

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ННЦ «Інститут біології та медицини»

Кафедра біології рослин

Завідувач кафедри професор Наталія ТАРАН

Протокол № 17 засідання кафедри

від “ 23” травня 2022 р.

**ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ФІТОЛАМП ПІД ЧАС
ВИРОЩУВАННЯ РІЗНИХ КУЛЬТУР МІКРОГРІН**

Кваліфікаційна робота бакалавра

денної форми навчання

за спеціальністю

Садово-паркове господарство

Клименко Віолетти Романівни

Науковий керівник від кафедри

Кандидат біологічних наук, доцент

Ольхович О.П.

Робота виконана на кафедрі біології рослин під керівництвом Ольхович О.П.

Оцінка захисту роботи

Київ – 2022 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. МІКРОГРІН- ВИДИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ.....	5
1.1. Світовий досвід та популярність мікрозелені.....	5
1.2. Особливості ринку мікрозелені в Україні.....	6
1.3. Перваги мікрозелені та її різновиди.....	7
1.4. Вплив мікрозелені на організм людини.....	10
1.5. Особливості вирощування мікрогрін.....	16
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ.....	21
2.1. Субстрат для вирощування.....	21
2.2. Освітлення.....	29
2.3. Насінневий матеріал.....	31
2.4. Методи дослідження.....	34
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ.....	35
3.1. ВПЛИВ ОСВІТЛЕННЯ ФІТОЛАМПОЮ НА РІСТ І ВМІСТ ФОТО- СИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ У РІЗНИХ КУЛЬТУРАХ МІКРОГРІН.....	37
3.1.1 Морфометричні показники проростків різних культур мікрозелені за освітлення фітолампкою.....	37
3.1.2. Визначення вмісту фотосинтетичних пігментів у різних культурах мікрозелені за впливу фітолампи.....	42
ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47

ВСТУП

Сьогодні населення світу збільшується з шаленою швидкістю, разом із цим збільшується і кількість хвороб, які пов'язані з харчуванням людини. Однією з проблем харчування, яка потребує уваги, є недостатня кількість в раціоні людини вітамінів. Нестачу вітамінів відчуває понад дві треті жителів світу, які мешкають у країнах різного економічного рівня, тобто сьогодні у світі прогресують авітаміноз та гіповітаміноз.

Другою специфічною проблемою харчування, яка є поширеною, як у економічно розвинених країнах, так і країнах, що розвиваються – це нестача мінеральних сполук. Понад 60, 30 і 15% з 7 мільярдів людей в світі в своєму раціоні харчування мають дефіцит Fe, Zn та Se відповідно. Частота недоотримання мінералів та вітамінів особливо висока в Азії та Африці, де спостерігається сильна деградація ґрунтів, яка значно знизила харчову цінність сільськогосподарських культур.

Одним із найкращих методів уникнути авітамінозу та збільшити кількість мінеральних елементів в раціоні харчування — це споживати пророщене насіння злаків та інших культур та включати в раціон харчування мікрозелень.

Мікрозелень (мікрогрін) – це дрібна зелень різних видів рослин (гороху, люцерни, буряка, редису, соняшника, базилику, гірчиці тощо), «вік» якої не перевищує 7-10 днів. Маленькі рослини з першими молодими листочками надзвичайно соковиті. Вони «старші» за проростки, проте не встигають втратити концентрований запас поживних речовин і накопичити шкідливі речовини із зовнішнього середовища. Мікрозелень є концентрованим джерелом живлення і має потенціал для виробництва у будь якому регіоні.

При вирощуванні мікрозелені, однією з умов її швидкого росту, може бути правильно підібране освітлення. Сьогодні, для забезпечення оптимальних умов вирощування мікрозелені пропонують використовувати фітолампи.

Мета роботи: з'ясувати перспективність використання фітоламп для вирощування різних культур мікрогрін.

Завдання роботи:

1. Підібрати екологічний субстрат, метод вирощування та визначити умови вирощування різних культур мікрогрін.
2. Оцінити вплив фітолампи E27 LED 12W Fito GROW (Full Spectrum=9:1) польського виробника «Мастерлюкс ЛТД» на ріст проростків різних культур (руколи, гороху сочевиці, коріандру та редису) за ростовими показниками та вмістом фотосинтетичних пігментів.
3. Проаналізувати доцільність використання фітоламп для кожної досліджуваної культури.

