УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кафедра овочівництва

Допущено до захисту

«___» грудня 2023 року

Т.в.о. зав. кафедри, канд. с.-г. н.,

доцент_____Вікторія КЕЦКАЛО

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

КОНВЕЄРНЕ ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ НА МІКРОЗЕЛЕНЬ У НЕСЕЗОННИЙ ПЕРІОД

Виконала: студентка ІІ курсу, групи 22-м-с
спеціальності 203 Садівництво і виноградарство
СКОРОПАД Соломія Віталіївна
Керівник: УЛЯНИЧ Олена, д. с.-г. н., професор, член-кор. НААН

Умань – 2023

ЗМІСТ

Вступ 3

1. Біологічні особливості та технологія вирощування мікрозелені (огляд літератури) 5

1.1. Цінні овочеві зеленні рослини 5

1.2. Відношення до умов вирощування 7

1.3. Спосіб отримання мікрозелені 12

2. Умови, об’єкт і методика проведення досліджень, безпека праці та розробка заходів зі створення безпечних і нешкідливих умов, охорона навколишнього середовища 13

2.1 Характеристика ґрунту 13

2.2 Погодні умови 13

2.3 Схема досліду 17

2.4 Методика проведення досліджень 17

2.5 Охорона навколишнього середовища за вирощування мікрозелені 18

2.6 Аналіз умов та заходів з охорони праці під час вирощування мікрозелені 19

3. Результати досліджень і їх аналіз 22

3.1.Ріст і розвиток мікрозелені 22

3.2. Біометричні спостереження за ростом і розвитком мікрозелені 23

3.3 Маса рослини мікрозелені 24

3.4. Урожайність мікрозелені 25

3.3. Якість мікрозелені 27

4. Економічна ефективність вирощування мікрозелені 29

Висновки 32

Пропозиції виробництву 32

Список джерел літератури 33

Додатки

ВСТУП

Актуальність теми. Мікрозелень зеленних рослин характеризується високою харчовою цінністю, оскільки вони є джерелом цінних фітонутрієнтів. Структура валової продукції овочівництва України характеризується обмеженим асортиментом зеленних рослин. Потреба у них не задовольняється і простежується сезонність виробництва, низька врожайність і якість зелені. З недавнього часу, поряд з традиційними зеленними культурами, що вирощуються, спостерігається збільшення площ під салатом посівним. Така тенденція намітилася завдяки роботам науковців В. В. Хареби, О. І. Улянич, О. В. Хареби, С. М. Кормош, О. В. Василенко, О. М. Трояновської, В. В. Сеніна, які доклали багато зусиль для розширення сортименту та вдосконалення технології вирощування. Незважаючи на це, масове виробництво мікрозелені обмежується цілим рядом факторів, головним з яких є відсутність обґрунтованої технології вирощування. Особливої уваги заслуговують технології, які сприяють отриманню більш раннього товарного врожаю з високими якісними показниками за найбільш повної окупності коштів, вкладених у вирощування. Одними із найважливіших факторів високої продуктивності зеленних культур є вирощування мікрозелені. У зв'язку з вищевикладеним стає цілком зрозумілою актуальність проблеми, як для виробників овочів, так і для споживачів. Тому, розробка та обґрунтування нових, удосконалення існуючих технологічних прийомів вирощування мікрозелені потребують невідкладного вирішення.

Мета та завдання дослідження. Метою досліджень є вивчення впливу субстрату на ріст та урожайність мікрозелені зеленних рослин в умовах закритого ґрунту.

- встановити вплив способу вирощування мікрозелені на інтенсивність росту рослин і формування площі листків;

– визначити сумарно-адаптивну продуктивність та основні хімічні показники зеленої маси мікрозелені зеленних рослин залежно від субстрату;
– дати оцінку економічної ефективності технології вирощування мікрозелені зеленних рослин та запропонувати практичні рекомендації.

Наукова новизна. Вперше в умовах Уманського НУС отримано якісну продукцію мікрозелені зеленних рослин. Вивчено та доведено ефективність лоткового способу вирощування мікрозелені, строки її вирощування, густоту рослин та їх вплив на врожайність. Обґрунтовано та експериментально доведено застосування строку сівби для вирощування мікрозелені.

Зв'язок роботи з тематикою кафедри. Кваліфікаційна робота виконана у відповідності до наукової тематики кафедри овочівництва: «Адаптивні технології вирощування овочів та картоплі з елементами біологізації у Правобережному Лісостепу України та впровадження отриманих наукових результатів».

Автор висловлює щиру вдячність за методичну й практичну допомогу під час проведення досліджень і оформлення роботи науковому керівнику, д. с.-г. н., професору, член-кореспонденту НААН Олені УЛЯНИЧ. Дякує співробітникам кафедри овочівництва за підтримку і допомогу у виконанні роботи.

РОЗДІЛ 1
БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ МІКРОЗЕЛЕНІ ЗЕЛЕННИХ РОСЛИН (огляд літератури)

1.1 Цінні овочеві зеленні рослини

Перші відомості про зеленні овочеві рослини зустрічаються близько 4,5 тисяч років тому в літописах Стародавнього Китаю, Єгипту та Індії [1, 2], звідки вони і були завезені в Україну [3]. Зеленні овочеві рослини походять із Середземномор'я. Овочеві рослини були відомими жителям Стародавньої Греції. Вони вирощувалися також у Африці та на островах Тихого океану.

У Європі рослини почала вирощуватись з XII ст. і швидко стали популярними та вважалися «королівською зеленню», поки не почали вирощувати інші види рослин. На сьогоднішній день зеленні овочеві рослини розповсюджені у Франції, Італії, Німеччині та інших країнах Європи, Азії, Африки, Північної Америки. Нині рослини дуже популярні на Кавказі, Молдові. В Україні зеленні овочеві рослини стали відомими дуже давно – з часів Петра Першого [1, 2, 4].

Зеленні овочеві рослини досить добре пристосовані до умов навколишнього середовища. В Україні є велика потреба у мікрозелені із зеленних овочевих рослин, що можна пояснити бажанням населення до кращого асортименту продуктів харчування. В Україні вирощують зеленні овочеві рослини колективні, фермерські та особисті господарства, овочівники-аматори у відкритому і закритому ґрунті [3, 5, 6].

На молоді листки зелені припадає близько 16,5 % сухих речовин, 0,8 % цукрів, 3,0 мг/100 г каротину, 61 мг/100 г вітаміну С, 0,091 вітаміну B_2 і 0,315 мг/100 г вітаміну РР, лактуцину – біля 0,02–1 %. Окрім того рослини багаті на фітонциди, які мають пагубну дію на шкідливі мікроорганізми та звільняють від них зовнішнє середовище [3, 5].

Зеленні овочеві рослини мають чудові властивості як медоноси під час цвітіння, тому їх застосовують у кардіології, переробній промисловості, у пологовій і стоматологічній медицині, як знеболювальний засіб [7].

Вченими експериментально встановлено, що екстракти зеленних овочевих рослин мають спазмолітичну властивість. Рослини застосовують у народній медицині для лікування гастриту, коліту, кашлю, мігрені, епілепсії, алкоголізму. Зовнішньо використовують настої для полоскання горла і ротової порожнини від ангіни, стоматиту, для пришвидшення загоювання ран [8].

