crocus sativus* L.) yield with different corm sizes in the Western Himalayas. *BMC Plant Biology*, 25, 946. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06955-3>
173. Tian, L., Hu, S., Wang, X., Guo, Y., Huang, L., Wang, L., & Li, W. (2022). Antagonism of rhizosphere *Streptomyces yangpuensis* CM253 against the pathogenic fungi causing corm rot in saffron (*Crocus sativus* L.). *Pathogens*, 11(10), 1195. <https://doi.org/10.3390/pathogens11101195>
174. Tian, L., Zhu, X., Guo, Y., Zhou, Q., Wang, L., & Li, W. (2024). Antagonism of rhizosphere *Trichoderma brevicompactum* DTN19 against the pathogenic fungi causing corm rot in saffron (*Crocus sativus* L.) in vitro. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1454670. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1454670>
175. Türkay, İ., Öztürk, L., & Türkay, F. Ş. H. (2024). Unveiling the role of vermicompost in modulating phenylpropanoid metabolism in basil (*Ocimum basilicum* L.): A single-cell type PGT approach. *Current Plant Biology*, 38, 100335. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2024.100335>
176. Türkmen, M., Eren, Y., Aygün, Y. Z., & Ertekin, E. N. (2022). Determination of seed yield, quality and fixed oil components of different basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes: Evaluation of fatty acid profile by PCA biplot analysis. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 8(3), 453–462. <https://doi.org/10.28979/jarnas.1052498>
177. Ulyanich, O. I., Vasilenko, O. V., Slobodanyk, G. A., Kovtunuk, Z. I., & Kucher, I. O. (2019, 3–6 липня). *Basil is the vegetable, spicy and healthful plant* [Доповідь]. II Міжнародна наукова конференція «Етноботанічні традиції в агрономії, фармації та садовому дизайні», Умань, Україна.
178. Van Hassel, W. H. R., Abdallah, M. F., Velasquez, M. G. G., Miles, C. O., Samdal, I. A., Masquelier, J., & Rajkovic, A. (2024). Experimental accumulation and depuration kinetics and natural occurrence of microcystin-LR in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Environmental Pollution*, 347, 123715. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.123715>

179. Vasić, D., Katanić Stanković, J. S., Urošević, T., Kozarski, M., Naumovski, N., Khan, H., & Popović-Djordjević, J. (2023). Insight into bioactive compounds, antioxidant and anti-diabetic properties of rosehip (*Rosa canina* L.)-based tisanes with addition of hibiscus flowers (*Hibiscus sabdariffa* L.) and saffron (*Crocus sativus* L.). *Beverages*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.3390/beverages10010001>
180. Vodnik, D., Vogrin, Ž., Šircelj, H., Grohar, M. C., Medič, A., Carović-Stanko, K., ... & Lazarević, B. (2023). Phenotyping of basil (*Ocimum basilicum* L.) illuminated with UV-A light of different wavelengths and intensities. *Scientia Horticulturae*, 309, 111638. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111638>
181. Wei, M., Zhang, Q., Zhao, Z., Chen, L., & Tan, R. (2026). Saffron (*Crocus sativus* L.): A multi-target phytochemical with potential therapeutic relevance for autism spectrum disorder – A review of pharmacological mechanisms and future perspectives. *Journal of Ethnopharmacology*, 361, 121299. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2026.121299>
182. Yaldiz, G., & Camlica, M. (2022). Essential oils content, composition and antioxidant activity of selected basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes. *South African Journal of Botany*, 151, 675–694. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.10.045>
183. Yan, S., Zhang, X., Li, J., Jiang, F., Xi, X., Qian, X., Zhou, G., & Li, L. (2026). Molecular identification, isolation and functional characterization of a glutathione S-transferase gene CsGST in saffron (*Crocus sativus* L.). *Scientific Reports*, 16(1), 6498. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-37233-3>
184. Yang, W., Qiu, X., Wu, Q., Chang, F., Zhou, T., Zhou, M., & Pei, J. (2023). Active constituents of saffron (*Crocus sativus* L.) and their prospects in treating neurodegenerative diseases (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine*, 25, 235. <https://doi.org/10.3892/etm.2023.11934>
185. Yatsenko, V. V., Yatsenko, N. V., Rogalskyi, S. V., Sichkar, A. O., & Novak, Y. V. (2023). Formation of productivity of amaranth varieties in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine under the influence of MaxiMarin absorbent. *Plant Varieties Studying and Protection*, 19(4), 262–269. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.4.2023.291231>