РОЗДІЛ 1. МІКРОГРІН - ВИДИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Світовий досвід та популярність мікрозелені

Вирощування мікрозелені було започатковано в США. Мікрозелень почала з'являтися в меню ще у 1980-х роках в Сан-Франциско (штат Каліфорнія). У Південній Каліфорнії мікрозелень почали вирощувати приблизно з середини 1990-х років.

На початку використання мікрозелені, як продукту харчування з високим вмістом органічних сполук, вирощували не багато її різновидів. В основному використовували такі культури, як рукола, базилік, буряк, капуста, кінза та суміш під назвою Rainbow Mix. На сьогоднішній день мікрозелень вирощують у багатьох регіонах США та світу і, з кожним роком, різноманітність її видів збільшується. З'явилося багато дрібних виробників, що продають свою зелень на фермерських ринках або в ресторанах. Дрібний пластиковий контейнер із дренажними отворами, такий як плоский ящик для розсади або салатний ящик, дозволяють вирощувати проростки в невеликих кількостях. Вирощування ж та збут високоякісної мікрозелені в комерційних масштабах є достатньо складним процесом [1].

Мікрогрін став досить популярним трендом здорового органічного харчування в усьому світі. Цей тренд дійшов до України лише кілька років тому, і поки не встиг тут достатньо вкоренитись.

Більше того, деякі компанії займаються розробкою та впровадженням технологій для ефективного вирощування мікрозелені в домашніх умовах. Так, наприклад, нещодавно німецька компанія Agrilution представила спеціально розроблену закриту систему для вирощування мікрогріну в домашніх умовах у повністю автоматичному режимі. Запропонований прилад має вигляд побутового холодильника, який забезпечує підтримку температури, вологості,

спеціального освітлення та автоматичного поливу рослин. Прилад дає змогу одночасно вирощувати декілька різних видів рослин. Керування процесом може проходити через мобільний застосунок зі зручним інтерфейсом. Орієнтовна вартість такої «теплиці» для мікрозелені становить близько 3 тис. євро. Таким чином, у справі вирощування мікрозелені для власного споживання подібний прилад може замінити підвіконня з батареєю [1].

1.2 Особливості ринку мікрозелені в Україні

Іноді про мікрозелень говорять, що це досить непоганий бізнес-проект, де можна отримувати максимальний прибуток за порівняно мінімальних вкладень. Проте є одна проблема — потрібно мати розвинений ринок збуту та потенційного кінцевого споживача. Інакше навіть мінімальне капіталовкладення може зробити справу збитковою і не принести очікуваного прибутку.

Перш ніж говорити про потенційного споживача, варто звернути увагу на вартість, із якою мікрогрін заходить на ринок. Якщо йдеться про неспеціалізовані магазини органічної продукції, то наразі мікрозелень представлена далеко не в усіх продуктових супермаркетах, а лише в їхніх найбільших мережах [2]. Зазвичай на полицях продуктових крамниць мікрогрін розфасований невеликими порціями (10–100 г). Це зумовлено тим, що мікрозелень здебільшого позиціонується як не основний, а додатковий харчовий елемент страви, тому й потреба в ньому невелика. Так, наприклад, 10 г свіжої фасованої мікрозелені базиліку коштує приблизно 25 грн. Водночас проста зелень базиліку в середньому коштує 40 грн за 50 г. Тож нескладно порахувати, що в такому разі мікрозелень дорожча від своєї дозрілої форми в кілька разів. Інший приклад: 50 г мікрогріну гороху коштує 25 грн, а 1 кг зеленого горошку — в середньому близько 50 грн.

Зважаючи на це, виникає питання: чому ціна мікрозелені настільки велика? На це є декілька причин. Загалом ціна на мікрогрін залежить від екзотичності самої зелені, собівартості насіння та технології виробництва. Насамперед, мікрогрін часто позиціонується як свіжий органічний продукт, вирощений без використання агрохімії, який, відповідно, є кориснішим і безпечнішим за звичайні салати та овочі. По-друге, мікрогрін є високовітамінним, тобто кориснішим для здоров'я. До того ж його застосовують як приправу або декоративний елемент, а таке розширення призначення продукту також додає йому вартості.