Зеленні овочеві рослини позитивно впливають на організм людини у разі запалення печінки, сечового і жовчного міхура, нирок, головного болю, лихоманці, ревматизмі, подагрі. Вважається, що свіжа зелень з рослин надає сокові з них тонізуючу дію. Рослини рекомендують застосовувати у дієтичному харчуванні, у разі метеоризму, зниженні апетиту та значного зниження кров'яного тиску. Європейці вважають, що споживання зеленних овочевих рослин завжди поліпшує загальний стан людського організму, підвищує його життєвий тонус і сприяє довголіттю людини [9].

Мікрозеленню заправляють страви з риби, сиру, м'яса, салати, притрушують сири. Такоєж додають у соуси, пасту. Добре доповнює мікрозелень страви з бобових. Мікрозелень із зеленних овочевих рослин є гарніром до страв, складовою частиною соусів і салатів, які використовуються для приготуванні пасти та багатьох інших страв [10].

Збір молодих листків починають, коли розетки рослин досягають висоти 1,0–1,5 см та утворюють 2–6 листків. Збирають мікрозелень у технічній стиглості, коли рослини набувають більших розмірів. Як правило, такого стану рослини досягають через 5–10 діб після появи сходів [11].

Зібрану свіжу зелену масу охолоджують і зберігають за температури 3–5,5°С [12, 13, 14].

Уся надземна частина рослини має ніжний смак. Властивості мікрозелені виявляються у стравах поступово – спочатку вони мають дещо гіркуватий, а згодом солодкуватий присмак. Зелень добре поєднується з пряноцами:

майораном, петрушкою, кінзою, м'ятою, естрагоном. Вони добре поєднуються з помідорами і відомі як «зелені прянощі» [15].

1.2 Відношення до умов вирощування

Рослини відносяться до холодостійких. Заморозки молоді зелені рослини витримують до -1,5°С. Зеленні овочеві рослини помірно вимогливі до вологості ґрунту і за зниження температури до мінус 2–5°С припиняють ріст та зовсім гинуть за заморозків нижче мінус 5°С. Насіння проростає за температури не нижче 15–18^{0}С. За температури повітря 20–22^{0}С сходи з'являються на 9–11-у добу. Розсада рослин добре вкорінюється за температури ґрунту 19–22^{0}С на глибині 10 см. Відзначається кращий ріст та розвиток рослин за температури 23^{0}С [18].

Інтенсивне наростання надземної маси спостерігається упродовж 5–8 тижнів. Ріст рослин значно змінюється залежно від погоди. Рослини світлолюбиві і затінення подовжує вегетаційний період та зменшує аромат і облиствленість. Вони відносяться до рослин короткого світлового дня [19].

Вважається, що у вирощуванні мікрозелені в умовах закритого ґрунту потребує додаткового освітлення. Залежно від виду і навіть сорту рослинам для проходження світлової стадії необхідно застосовувати різне за спектром світло. Іноді вони прискорюють ріст від світла короткохвильового ранково-вечірнього. Дослідженнями закордонних вчених доведено, що для росту рослин потрібно використовувати лампи червоного спектру для досвічування [17, 19, 20].

Рослини зеленні овочеві вибагливі до вологості субстрату, особливо у перший період вегетації [21]. Мікрозелень зеленних овочевих рослин мають слаборозвинену кореневу систему, що розміщується у верхньому шарі субстрату, тому їм необхідна рівномірна вологість ґрунту. Низька вологість викликає зменшення вегетативної маси через підвищену температуру [21, 22, 24].

Овочівники відносять зеленні овочеві рослини до групи овочів, які добре добувають воду і достатньо її використовують. Поливи потрібно робити багаторазово і рівномірно через 3–7 діб, нормою 125–250 $м^3$/га. Сильного пересихання ґрунту і субстрату не можна допускати, щоб не зупинити ріст рослин [25].

За високих температур зеленні овочеві рослини часто зволожують і поливають по 15–22 л/м². Також інколи потрібно виконувати освіжаючі поливи з розрахунку 3–10 л/м² з метою зниження температури мікрозелені [24, 26].

Зеленні овочеві рослини можуть забезпечити значний приріст маси у період максимального росту не лише за вмісту у ґрунті елементів мінерального живлення у достатній кількості. Культура вибаглива до родючості субстрату і ґрунту. Високий врожай мікрозелені отримують на добре освітлених, захищених, багатих на поживні речовини субстратах [25, 26].

З метою отримання вищого раннього врожаю на 25–45 % рекомендується застосовувати біопрепарати, від яких підвищується якість і не підвищується кількість токсичних речовин у зелені овочевих рослин [21, 26].

Зеленні овочеві рослини під час вегетації мають високу природну стійкість до хвороб і розвиток їх пов’язують із надлишком вологості у ґрунті і повітрі, загущенням, порушенням технології вигонки, використанням неякісного насіннєвого матеріалу. До інфекційних хвороб відносять листкові вірусні мозїки, бактеріальну плямистість листків, чорну ніжка, фузаріозне в’янення та сіру гниль [24, 26, 32].

Рослини вирощують у домашніх умовах, просто на підвіконні, або в контейнерах. Але потрібно враховувати, що із-за нестачі світла восени та взимку ріст рослин сповільнюється [22, 33].

Отже, завдяки проаналізованим джерелам літератури видно, що мікрозелень дозволяється вирощувати в різних умовах.

1.3 Спосіб отримання мікрозелені

У зв’язку із збільшенням кількості населення світу зростає і розвиток хвороб, які пов`язані з харчуванням людини [27]. Специфічною проблемою харчування на сьогодні є недостатня кількість вітамінів та мінералів, що веде до розвитку захворювань. Нестача мінералів і вітамінів високою є у країнах, де знизилася харчова цінність сільськогосподарських культур [28]. Недоїдання вважається однією з важливих проблем людства, якій можна запобігти шляхом використання екологічно чистих та максимально корисних продуктів з мікрозелені [29].

На тепер в Україні та світі набувають широкої популярності вирощування мікрозелені (*microgreen)* з овочевих зеленних рослин. Невеликі паростки овочевих зеленних рослин у фазі одного-двох справжніх листків, вважаються високо вітамінним харчовим продуктом, з унікальним набором мікроелементів, амінокислот, фітонутрієнтів та ефірних олій [30].

Мікрозелень з овочевих зеленних рослин є їжею нового покоління, яка має повний запас поживних речовин. Але її не слід плутати з проростками. Проростки – це етіольовані зародки у яких відсутні справжні листки, які мають щільну консистенцію ядра і маловиражений смак. Мікрозелень має більш виражені смакові ноти, які несуть в собі характеристики дорослої рослини [31].

Молоду ніжну зелень використовують для покращення кольору, текстури і смаку салатів та гарнірів різноманітних страв. Зелень овочевих рослин є багатим джерелом мінералів та вітамінів, у складі яких присутні біоактивні сполуки, а саме: фітонутрієнти (аскорбінова кислота, β-каротин, α-токоферол і філохінон) та мінерали (Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Se та Mo). Вміст каротину у мікрогріну дорівнює вмісту каротину в моркві [32].

Вживання людиною мікрозелені здійснює імуномоделюючу та антиоксидантну дію, що впливає добре на роботу серцево-судинної системи,

уповільнює запальні процеси в організмі людини, запобігає виникненню онкології, покращує структуру шкіряних покривів і перешкоджає ранньому старінню [33].