186. Yilmaz, A., & Karik, Ü. (2022). AMF and PGPR enhance yield and secondary metabolite profile of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Industrial Crops and Products*, 176, Article 114327. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114327>
187. Yilmaz, A., Yildirim, E., Yilmaz, H., Soydemir, H. E., Güler, E., Ciftci, V., & Yaman, M. (2023). Use of arbuscular mycorrhizal fungi for boosting antioxidant enzyme metabolism and mitigating saline stress in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Sustainability*, 15(7), 5982. <https://doi.org/10.3390/su15075982>
188. Yolcu, M. S., & Yilmaz, A. (2025). Biostimulant-driven enhancement of bioactive compounds in salt-stressed sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *South African Journal of Botany*, 178, 318–329. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2025.01.037>
189. Younis, I. Y., Mohsen, E., Ibrahim, R. M., Fernie, A. R., Alseekh, S., & Salem, M. A. (2023). Non-targeted metabolomics and chemometrics for saffron (*Crocus sativus* L.) authentication and adulteration detection in relation to its anticholinesterase activity. *Food Chemistry Advances*, 2, 100217. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100217>
190. Zaman, G., Farooq, U., Bajwa, M. N., et al. (2022). Effects of yeast extract on the production of phenylpropanoid metabolites in callus culture of purple basil (*Ocimum basilicum* L. var. *purpurascens*) and their in-vitro evaluation for antioxidant potential. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 150, 543–553. <https://doi.org/10.1007/s11240-022-02303-7>
191. Zayed, A., Farag, M. A., Mehring, A., Salem, M. A., Ibrahim, R. M., Alseekh, S., ... & Ulber, R. (2023). Methyl jasmonate elicitation effect on the metabolic profile of cambial meristematic cells culture derived from sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) in relation to antioxidant activity: Untargeted metabolomics study in a time-based approach. *Phytochemistry*, 213, 113777. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2023.113777>
192. Zhou, J., Hu, Y., & Jing, P. (2025). Antidepressant-like effect of saffron (*Crocus sativus* L.) in mice exposed to chronic unpredictable mild stress via attenuating neuroinflammation and recovering neuroplasticity. *Molecular Nutrition & Food Research*, 69(21), e70201. <https://doi.org/10.1002/mnfr.70201>

193. Zhou, Y., Li, L., Wang, J., Qi, X., Fang, H., Bai, Y., ... & Liang, C. (2024). Effects of different microbial agent applications on the growth and quality of saffron (*Crocus sativus* L.) cormels. *Scientia Horticulturae*, 336, 113385. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113385>
194. Zhu, J., Zhang, Y., Zhou, L., & Yang, L. (2022). Growth and flowering of saffron (*Crocus sativus* L.) with three corm weights under different LED light qualities. *Scientia Horticulturae*, 303, 111202. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111202>
195. Ziaei, S. M., Feizi, H., Siuki, A. K., & Sahabi, H. (2024). Yield and quality of saffron (*Crocus sativus* L.) in response to priming treatments and water deficit. *Italian Journal of Agronomy*, 19(3), 100020. <https://doi.org/10.1016/j.ijagro.2024.100020>

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1. Характеристика основних метеорологічних показників на території плодоовочевого саду НУБіП України, 2021 р.