Враховуючи ціну та призначення мікрозелені, постає логічне питання: хто може собі це дозволити? Адже пересічний український споживач, що має середній дохід, навряд чи зможе регулярно споживати мікрозелень із супермаркетів. Передусім через те, що за таку ціну він зможе придбати для себе значно більше кінцевого (дозрілого) продукту. На додачу до всього, якщо він відчуватиме потребу в споживанні мікрогріну, то практично самостійно зможе сам собі вирощувати невеликі його порції у себе на підвіконні, що, звісно, буде значно дешевше. З огляду на це, мікрозелень не може користуватись шаленою популярністю серед пересічних українських споживачів. Тому основний ринок збуту цього продукту може перебувати саме у сфері громадського харчування, зокрема в ресторанах, особливо тих, які пропагують здорову та корисну їжу. Тож за таких умов виробництво мікрозелені є здебільшого вузькоспрямованою справою.

1.3 Переваги мікрозелені та її різновиди

Нині не викликає сумнівів той факт, що харчові продукти мають серйозний вплив на здоров'я людини, тривалість і якість її життя. Науково доведено прямо

пропорційну залежність стану здоров'я, працездатності, настрою та поведінки від кількісних та якісних показників продуктів харчування. Оптимально збалансована за складом та екологічна їжа є надійним джерелом енергії та якості життя та функціонування організму, а також природним щитом здоров'я [3].

Мікрогрін — це молода рослина у фазі появи сім'ядолей, максимум — утворенні першого справжнього листка, бо саме до цієї фази рослина розвивається за рахунок поживних речовин, накопичених у насініні, без додаткового підживлення. Жодних добрив, субстратів тощо. Фактично це не вирощування, а вигонка. Усі корисні речовини, накопичені в зерні, просто перетворюються у маленьку рослину. Виходить продукт органічний. Без мінеральних добрив. За перші 10 днів свого життя мікрозелень не встигає накопичити в собі шкідливих речовин з атмосфери і росте в екологічно чистих умовах[4].

Це дає можливість отримати продукцію з максимальною концентрацією вітамінів, ароматичних речовин, мікроелементів. Тобто, те найцінніше, найкраще, що було у рослини, що вона накопичила у своєму зерні, локалізується в цих маленьких проростках. Водночас, рослина ніжна на смак, тонка, делікатна, не має твердих волокон, дає, так би мовити, «делікатесні смакові відчуття».

Для «мікрогрін-технологій» використовують різні культури. Список із назвами насправді поповнюється постійно, бо тема популярна, динамічно розвивається, а фермери постійно експериментують і додають нові культури. Загалом є три групи: пряно-смакові, декоративно-листяні та наповнювачі.

Пряно-смакові культури вирощують для отримання концентрованого яскравого смаку чи аромату — гостроти, гірчинки, пряного запаху (як у кропу чи петрушки), або ментолового аромату (як у м'яти) тощо. Це, власне, гірчиця, крес-салат, різні види руколи й інші культури.

Декоративно-листяні — це буряк, мангольд, базилік фіолетовий, фіолетові різновиди салату «Лолло Россо», червонокочанна капуста тощо. Гарні на вигляд проростки буряка — зелені й червонувато-фіолетові листочки. Салати групи «Лолло Россо» — Lollo Rosso Lettuce мають, наприклад, цілі градації «фіолетовості»: Vailet Lettuce, Double Vailet, Triple Vailet. А от на стадії проростка яскраве фіолетове забарвлення має лише група Triple Vailet. Можуть ще бути і червоні дуболисні салати, але треба обов'язково вибирати найінтенсивніше забарвлені.

Наповнювачі — це група рослин з простішим смаком і звичайним зеленим забарвленням. Це культури, які забезпечують базовий, основний компонент будь-якого салату. Бо якщо зробити салат з однієї тільки руколи, крес-салату і кропу — це буде занадто гострий, дуже концентрований смак. А змішування їх із люцерною, горохом, квасолею дає більш гармонійний смак: основний, базовий, плюс якісь родзинки. Для молоді зелені з групи наповнювачів використовують броколі, редис, листовий салат, кукурудзу, соняшник та інші.

Крім того, відкритті останнім часом нові властивості мікрозелені, а саме вміст в ній великої кількості бета-каротину, антоціанів тощо, призвело до використання її у повсякденному раціоні харчування. З медичної точки зору, корисні властивості мікрозелені пов'язані з тим, що речовини, які вона містить, наприклад антиоксиданти, зменшують вплив ультрафіолетового випромінювання, захищаючи нашу шкіру, волосся і нігті [1].

Проведені наукові дослідження з вивчення складу мікрозелені свідчать проте що у пророщених проростках міститься дуже багато рослинного білка, вітамінів (С, В, К, Е), каротиноїдів, мінералів та інших корисних елементів (калію, кальцію, фосфору, магнію, заліза, йоду, сірки), а також вона

характеризується високим вмістом ефірних олій. Кожен із цих компонентів позитивно впливає на людський організм.