Мікрозелень вирощують упродовж двох-чотирьох тижнів від сходів до збору врожаю, методом малооб'ємної гідропоніки у контейнерах або лотках висотою 4–5 см. Як субстрат використовують мінеральну вату, лляне або кокосове волокно, торф, синтетичну тканину та ін. [34].

Однієї з головних умов у вирощуванні мікрозелені є якісне насіння, що характеризується високою та рівномірною схожістю, без хімічної обробки. Крім того, важливим є вибір культури, яка культивується упродовж року і не вибаглива до умов навколишнього середовища, особливо у фазі проростання. Насіння зберігають у безпечних сухих контейнерах, щоб уникнути плісняви та шкідників. Для кращої життєздатності насіння слід зберігати в прохолодному (від 1 до 5°C), сухому (від 3 до 10 %), темному місці [35].

На початку сівби насіння сортують та калібрують. Густота сівби повинна покривати площу лотка не перешкоджаючи повітряному потоку. Як невеликі, так і великі насінини слід висівати густо, а потім утрамбовувати в субстрат [36].

Щоб отримати високоякісну зеленну продукцію в оптимальні терміни, необхідно використовувати закрите, тепле приміщення з гарною вентиляцією та освітленням, що забезпечить сприятливі умови для росту рослин [37].

Оптимальна температура для проростання залежить від потреби кожної окремої культури, і має коливатися у діапазоні +18...+24°C. Температура вище +24°C може сприяти збільшенню захворюваності та перешкоджати проростанню [38].

Тривалість досвічування, довжина хвилі та інтенсивність світла – це чинники, які визначають швидкість росту та якість кінцевої продукції. Якщо джерело освітлення розташоване далеко від рослини, то відбувається її витягування. Колір листків може здаватися розмитим за недостатньої інтенсивності освітлення. Для вирощування мікрозелені необхідна наявність

оптимального рівня світлового опромінювання – це щільність потоку фотонів ФАР не менше 100 мкмоль/м-2 сек. [39].

Найбільш поширеним способом освітлення є використання фітоламп типу LED, які мають менше тепловиділення і здатні пристосовуватися своїм спектром до конкретної культури [40].

Мікрозелень збирають на першій стадії росту справжніх листків, з сім'ядолями, при висоті 5–10 см. Збір мікрозелені – важливий крок у виробничому процесі, який може бути дуже трудомістким і тривалим. Через мініатюрні розміри мікророслин збір врожаю досить складний. Рекомендується під час збору швидке охолодження, щоб підтримувати свіжість рослин після збору врожаю і їх харчову безпеку [41].

Мікрозелень зрізають біля основи стебла, щоб не забруднити кінцевий продукт живильним середовищем або насінням. Мікрозелень забезпечує різноманітність смаків, від солодкого до гострого і пряного, та ароматів. Рослини мають різний колір (червоний, фіолетовий, жовтий, зелений) і різну текстуру [42].

Отже, мікрозелень овочевих зеленних рослин можна вирощувати на різних субстратах у спорудах закритого ґрунту. Вдало підібраний субстрат підвищує врожайність і покращує її якість.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ОБ'ЄКТ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ, БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЗІ СТВОРЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ І НЕШКІДЛИВИХ УМОВ, ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1 Характеристика умов

Вивчення впливу різних субстратів на урожайність мікрозелені зелених овочевих рослин проводили у 2022–2023 рр. в лабораторії грибівництва і вигонки овочів кафедри овочівництва Уманського НУС.

2.2 Погодні умови

Під час проведення досліджень погодні умови в Умані були сприятливими для вирощування мікрозелені. Так, у 2022 році спостерігався великий дефіцит опадів навесні та влітку. Весняні місяці були теплими і за відносною вологістю повітря майже не відрізнялися від багаторічних показників. Останні весняні приморозки спостерігалися на поверхні ґрунті і у повітрі 7 квітня. У літні місяці температура повітря переважала середньомісячні багаторічні дані на 0,7°С, 3,3°С і становила відповідно в червні – 20,9 °С, липні – 21,6 °С. Більша кількість опадів за середньобагаторічні дані відмічалися лише у травні і жовтні місяці 101 і 81,3 мм. Відносна вологість повітря упродовж літніх місяців була на рівні 64-70 %, що задовольняло біологічні вимоги рослин часнику. Осінь була тривалою, сухою, теплою. Перший приморозок на грунті та в повітрі спостерігався 20 жовтня.

Весна 2022 року була помірно вологою. В квітні середньомісячна кількість опадів не перевищувала середньо багаторічну. У цьому ж місяці більшою за середньо багаторічну була температура повітря на 0,8 °С.У травні температура була нижче багаторічних показнмиків – на 0,5°С. У квітні і травні спостерігався

дефіцит відносної вологості повітря. Останні весняні приморозки спостерігалися на ґрунті та в повітрі 9 квітня. В літні місяці середньодобова температура була дещо вищою за середньо багаторічну.

Отже, погодні умови за роки досліджень характеризувалися помірними температурами і сприяли росту і розвитку, що дозволило виконати програму досліджень.

2.3 Схема досліду

Дослід закладали за методичними рекомендаціями Уманського НУС і Інституту овочівництва і баштанництва НААН України [52, 53].

У досліді вивчався вплив різних видів субстратів на конвеєрне вирощування мікрозелені овочевих рослин. Варіанти досліду розміщували системним методом у чотириразовому повторенні. Норма висіву насіння у контейнер для пророщування: салату – 6 г (2376 шт./ лоток). Схожість насіння залежно від субстрату становила. Дослід двофакторний, включав 6 варіантів: фактор А – вид овочевої культури, фактор В – строк сівби. Площа дослідної ділянки – 198 $см^2$ (18×11 см). Загальна площа – 2,35 $м^2$.

Пророщування культури у досліді здійснювали за штучного досвічування LED-лампами марки T8-2835-06FS з інтенсивністю освітлення 1900 Люкс тривалістю 17 год. Підтримували відносну вологість повітря на рівні 80 % НВ і температуру +20….22°С – під час проростання, 17°С – від сходів до збирання врожаю [53].

2.4 Методика проведення досліджень

Дослідження з конвеєрного вирощування овочевих зеленних культур проводили відповідно до «Методики дослідної справи в овочівництві і баштанництві»; «Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів»; «Основи наукових досліджень»[52, 53].

Характер та зміст наукових досліджень визначалися конкретними завданнями, пов’язаними з вивченням окремих питань досліджуваної теми. Технологічні заходи проводилися відповідно до вимог рослини.

Фенологічні спостереження за рослинами проводилися за загальноприйнятою методикою і відмічали дату сівби і дату настання фенофаз: з’явлення поодиноких (10 %) та масових сходів (75–80 %); утворення першого справжнього листка та збирання врожаю.

Біометричні виміри виконували на 10 типових рослинах у першому-четвертому повтореннях. Вимірювали висоту рослин у визначені планом

досліджень строки протягом вегетації; визначалася кількість листків методом підрахунку.

Облік врожаю проводився ваговим методом. Загальний урожай обліковували з кожного лотка у повтореннях.

Одержані в дослідах дані обробляли статистичними методами з використанням комп'ютерної програми «Agrostat».

Економічну ефективність вирощування мікрозелені розраховували відповідно до технологічної карти, складеної за матеріально-грошовими витратами на вирощування та методичними вказівками.