Місяць	Декада	Температура повітря, °С	Сума температури повітря понад 5 °С, °С	Сума температури повітря понад 10 °С, °С	Кількість опадів, мм
Квітень	I	6,0	10,2		0,00
	II	8,6	35,9		11,7
	III	8,1	30,5		1
	За місяць	7,6	76,6		12,7
Травень	I	12,1	71,0	21,0	11,9
	II	14,6	96,0	46,0	10,7
	III	15,5	115,9	60,9	7,6
	За місяць	14,1	282,9	127,9	30,2
Червень	I	17,1	120,6	70,6	5,1
	II	21,6	166,0	116,0	3,6
	III	24,5	194,6	144,6	0
	За місяць	21,0	481,2	331,2	8,7
Липень	I	23,5	184,5	134,5	0
	II	25,5	204,8	154,8	0
	III	23,1	199,2	144,2	0
	За місяць	24,0	588,5	433,5	0,0
Серпень	I	21,8	167,9	117,9	12,7
	II	21,4	164,4	114,4	0
	III	18,4	147,1	92,1	17,0
	За місяць	20,5	479,4	324,4	29,7
Вересень	I	13,5	85,4	35,4	0
	II	15,2	101,8	51,8	8,6
	III	9,2	42,3		0,5
	За місяць	12,7	229,5	87,2	9,1
Жовтень	I	8,0	30,1		0
	II	7,6	25,7		0
	III	8,1	34,6		0
	За місяць	7,9	90,4		0,0

Примітка: у рядках «За місяць» показники температури повітря наведені як середнє арифметичне за декадами, показники сум температур та кількості опадів – як сумарні значення за місяць.

Таблиця Б.2. Характеристика основних метеорологічних показників на території плодоовочевого саду НУБіП України, 2022 р.

Місяць	Декада	Температура повітря, °С	Сума температури повітря понад 5 °С, °С	Сума температури повітря понад 10 °С, °С	Кількість опадів, мм
Квітень	I	6,1	11,1		12,80
	II	6,8	17,8		10,7
	III	11,3	62,5	12,5	9,9
	За місяць	8,0	91,4	12,5	33,4
Травень	I	13,5	84,7	34,7	0
	II	14,7	97,3	47,3	0,5
	III	15,6	116,3	61,3	18
	За місяць	14,6	298,3	143,3	18,5
Червень	I	21,2	162,4	112,4	15,6
	II	21,7	166,7	116,7	20,2
	III	22,4	174,4	124,4	21,2
	За місяць	21,8	503,5	353,5	57,0
Липень	I	22,0	170,2	120,2	9,2
	II	18,1	130,5	80,5	34,2
	III	22,3	189,8	134,8	5,5
	За місяць	20,8	490,5	335,5	48,9
Серпень	I	21,0	159,6	109,6	59,2
	II	22,3	172,5	122,5	20,8
	III	23,7	205,7	150,7	1,0
	За місяць	22,3	537,8	382,8	81,0
Вересень	I	13,7	86,8	36,8	13
	II	12,6	75,8	25,8	40,6
	III	11,7	66,5	16,5	17
	За місяць	12,6	229,1	79,1	70,6
Жовтень	I	12,0	69,9	19,9	20,5
	II	9,8	48,4		5,2
	III	9,8	52,7		17,1
	За місяць	10,5	171,0	19,9	42,8

Примітка: у рядках «За місяць» показники температури повітря наведені як середнє арифметичне за декадами, показники сум температур та кількості опадів – як сумарні значення за місяць.

Таблиця Б.3. Характеристика основних метеорологічних показників на території плодоовочевого саду НУБіП України, 2023 р.

Місяць	Декада	Температура повітря, °С	Сума температури повітря понад 5 °С, °С	Сума температури повітря понад 10 °С, °С	Кількість опадів, мм
Квітень	I	8,0	29,5		48,60
	II	9,4	44,0		33,5
	III	11,2	62,3		6,4
	За місяць	9,5	135,8	12,3	88,5
Травень	I	11,5	64,8	14,8	0,3
	II	17,7	126,9	76,9	0,1
	III	18,9	152,6	97,6	8
	За місяць	16,0	344,3	189,3	8,4
Червень	I	18,7	136,8	86,8	10,4
	II	19,9	148,6	98,6	8
	III	20,6	156,2	106,2	39,6
	За місяць	19,7	441,6	291,6	58,0
Липень	I	22,3	173,3	123,3	60,6
	II	21,4	164,0	114,0	44,5
	III	20,3	168,2	113,2	57,3
	За місяць	21,3	505,5	350,5	162,4
Серпень	I	22,6	175,6	125,6	12,5
	II	24,1	190,6	140,6	0,3
	III	24,6	215,3	160,3	5,2
	За місяць	23,7	581,5	426,5	18,0
Вересень	I	18,9	138,6	88,6	2
	II	18,1	131,2	81,2	7,5
	III	19,2	142,1	92,1	5,5
	За місяць	18,7	411,9	261,9	15,0
Жовтень	I	11,7	66,5	16,5	7,1
	II	10,4	54,3	4,3	31
	III	12,0	77,4	22,4	27,7
	За місяць	11,4	198,2	43,2	65,8