1.4 Вплив мікрозелені на організм людини

Дослідження властивостей окремих компонентів дозволяють встановити позитивний вплив мікрозелені на організм людини. Так, присутня у проростках фолієва кислота потрібна для утворення нових клітин крові, що особливо важливо для жінок, які планують завагітніти. Вітамін С – це найкращий антиоксидант. Каротиноїди сприяють кращій роботі імунітету. Рутин запобігає формуванню тромбів і має протизапальний ефект. Хлорофіл – це відомий антиоксидант з протипухлинною дією.

Особливістю вживання мікрозелені є її лікувальна дія на організм. При регулярному вживанні мікрозелені можна поліпшити функціонування серцево-судинної, травної, нервової, репродуктивної та ендокринної систем. Крім того, мікрозелень сприяє збереженню молодості, покращує стан шкіри, нігтів та волосся, а також є дієтичним продуктом з мінімальним вмістом калорій [3].

Як мікрозелень, може бути використане насіння різних культур, оскільки виростити мікрозелень можливо практично з усіх рослинних культур, а саме зернових, бобових та овочевих, окрім рослин з родини пасльонові (картопля, помідори, баклажани та перець), тому що в їх проростках міститься соланін, який є отруйною речовиною і може призвести до проблем із травленням. Також не варто вирощувати гарбузові рослини, оскільки мікрозелень з них виходить гіркою, а проростки квасолі містять токсичні речовини, якими можна отруїтися. Асортимент мікрозелені налічує десятки різних культур, але найпопулярнішими є: буряк, редис, соняшник, горох, капуста, крес-салат, соя, овес, гречка, гірчиця, дайкон, кінза, амарант.

Щоб виростити мікрозелень, використовують тільки екологічно чисте насіння, яке не було раніше протруєне або було зібране власноруч. На смак мікрозелень різних культур відрізняється. Зелені проростки за смаковими якостями нагадують плоди дорослої рослини, але є ніжнішими та ароматнішими.

Характеристику різних культур рослин придатних для вирощування мікрозелені наведено в табл.1.1.

Таблиця 1.1.

Характеристика культур мікрогрін

№ п/п	Мікрозелень	Термін пророщення, днів	Біологічна цінність	Вплив на здоров'я людини
1.	Люцерна	5–12	вітаміни, мінерали, 14 амінокислот, які необхідні для правильного функціонування нашого організму і запобігання ряду хвороб	прискорює загоєння ран; очищає організм; корисна для шкіри; захищає від остеопорозу; сприяє втраті ваги
2.	Горох	10–12	вітаміни: С, РР, групи В, А, Е, мінеральні речовини: фосфор, марганець, залізо, калій, йод, кальцій,	забезпечення організму енергією; запобігання утворенню тромбів;

			мідь, магній, бетакаротин, фолієва кислота, каротиноїди, ферменти, хлорофіл, антиоксиданти	підтримання імунітету; запобігає старінню стінок судин; поліпшення кровообігу
3.	Рукола	3–5	вітамін С, каротин, йод	зміцнює імунітет; інтенсивно впливає на обмін речовин; сприяє виведенню холестерину
4.	Чіа	10–12	рослинний білок, здорові жири, клітковина	надає організму витривалості і сил; зміцнює кровоносні судини; покращує кровотворення; обмін речовин
5.	Соняшник	1-2	йод, фосфор, магній, кальцій, цинк, вітаміни Е і К, фолієва кислота	допомагає боротися з болем в суглобах; корисний для нормалізації кисотно-лужного балансу; очищає організм від токсинів і шлаків

6.	Спаржа	7-10	калій, вітамін А	стимулює роботу нирок; позитивно впливає на роботу кишківника; для здоров'я і краси шкіри, нігтів і волосся
7.	Амарант	2-3	вітаміни, фітостерини, які мають властивості зменшення холестерину	запобігає виникненню раку; запобігає серцево-судинних захворювань; активізує травлення
8.	Ріпа	2-3	вітаміни К, А, С, Е і В6, фолієва кислота, мідь, марганець, харчові волокна, кальцій, калій, магній, залізо, фосфор	запобігає відшаруванню сітківки; сприяє здоров'ю кісток; збільшує вироблення червоних кров'яних тілець
9.	Ячмінь	1-2	білки, харчові волокна, вітамін Е, бета-каротин, мінерали	покращує травлення; контролює рівень цукру в крові (діабет); запобігає