2.5 Охорона навколишнього середовища за вирощування мікрозелені

В АПК України діє стійке погіршення екологічної ситуації в результаті внесення у навколишнє середовище нових, не характерних для нього фізичних, хімічних, біологічних контамінантів. Основні шляхи їх надходження у овочі є наслідком використання агресивних агротехнологій. На всіх етапах виробництва продукції відбувається вплив зовнішніх факторів, які провокують зниження якості і безпеки овочів. Рівень їх впливу різний і залежить від умов і методів господарювання агропромислових підприємств.

Останніми роками в Україні виникає потреба у вирощуванні продуктів харчування, збагачених біологічно активними речовинами. Цю проблему можна вирішити за використання мікрозелені у харчуванні людини.

Виділяють такі джерела забруднення атмосферного повітря: природні; від спалювання палива; викиди промисловості; від спалювання та переробки побутових та промислових відходів.

Проблему накопичення біомаси бактерій, яка потребує утилізації, слід розглядати виходячи із двох позицій: внаслідок масового забруднення поверхневих вод сполуками азоту та фосфору із неповністю очищеними каналізаційними стоками, змитими із сільськогосподарських полів.

Процес посилюється розвитком мілководних ділянок, які добре прогріваються сонцем, що виникли у штучних водоймах, створених з ціллю забезпечення роботи каскадів електростанцій. Ціанобактерії разом із іншими мікроводоростями все частіше залучають до технологій біологічного очищення стічних вод як одну із стадій біологічного очищення.

В Україні, як і в інших країнах світу, ці питання залишаються злободенним тому, що темпи розвитку промисловості і будівництва очисних споруд не співпадають.

2.6 Аналіз умов та заходів з охорони праці під час вирощування мікрозелені

У світі в сільському господарстві задіяно 1,4 млр. населення. Кожен рік на виробництві в світі гине 33,4 тис. працюючих, а в сільському господарстві більше 177 тис. людей. 65 % нещасних випадків сталося з вини керівників і спеціалістів, які не забезпечують виконання норм і правил з охорони праці. Безпека життєдіяльності на виробництві регламентується державними актами та нормативними документами [56].

Потрібно раціонально та ефективно організовувати працю на робочому місці, додержуватися норм технологічного процесу, не допускати браку в роботі і знати та виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці і навколишнього середовища, додержуватися норм, методів і прийомів безпечного ведення робіт. У разі необхідності використовувати засоби попередження і усунення природних і непередбачених негативних явищ (пожежі, аварії, повені тощо). Знати інформаційні технології в обсязі, що є необхідним для виконання професійних обов'язків, володіти обсягом знань з правових питань галузі, основ ведення підприємницької діяльності, державної реєстрації суб'єктів підприємницької діяльності та трудового законодавства в межах професійної діяльності.

Вимоги безпеки праці перед початком роботи – чітко визначити порядок і правила безпечного проведення досліду, звільнити робоче місце від усіх не потрібних для роботи предметів і матеріалів. Користуючись скальпелями, ножицями, препарувальними голками, не спрямовувати різальні або загострені частини інструментів на себе і на оточуючих, щоб уникнути поранень.

У разі використання спиртівки потрібно гасити полум'я, накриваючи її спеціальним ковпачком. Не виймайте з спиртівки пальник з ґнотом після її запалювання та не запалюйте одну спиртівку від іншої, що загрожує пожежею. Працюючи з спиртівкою, бережіть одяг і волосся від спалахування.

Під час виконання робіт, у процесі яких нагрівають рідини в пробірках, закріплюйте їх у затискачах штатива або в тримачах пробірок. Під час нагрівання не спрямовуйте отвір пробірки на себе або на тих, хто поруч, щоб уникнути опіків. Використовуючи кислоти або луги, наливайте їх тільки у скляний посуд. Не доливайте воду в кислоту, а навпаки, кислоту вливайте у воду. У разі використання порошкоподібних хімічних речовин набирайте їх тільки спеціальною ложкою (неметалевою), не торкаючись до порошків руками. Пам'ятайте, що майже всі ці речовини отруйні. Для боротьби з комахами-шкідниками рослин проводьте обробку рослин мильним розчином або мильною піною, тютюновим настоєм, розчином сечовини.

Не куштуйте хімічні речовини на смак, адже будь-яка з них тією чи іншою мірою є отруйною. Не заглядайте у посуд зверху (навіть у пробірку), тому що у випадку вишитовхування рідини може статись нещасний випадок. Нагріваючи рідини, не залишайте їх без нагляду навіть на короткий час.

РОЗДІЛ ІІІ
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХ АНАЛІЗ

3.1. Ріст і розвиток мікрозелені

Спостереження за ростом і розвитком рослин у різні фази росту і розвитку проводилися з початку закладання досліду до збирання врожаю (рис. 1).

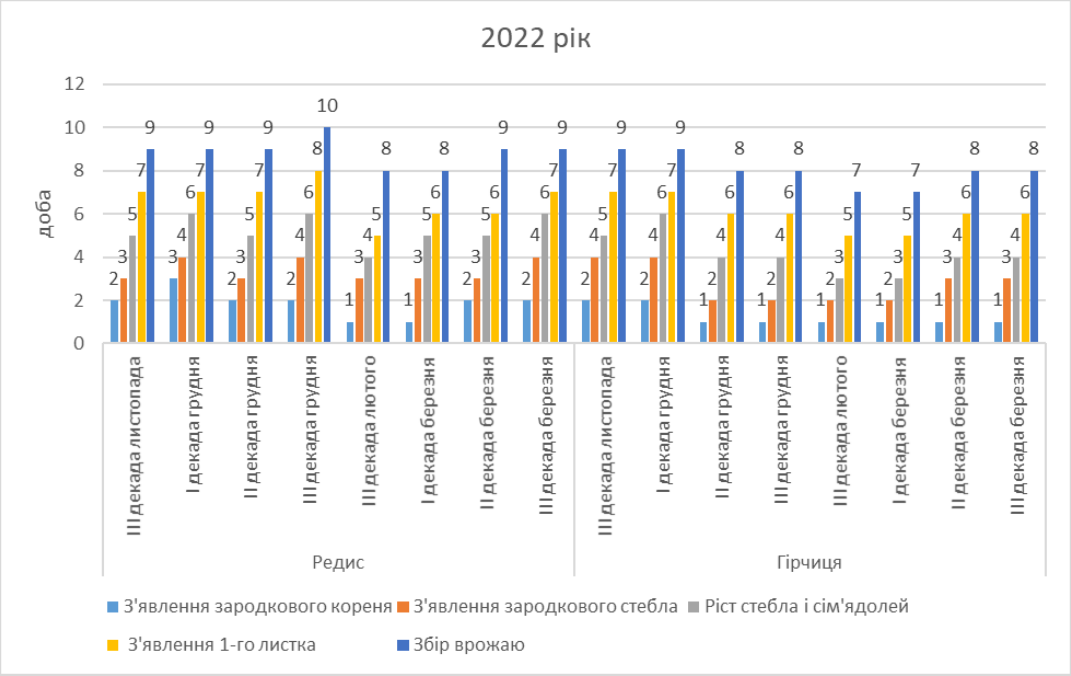


Рис. 1 **Тривалість фаз росту мікрозелені залежно від строку сівби, діб, 2022 р.**