Примітка: у рядках «За місяць» показники температури повітря наведені як середнє арифметичне за декадами, показники сум температур та кількості опадів – як сумарні значення за місяць.

Таблиця Б.4. Характеристика основних метеорологічних показників на території плодовоовочевого саду НУБіП України, 2024 р.

Місяць	Декада	Температура повітря, °С	Сума температури повітря понад 5 °С, °С	Сума температури повітря понад 10 °С, °С	Кількість опадів, мм
Квітень	I	14,6	96,3	46,3	5,10
	II	11,7	67,4	17,4	47,7
	III	12,2	72,1	22,1	36,4
	За місяць	12,9	235,8	85,8	89,2
Травень	I	14,9	99,5	49,5	4,4
	II	13,6	85,9	35,9	1,2
	III	19,9	164,0	109,0	5,3
	За місяць	16,1	349,4	194,4	10,9
Червень	I	21,5	165,2	115,2	17,3
	II	20,5	154,6	104,6	97,7
	III	22,7	177,3	127,3	14,7
	За місяць	21,6	497,1	347,1	129,7
Липень	I	23,9	188,5	138,5	10,3
	II	26,9	219,1	169,1	5,1
	III	22,3	190,7	135,7	22,4
	За місяць	24,4	598,3	443,3	37,8
Серпень	I	21,8	167,8	117,8	12,9
	II	22,6	176,2	126,2	0,4
	III	25,1	221,0	166,0	1,2
	За місяць	23,2	565,0	410,0	14,5
Вересень	I	22,4	173,8	123,8	0
	II	20,6	155,9	105,9	18,4
	III	18,5	135,2	85,2	1,2
	За місяць	20,5	464,9	314,9	19,6
Жовтень	I	14,3	92,7	42,7	51,1
	II	8,7	36,9		14,7
	III	9,7	51,6		0,1
	За місяць	10,9	181,2	242,7	65,9

Примітка: у рядках «За місяць» показники температури повітря наведені як середнє арифметичне за декадами, показники сум температур та кількості опадів – як сумарні значення за місяць.

Таблиця Б.5. Характеристика основних метеорологічних показників на території плодоовочевого саду НУБіП України, 2025 р.

Місяць	Декада	Температура повітря, °С	Сума температури повітря понад 5 °С, °С	Сума температури повітря понад 10 °С, °С	Кількість опадів, мм
Квітень	I	5,5	4,6		39,20
	II	12,5	75,2	25,2	1,1
	III	15,5	104,8	54,8	3,8
	За місяць	11,2	184,6	80,0	44,1
Травень	I	11,5	65,1	15,1	19,6
	II	11,4	63,9	13,9	17,2
	III	17,4	136,5	81,5	29
	За місяць	13,4	265,5	110,5	65,8
Червень	I	21,8	168,2	118,2	5,4
	II	17,7	126,7	76,7	23,3
	III	17,7	126,5	76,5	26
	За місяць	19,0	421,4	271,4	54,7
Липень	I	23,5	185,0	135,0	3,6
	II	21,7	166,7	116,7	9,8
	III	22,5	192,8	137,8	97,7
	За місяць	22,6	544,5	389,5	111,1
Серпень	I	21,9	169,3	119,3	11,6
	II	20,0	150,0	100,0	0,2
	III	18,8	151,9	96,9	14,8
	За місяць	20,2	471,2	316,2	26,6
Вересень	I	20,2	151,8	101,8	1,4
	II	16,8	118,0	68,0	14,2
	III	13,1	81,1	31,1	1,3
	За місяць	16,7	350,9	200,9	16,9
Жовтень	I	9,4	44,2		21,6
	II	7,9	28,9		12,2
	III	8,5	38,0		20,1
	За місяць	8,6	111,1		53,9

Примітка: у рядках «За місяць» показники температури повітря наведені як середнє арифметичне за декадами, показники сум температур та кількості опадів – як сумарні значення за місяць.