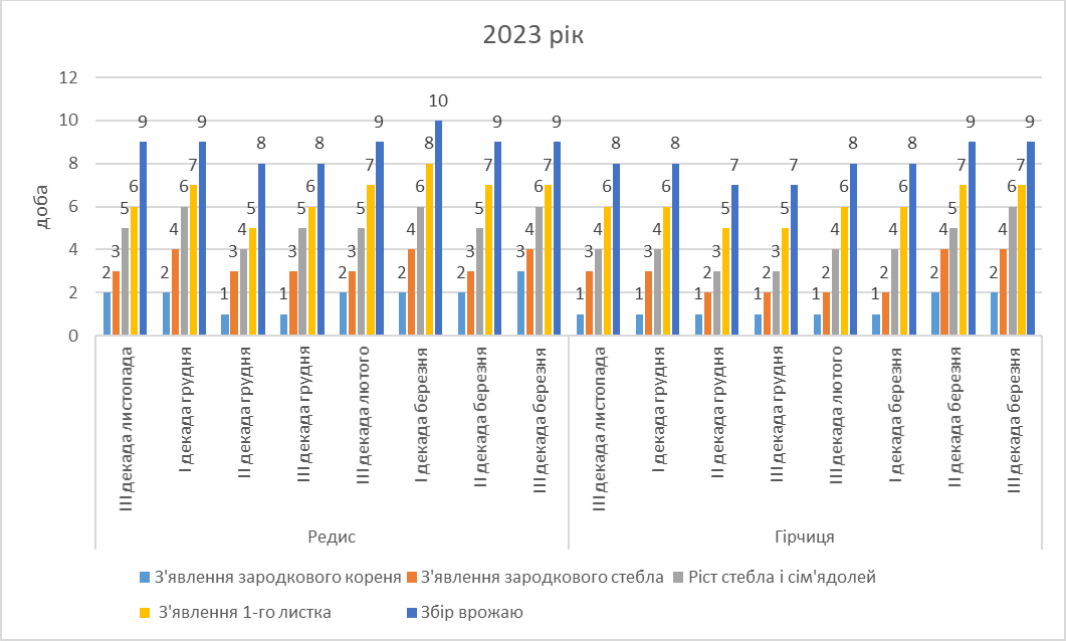


Рис. 2 **Тривалість фаз росту мікрозелені залежно від строку сівби, діб, 2023 р.**

Насінина у разі попадання води всередину набухає, але проростає тільки схоже, а несхоже загниває. Для проростання насіння потрібні сприятливі умови, головні з яких вода, повітря і тепло. Зародок споживає поживні речовини виключно у вигляді розчину, проте для різного насіння необхідно різну кількість води, тепла і повітря. Першим з насіння рослини проростає зародковий корінець. Далі починає рости стебло, що піднімає над поверхнею бруньку і сім'ядолі. Встановлено, що тривалість фаз росту мікрозелені залежно від субстрату різнилася. Так, у редиски і гірчиці незалежно від субстрату з'явлення зародкового корінця у роки досліджень відбувалося на другу добу і впливу субстрату не було помічено.

Збирали зелень у 2022 р. на 8–10 добу, у 2023 р. – на 7–9 добу, на що впливає тривалість світлового дня і температура навколишнього середовища.

3.2 Біометричні спостереження за ростом і розвитком мікрозелені

Важливим показником, що характеризують вплив строку сівби на вирощування мікрозелені є біометричні показники рослин такі як висота рослин (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Висота рослин мікрозелені залежно від строку сівби, см

Культура	Строк сівби	2022 рік	2023 рік	2022–2023рр.
Редис	III декада листопада*	5,17	5,04	5,10
	I декада грудня	5,12	5,15	5,14
	II декада грудня	4,59	4,45	4,52
	III декада грудня	4,96	5,00	4,98
	III декада лютого	4,97	5,07	5,02
	I декада березня	5,15	5,06	5,10
	II декада березня	5,04	5,13	5,09
	III декада березня	5,17	5,35	5,26
Гірчиця	III декада листопада	5,66	5,44	5,55
	I декада грудня	5,51	5,43	5,47
	II декада грудня	6,14	6,31	6,23
	III декада грудня	5,77	6,22	5,99
	III декада лютого	5,43	5,91	5,67
	I декада березня	6,03	5,97	6,00
	II декада березня	6,09	6,02	6,06
	III декада березня	5,78	6,05	5,92
НІР $_{0,5}$		*0,28*	*0,21*	

Примітка: * - контроль

За даними багатьох досліджень, одним із найважливіших заходів у вирощуванні мікрозелені є сівба залежно від пори року. Встановлено, що

зміщення строків сівби від оптимальних призводить до різкого зниження врожаю.

Строки сівби виявляють більший вплив на ріст, розвиток, урожай і якість мікрозелені. За роки досліджень динаміка росту мікрозелені виявлялася по-різному. Вирощування мікрозелені редису показало кращий результат у ІІІ декаді березня і висота рослини становила – 5,26 см, у гірчиці найвищі показники спостерігалися у ІІ декаді грудня – 6,23 см, що вище контролю на 1,13 см.

Найнижчими показниками володіли рослини редису у ІІ декаді грудня і становили 4,52 см, що менше за контроль на – 0,58 см. Відповідно у гірчиці найменші показники спостерігалися у І декаді грудня – 5,47 см (на 0,37 вище контролю).

3.3 Маса рослини мікрозелені

Одним з найважливіших факторів якості посівного матеріалу є маса 1000 насінин. Адже добре виповнене насіння має більшу енергію проростання, більший відсоток схожості та, відповідно, вже від початку дає гарний старт рослинам.

Максимальної маси досягнуло вирощування редису у ІІ декаді березня – 57,60 г, що перевищувало контроль на 1,92 г. У ІІІ декаді березня маса 1000 рослин рослин для редису була найменшою і становила – 53,66 г, що менше контролю на 2,02 г. (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Маса 1000 рослин мікрозелені залежно від строку сівби, г

Культура	Строк сівби	2022 рік	2023 рік	2022–2023 рр.
Редис	III декада листопада	55,35	56,00	55,68
	I декада грудня	53,30	58,29	55,80
	II декада грудня	59,02	56,10	57,56
	III декада грудня	55,89	56,80	56,35
	III декада лютого	54,03	56,94	55,49
	I декада березня	56,63	58,42	57,53
	II декада березня	57,08	58,12	57,60
	III декада березня	53,46	53,86	53,66
Гірчиця	III декада листопада	33,08	34,15	33,62
	I декада грудня	32,58	35,01	33,79
	II декада грудня	29,23	34,28	31,75
	III декада грудня	31,63	34,48	33,06
	III декада лютого	32,27	36,67	34,47
	I декада березня	30,74	34,48	32,61
	II декада березня	30,75	35,86	33,30
	III декада березня	31,25	34,68	32,97
НІР $_{0,5}$		*1,85*	*1,06*	

Для гірчиці найвищі показники були у III декаді лютого – 34,47 г, що на 21,21 г значно менше контролю. Найменші показники спостерігалися у II декаді грудня – 31,75 г. (на 23,93 менше контролю).

3.3 Урожайність мікрозелені редису і гірчиці

Проведені нами дослідження показали, що строк сівби вирощування мікрозелені має вплив на масу однієї рослини і відповідно на урожайність (табл. 3.3).

Таблиця 3.3.

Урожайність мікрозелені залежно від строку сівби, кг/м²

Культура	Строк сівби	2022 рік	2023 рік	2022–2023рр.	± до контролю
Редис	III декада листопада*	5,4	5,44	5,30	0
	I декада грудня	5,35	5,25	5,34	0,04
	II декада грудня	5,59	5,58	5,53	0,23
	III декада грудня	5,41	5,51	5,36	0,06
	III декада лютого	5,2	5,62	5,39	0,09
	I декада березня	5,14	5,13	5,26	-0,04
	II декада березня	5,09	5,27	5,18	-0,12
	III декада березня	5,32	5,35	5,34	0,04
Гірчиця	III декада листопада	4,38	4,63	4,51	-0,79
	I декада грудня	4,53	4,61	4,45	-0,85
	II декада грудня	4,51	4,61	4,67	-0,63
	III декада грудня	4,7	4,7	4,57	-0,73
	III декада лютого	4,53	4,66	4,56	-0,74
	I декада березня	4,55	4,49	4,37	-0,93
	II декада березня	4,34	4,58	4,46	-0,84
	III декада березня	4,67	4,42	4,55	-0,75
$НІР_{0,5}$	*Фактор А* *Фактор В* *Взаємодія АВ*	*0,14* *0,9* *0,2*	*0,13* *0,8* *0,19*	*0,17* *0,11* *0,24*	

Примітка: * - контроль

Встановлено, що урожайність овочевих культур змінювалась відповідно до строків сівби. Урожайність мікрозелені мала найвищі показники для обох культур у II декаді грудня і відповідно становила 5,53 -4,67 кг/м^2.

Найменшими показниками урожайності відзначилися рослини редису у II декаді березні – 5,18 кг/м^2 (- 0,12 до контролю), у гірчиці в I декаді березня – 4,37 (- 0,93 до контролю).

3.4 Якість мікрозелені

Важливе значення має хімічний склад мікрозелені. Проведені дослідження показали, що залежно від строку сівби вміст сухої речовини був різним (табл. 3.4). Найвищий вміст сухої речовини спостерігався у редиса в I декаді грудня і склав 8,6%, відповідно у гірчиці показник вмісту сухих речовин був більшим в III декаді листопада – 9,5%. Найнижчими показники були у редиса в III декаді лютого – 7,8%, а в гірчиці в III декаді березня – 8,6%.

Хімічний склад рослин редису характеризувався більш високою сумою цукрів – 1,68% у I декаді березня, гірчиця у свою чергу мала вищі показники у III декаді грудня – 9,28%.

Вітамін С відіграє важливе значення в процесах дихання, в окисно відновних реакціях, в підвищенні стійкості рослин до інфекції та газостійкості. Дослідження показали, що вміст вітаміну С мав вищу концентрацію у редису у I декаді березня –19,69 мг/100 г, у гірчиці – в II декаді грудня – 21,98 мг/100 г.

За вмістом нітратів рослини не перевищували граничнодопустимих концентрацій для зеленних рослин, але перевищували контроль на 24 мг/кг і 136,5 мг/кг.

Таблиця 3.4

Показники хімічного складу мікрозелені за застосування різних строків сівби, % (середнє за 2022-2023 рр.)

Культура	Строк сівби	Суха речовина, %	Сума цукрів, %	Вітамін С,мг/100 г	Нітрати, мг/кг	Хлорофіл, мг/г		
						a	b	a+b
Редис	III декада листопада	8,4	1,65	18,91	424,2	13,78	5,07	18,85
	I декада грудня	8,6	1,63	18,76	434,5	14,23	4,98	19,21
	II декада грудня	8,2	1,61	17,03	424,9	14,03	4,91	18,94
	III декада грудня	8,6	1,49	18,28	418,4	14,54	5,27	19,81
	III декада лютого	7,8	1,46	19,35	429,3	13,57	5,02	18,59
	I декада березня	8,1	1,68	19,69	421,3	13,59	4,82	18,41
	II декада березня	8,5	1,62	19,02	448,5	14,05	5,18	19,23
	III декада березня	8,3	1,58	18,98	433,8	13,56	4,94	18,50
Гірчиця	III декада листопада	9,5	1,71	20,45	525,3	13,21	4,12	17,33
	I декада грудня	9,2	9,22	21,36	520,7	13,35	4,23	17,58
	II декада грудня	8,8	8,75	21,98	509,3	13,80	4,05	17,85
	III декада грудня	9,3	9,28	21,23	505,9	13,21	4,28	17,50
	III декада лютого	8,9	8,48	21,14	560,7	12,61	4,03	16,64
	I декада березня	9,4	9,21	20,57	542,4	13,98	4,20	18,18
	II декада березня	9,1	9,05	20,49	530,8	13,78	4,35	18,13
	III декада березня	8,6	8,32	19,50	488,9	12,29	4,13	16,42

Відомо, що листок відіграє важливу роль у морфогенезі рослин. Для повноцінного функціонування листка важливе значення має його вік, загальна асиміляційна площа, а також, фізіологічна активність тканин мезофілу, як центра синтезу фітогормонів та інших метаболітів. В процесі лабораторних досліджень ми визначали вміст у рослинах пігментів хлорофілу, оскільки рівень показників показує зміни у фотосинтетичному апараті рослин за зміни режиму вирощування. Як видно з даних таблиці вміст пігментів хлорофілу був вищим у редиса в ІІІ декаді грудня і в гірчиці в І декаді березня – 19,81 та 18,18 мг/г.

За результатами дисперсійного аналізу вплив фактору „строк сівби“ на ріст рослин на початку проростання становив 94 %, а на момент збирання врожаю – 90 %. Сила впливу фактору „вид“ на величину поверхні листків – 91 %, а перед збиранням сила впливу даного фактору становила 99 %.

Кореляційний аналіз доводить, що у всіх досліджуваних рослин на момент збирання врожаю між масою та її висотою існує прямий сильний зв'язок, а його коефіцієнт становить r=0,98.

Проведені дослідження вказують, що найкращим в умовах вигонки зелені є використання для отримання мікрозелені ІІ декади ґрудня.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ МІКРОЗЕЛЕНІ

Економічна ефективність вирощування мікрозелені включає її собівартість, що характеризує рівень виробничої діяльності і визначає кінцевий результат виробництва. Протягом останніх років виробничі витрати на гектар посіву значно збільшилися. У структурі собівартості продукції найбільша частка витрат припадає на оплату праці, насіння, утримання основних засобів, організацію виробництва і управління.

Для того, щоб зробити економічну оцінку вирощування мікрозелені, нам потрібні такі показники: урожайність, ціна реалізації, затрати понесені на вигонку. Знаючи ці показники, можемо вирахувати собівартість одного кілограма продукції, дохід, рівень рентабельності.

Собівартість продукції – це грошовий вираз сукупних матеріальних і грошових затрат на виобництво і реалізацію одиниці продукції. Від собівартості продукції залежить прибуток та рентабельність. Чим менша собівартість одиниці продукції, тим вищий рівень рентабельності.

Дохід визначається як різниця між грошовою виручкою від реалізації товарної продукції та затратами на її виробництво і реалізацію.

Рівень рентабельності – відношення чистого доходу до собівартості всієї або реалізованої продукції [42, 43].