ДОДАТОК В

Таблиця В.1. Дати фенологічних фаз росту та розвитку рослин сортів
васильків справжніх, (середнє за 2021–2023 р.)

Сорт	Дати початку					
	сходів	масових сходів	збору продукції	стеблю- вання	цвітіння	дозрівання насіння
Розі (контроль)	22.05	28.05	25.07	06.07	23.07	17.09
Сяйво	24.05	28.05	30.07	10.07	27.07	28.09
Бадьорий	25.05	29.05	30.07	06.07	21.07	10.09
Юнга	22.05	25.05	22.07	06.07	23.07	18.09
Перекотиполе	22.05	28.05	30.07	10.07	27.07	28.09

Таблиця В.2. Тривалість міжфазних періодів сортів васильків справжніх,
(середнє за 2021–2023 р.)

Сорт	Тривалість періодів			
	сходи – технічна стиглість	технічна стиглість – стеблування	стеблування – цвітіння	сходи – дозрівання насіння
Розі (контроль)	59	13	18	119
Сяйво	64	11	18	128
Бадьорий	63	7	16	109
Юнга	44	16	18	120
Перекотиполе	40	11	18	130

Таблиця В.3. Дати фенологічних спостережень рослин сортів васильків звичайних залежно від термінів сівби в касети, (середнє за 2023–2025 рр.)

Сорт (фактор А)	Варіанти досліду (фактор В)	Початок сходів (15%)	Повні сходи (75%)	З’явлення першої пари листіків	Початок збору продукції
Доллі (контроль)	I термін сівби – 01.04 (контроль)	13.04	16.04	22.04	25.05
	II термін сівби – 26.05	06.06	09.06	14.06	30.06
	III термін сівби – 05.07	14.07	19.07	26.07	17.08
ЛС 2712	I термін сівби – 01.04 (контроль)	19.04	24.04	01.05	9.06
	II термін сівби – 26.05	08.06	12.06	20.06	07.07
	III термін сівби – 05.07	16.07	20.07	28.07	21.08

Таблиця В.4. Тривалість фенологічних фаз росту рослин сортів васильків справжніх залежно від термінів сівби в касети (діб), (середнє за 2023–2025 рр.)

Сорт (фактор А)	Варіанти досліду (фактор В)	Тривалість періоду від			
		сівби до повних сходів	повних сходів до початку утворення першої пари справжніх листків	повних сходів до пересад-жування на постійне місце	повних сходів до технічної стиглості
Доллі (контроль)	I термін сівби – 01.04 (контроль)	15	6	11	34
	II термін сівби – 26.05	14	5	10	17
	III термін сівби – 05.07	16	7	13	22
ЛС 2712	I термін сівби – 01.04 (контроль)	23	8	14	40
	II термін сівби – 26.05	15	7	12	19
	III термін сівби – 05.07	17	9	17	24

Бобось Ірина Макарівна

Федосій Іван Олексійович

Комар Олександр Олександрович

**АРОМАТИЧНО-СМАКОВІ КУЛЬТУРИ:
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ПРАКТИЧНІ
АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
ВАСИЛЬКІВ СПРАВЖНІХ І ШАФРАНУ**

Монографія

Видавець ФОП Ямчинський О.В.

03022, Київ, вул. Васильківська, 32

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ДК № 6554 від 26.12.2018 р.

Формат 60×84/16. Наклад 100 пр. Ум. друк. арк. 12,9. Зам. № 735.

Виготовлювач ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ»

03022, Київ, вул. Васильківська, 32

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ДК № 4131 від 04.08.2011 р.