Для визначення економічної ефективності вирощування мікрозелені розраховано технологічні карти вирощування, на урожайність і технологію у контролі (додаток Б).

Різницю у витратах на збирання продукції, викликану отриманням більшого урожаю, ніж у контролі обґрунтовано додатковими розрахунками (додаток Б-2). Економічна ефективність вирощування мікрозелені редису показана в таблиці 4.1.

У мікрозелені редису у контролі за сівби у III декаді листопада отримана врожайність мікрозелені 5,30 кг/м2 і сума чистого доходу 2660

грн/м2. Високих економічних результатів досягнуто також за застосування строку сівби у ІІ декаді грудня, де сума чистого доходу складала 2800 грн/м2 та рівень рентабельності 103 %.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування мікрозелені редису

Показник	Редис							
	ІІІ декада листопада	І декада грудня	ІІ декада грудня	ІІІ декада грудня	ІІІ декада лютого	І декада березня	ІІ декада березня	ІІІ декада березня
Урожайність, кг/м^2	5,30	5,34	5,53	5,36	5,39	5,26	5,18	5,34
В т.ч. додаткова	0	0,04	0,23	0,06	0,09	-0,04	-0,12	0,04
Ціна реалізації 1 кг, грн	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Вартість валової продукції в цінах реал., грн/м^2	5300	5340	5530	5360	5390	5260	5180	5340
Матеріально-грошові витрати, грн./м^2	2640	2650	2730	2660	2680	2710	2690	2650
Собівартість 1 т, грн	1450	1420	1420	1380	1380	1350	1450	1420
Умовна сума чистого доходу, грн/м^2	2660	2690	2800	2700	2710	2550	2490	2690
Рівень рентабельності, %	100	102	103	102	101	94	93	102

За інших строків сівби на мікрозелень сума чистого доходу складала 2690–2710 грн/м2 та рівень рентабельності 101–102 %. Нижче контролю рослини редису проявили себе за строків сівби у І і ІІ декадах березня, де сума

чистого доходу складала 2550–2490 грн/м2 та рівень рентабельності 94–93 %.

У мікрозелені гірчиці у контролі за сівби у III декаді листопада отримана врожайність мікрозелені 5,30 кг/м2 і сума чистого доходу 2660 грн/м2. Високих економічних результатів досягнуто також за застосування строку сівби у II декаді грудня, де сума чистого доходу складала 2800 грн/м2 та рівень рентабельності 103 %.

Таблиця 4.2

Економічна ефективність вирощування мікрозелені гірчиці

Показник	III декада листопада	I декада грудня	II декада грудня	III декада грудня	III декада лютого	I декада березня	II декада березня	III декада березня
Урожайність, кг/м^2	4,51	4,45	4,67	4,57	4,56	4,37	4,46	4,55
В т.ч. додаткова	-0,79	-0,85	-0,63	-0,73	-0,74	-0,93	-0,84	-0,75
Ціна реалізації 1 кг, грн	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Вартість валової продукції в цінах реал., грн/м^2	4510	4450	4670	4570	4560	4370	4460	4550
Матеріально-грошові витрати, грн./м^2	2240	2230	2230	2260	2280	2210	2240	2230
Собівартість 1 т, грн	1450	1420	1420	1380	1380	1350	1450	1420
Умовна сума чистого доходу, грн/м^2	2270	2220	2440	2310	2280	2160	2220	2320
Рівень рентабельності, %	100	99	110	102	101	98	99	103

У мікрозелені гірчиці у контролі за сівби у III декаді листопада отримана врожайність мікрозелені 4,51 кг/м2 і сума чистого доходу 2270 грн/м2. Високих економічних результатів досягнуто також за застосування строку сівби у II–III декаді грудня і III декаді лютого, де сума чистого доходу складала

2280–2440 грн/м2 та рівень рентабельності 101–110 %.

За інших строків сівби на мікрозелень сума чистого доходу складала 2160–2220 грн/м2 та рівень рентабельності 98–99 %, що було нижче контролю.

Таким чином, за результатами досліджень можна рекомендувати вирощування мікрозелень за застосування строку сівби у II–III декаді грудня і III декаді лютого, де сума чистого доходу складала 2280–2440 грн/м2 та рівень рентабельності 101–110 %, де досягнуто найвищих економічних показників.

ВИСНОВКИ

1. Проведена господарсько-біологічна оцінка строків сівби для отримання мікрозелені редису і гірчиці свідчить про цілковиту придатність для вигонки мікрозелені у закритому ґрунті. Встановлено, що тривалість фаз росту мікрозелені залежно від строку різнилася. З'явлення зародкового корінця у роки досліджень відбувалося на другу добу, збирання зелені у 2022 р. на 8–10 добу, у 2023 р. – на 7–8 добу.

2. За роки досліджень динаміка росту мікрозелені виявлялася по-різному. Вирощування мікрозелені редису показало кращий результат у ІІІ декаді березня і висота рослини становила – 5,26 см, у гірчиці найвищі показники спостерігалися у ІІ декаді грудня – 6,23 см, що вище контролю на 1,13 см.

3. Максимальної маси досягнуло вирощування редису у ІІ декаді березня – 57,60 г, що перевищувало контроль на 1,92 г. У ІІІ декаді березня маса 1000 рослин рослин для редису була найменшою і становила – 53,66 г, що менше контролю на 2,02 г. У гірчиці найвищі показники отримали у ІІІ декаді лютого – 34,47 г, що на 21,21 г значно більше контролю.

4. Вищий рівень урожайності отримано за вирощування мікрозелені мала найвищі показники для обох культур у ІІ декаді грудня і відповідно становила 5,53 -4,67 кг/м^2. Найменшими показниками урожайності відзначилися рослини редису у ІІ декаді березні – 5,18 кг/м^2 (- 0,12 до контролю), у гірчиці в І декаді березня – 4,37 (- 0,93 до контролю).

5. Вміст вітаміну С мав вищу концентрацію у редису у І декаді березня –19,69 мг/100 г, у гірчиці – в ІІ декаді грудня – 21,98 мг/100 г. За вмістом нітратів рослини не перевищували граничнодопустимих концентрацій для зеленних рослин, але перевищували контроль на 24 мг/кг і 136,5 мг/кг.

6. Кращим є вирощування мікрозелені редису і гірчиці за застосування строку сівби у ІІ–ІІІ декаді грудня і ІІІ декаді лютого, де сума

чистого доходу складала 2280–2440 грн/м2 та рівень рентабельності 101–110 %, де досягнуто найвищих економічних показників.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі проведених досліджень овочівникам Уманського району Черкаської області пропонується широко застосовувати вирощування мікрозелені редису і гірчиці за застосування строку сівби у II–III декаді грудня і III декаді лютого, де досягнуто найвищих економічних показників.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ

1. Яковенко К.І. Овочівництво України на порозі XXI століття. Вісник аграрної науки. 2016. №8. С. 21–22.

2. Ткаченко Ф.А., Горова Т.К. Особливості насінництва салату в Лісостеповій зоні Української РСР.Овочівництво і баштанництво. 1999. №31. С. 6–8.

3. Лесів Т.К. Сорти головчастого салату для вирощування у відкритому ґрунті. *Овочівництво і баштанництво*. 2014. №29. С. 36–37.

4. Барабаш О.Ю. Все про городництво. К.: Вирій, 2011. 285 с.

5. Баранова Н.А., Насекайло О.Л. 1000+1 совет овощеводу. Минск: Современный литератор, 2011. 218 с.

6. Володарська А.Т., Скляревський М.О. Зеленні овочеві культури. К.: Урожай, 2011. С. 13–24.

7. Болотских А.С. Настільна книга овочівника. Х.: Фоліо, 2018. 487 с.

8. Кондратюк Е.Н., Костырко Д.Р. Нові продовольчі рослинні ресурси. К.: Наукова думка, 2019. С. 56–58.

9. Салаты України – 2016“: успішний старт. Овощеводство. 2016. №1. С. 16–18.

10. Князева Д. Все під рукою. Сад своїми руками. 2015. №8. С. 8–10.

11. Historyof Falooda.Yahoo. https://www.yahoo.com/news/history-of-falooda-070158635.html

12. Пономарев П.Ф. Прогресивні технології і реалізації зелених овочів. Львів: Виша школа, 2019. С. 72–77.

13. Барабаш О.Ю., Федоренко В.С., Гапоненко Б.К., Сніжко В.Л. Технологія виробництва овочів і плодів. К.: Вища школа, 1998. 326 с.

14. Лесів Т.К. Вплив строків сівби насіння і садіння розсади на врожайність головчастого салату. Овочівництво і баштанництво. 2014. №29. С. 38–40.

15. Нечитайло В.А., Баданіна В.А., Грищенко В.В. Культурні рослини України. Навчальний посібник. Київ: Фітосоціоцентр, 2015. С. 264–265.

16. Уланич О.І. Зелені та пряносмакові овочеві культури. К.: ДІЯ, 2014. 169 с.

17. Burlingame B. Grand challenges in nutrition and environmental sustainability. Front Nutr (2014) 1:3. doi:10.3389/fnut.2014.00003

18. Sachs JD. Chapter 10 food security. The Age of Sustainable Development. New York: Columbia University Press (2015). p. 317–533.

19. Gunders D. Wasted: How America Is Losing up to 40 Percent of Its Food from Farm to Fork to Landfill. National Resources Defense Council Issue Paper. IP: 12-06-B. (2012). Available from: https://www.nrdc.org/sites/default/files/ wasted-food-IP.pdf

20. Математика агробізнесу: вирощування мікрогріну. Kurkul: веб-сайт. URL: https://kurkul.com/spetsproekty/280-mikrogrin--biznes-dlya-naymenshih (дата звернення: 16.03.2020).

21. Xiao, Zhenlei & Lester, Gene & Luo, Yaguang & Wang, Qin. (2012). Assessment of Vitamin and Carotenoid Concentrations of Emerging Food Products: Edible Microgreens. Journal of agricultural and food chemistry. 60. 7644-51. 10.1021/jf300459b.

22. Di Gioia, F.; Renna, M.; Santamaria, P. Sprouts, Microgreens and “Baby Leaf” Vegetables. In Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables; Springer: Boston, MA, USA, 2017; pp. 403–432, ISBN 978-1-4939-7016-2

23. García-Herrera, P.; Sánchez-Mata, M.D.C. The contribution of wild plants to dietary intakes of micronutrients (II): Mineral Elements. In Mediterranean Wild Edible Plants: Ethnobotany and Food Composition Tables; Sánchez-Mata, M.D.C., Tardío, J., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2016; pp. 141–171. [CrossRef]

24. Nair BR, Lekshmi GP (2019) Nutritional and anti-nutritional analysis of some selected microgreens. Appl Biol Res 21(2):137–144

25. Kyriacou, M.C.; Rouphael, Y.; Di Gioia, F.; Kyratzis, A.; Serio, F.; Renna, M.; De Pascale, S.; Santamaria, P. Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. Trends Food Sci. Technol. 2016, 57, 103–115. [CrossRef].

26. Bhatt, P.; Sharma, S. Microgreens: A Nutrient Rich Crop that can Diversify Food System. Int. J. Pure Appl. Biosci. 2018, 6, 182–186. [CrossRef]

27. Weber CF. Nutrient concentration of cabbage and lettuce microgreens grown on vermicompost and hydroponic growing pads. J Hortic (2016) 3:4. doi:10.4172/2376-0354.1000190

28. Bulgari, R., Baldi, A., Ferrante, A., Lenzi, A., 2017. Yield and quality of basil, Swiss chard, and rocket microgreens grown in a hydroponic system. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 45, 119–129. http://dx.doi.org/10.1080/01140671.2016.1259642

29. Селекція і насінництво овочевих культур у закритому грунті [Текст] : навч. посіб. для підгот. фахівців у вищ. аграр. навч. закл. із агр. спец. II-IV рівнів акредитації / В.А. Кравченко. - К. : Аграр. наука, 2002. - 261 с.

30. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. Харків: Основа, 2001. 369 с.

31. Уланич О. І., Вдовенко С. А., Ковтунюк З. І., Кецкало В. В., Слободяник Г. Я., Воробйова Н. В., Сорока Л. В. Кравченко В. С. Біологічні особливості і вирощування малопоширених овочів: навч. посібн. Під редакцією професора О.І.Уланич. Умань: Візаві, 2018. 278 с.

32. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого грунту [Текст] : навч. посіб. для посіб. фахівців напр. "Агрономія" в аграр. вищ. навч. закл. I-IV рівнів акредитації. Ч. 1. Закритий грунт. Л. С. Гіль, А. І. Пашковський, Л. Т. Суліма. Вінниця : Нова книга, 2008. 368 с.

33. Son, K. H., Oh, M. M. 2013. Leaf Shape, Growth, and Antioxidant Phenolic Compounds of Two Lettuce Cultivars Grown under Various Combinations of Blue and Red Light-emitting Diodes. HortScience, Vol. 48, Iss. 8, pp. 988–995

34. Llewellyn, D. and Y. Zheng. 2018. Finetuning LEDs for a better light: How light spectrum makes a difference. Geenhouse Canada, Ontario. 15 June 2018.

35. Ebert, A.W. Sprouts, microgreens, and edible flowers: The potential for high value specialty produce in Asia. In High Value Vegetables in Southeast Asia: Production, Supply and Demand, Proceedings of the SEAVEG 2012, Chiang Mai,

Thailand, 24–26 January 2012; AVRDC-The World Vegetable Center: Tainan, Taiwan, 2013; pp. 216–227

36. Renna, M.; Di Gioia, F.; Leoni, B.; Mininni, C.; Santamaria, P. Culinary Assessment of Self-Produced Microgreens as Basic Ingredients in Sweet and Savory Dishes. J. Culin. Sci. Technol. 2017, 15, 126–142. [CrossRef]

37. Бондаренко Г. Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2011. 369с.

38. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: Нічлава, 2013. 316 с.

39. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія, 2015. 286 с.

40. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2022 році. К.: Вища школа, 2022. 215 с.

41. Лехман С.Д. та ін. Довідник з охорони праці в сільському господарстві За ред. С.Д. Лехмана. К.: Урожай, 2012. 400 с.

42. Технології та нормативи витрат на вирощування овочевих культур. За ред. П. Т. Саблука, Д.І.Мазоренка, Г.Є. Мазнєва. К.: ННЦ ІАЕ, 2010. 340 с.

43. Саблук П.Т., Мазоренко Д.І., Мазнєв Г.Є. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур. К.: 2015. 401с.