				серцевим захворюванням і раку
10.	Буряк	2-3	зміцнює імунітет, містить вітаміни К, С і Е, бетакаротин і лютеїн	знижує ймовірність розвитку серцевих захворювань та інсульту; захищає від раку легенів; підвищує імунну функцію
11.	Броколі	1-2	вітаміни А, С, К, розчинні волокна, сірка, білки і кальцій	покращує здоров'я кісток; травлення та інші важливі функції людського організму; відмінний засіб з оздоровчими та протипухлинними властивостями
12.	Гречка	2-3	мікрозелень гречки містить «отруйну» речовину фагопірин, помірне вживання не принесе проблем, але надмірне може	здатна підвищити імунітет; поліпшити травний тракт і поповнити організм запасами поживних речовин; мікрогрін запобігає

			викликати проблеми з чутливістю шкіри	розвитку раку, набрякам ніг, атеросклерозу
13.	Морква	2-3	вітамін А, який допомагає запобігти втраті зору, клітковина, яка допомагає травленню; вітамін К, магній, кальцій, фолієва кислота, калій	допомагає запобігти втраті зору, допомагає травленню, містить велику кількість поживних речовин
14.	Пшениця	2-3	поживні речовини, вітаміни А, С, В, амінокислоти, мінерали	запобігає розвитку раку. знижує рівень холестерину в крові; сповільнює старіння

Таким чином, мікрозелень є корисним харчовим продуктом. Окрім вітамінів, вона містить мінеральні елементи (кальцій, калій, фосфор, магній, йод, залізо тощо), незамінні амінокислоти, хлорофіл. Регулярне вживання мікрозелені зміцнює імунітет, підвищує працездатність організму, сприятливо впливає на ендокринну та нервову системи, покращує роботу нирок. Мікрозелень містить нерозчинну клітковину, яка сприяє виведенню токсинів та шлаків, а також посилює перистальтику кишечника. Рутин, що міститься в мікрозелені, зменшує проникність капілярів і має протизапальну дію, а сульфорафан має протиракову та антибактеріальну дію [5].

1.5 Особливості вирощування мікрогрін

Перевагою при вирощуванні мікрозелені є невибагливість її до світла, тепла, простору. Для отримання врожаю потрібні широкі піддони та субстрат – земля чи джут залежно від вибраної культури. Ґрунт потрібен нейтральний - це кокосове волокно або торф, без добавок чи добрив, без перліту і вермикуліту, або ще слабокислий. Шар зовсім невеликий — 10-15 мм. Після поливу він трішки набрякає, а коли корінці починають розвиватися — знову піднімається. В результаті, до моменту збирання зелені він буде 2-2,5 см заввишки. Отже, субстрат є і для того, щоб корінці могли закріпитися, і для того, аби можна було забезпечити стабільну вологість при поливі. Без субстрату мікрогрін доведеться бризкати і поливати дуже часто, що спричинить певні проблеми. То із перезволоженням — брак повітря, то навпаки — із пересиханням. А шар субстрату виконує роль буфера [6].

Вирішальним фактором при вирощуванні мікрозелені є температура (таблиця 2.). Вона якраз визначатиме успіх виробництва: швидкість вигонки, врожайність та все інше. Звісно, поряд із усім іншим: вчасним поливом, освітленням тощо. Та все ж температура для швидкого росту мікрозелені є визначальною. Оскільки рослини дуже маленькі, дуже молоді й виганяються за рахунок поживних речовин, що є в насінні, фотосинтез тут не є основним фактором [7] .

Оптимальна температура на момент пророщування насіння теж має значення. Для теплолюбних культур вона має бути вищою, ніж середня температура отримання сходів чи температура вирощування холодостійких рослин. Важливо знати, що будь-які оптимальні температури для мікрогрін-ферми зовсім інші, ніж для традиційного тепличного фермерства. Наприклад, якщо салат вирощувати при нічній температурі 19-20 °С, то він витягнеться [8] .

Таблиця 1.2.

Оптимальні температурні показники для нормального росту різних культур мікрозелені

Культура	Температура проростання насіння, °С	Температура вигонки зелені, день, °С	Температура вигонки зелені, ніч, °С
Холодостійкі культури (салати, цибуля, гірчиця, буряк, мангольд, кріп)	17-19	22-25	17-19
Теплолюбиві культури (люцерна, квасоля, крес-салат)	20-22	22-25	17-20

Освітлювати мікрозелень можна за допомогою ламп, які закріплюють у верхній частині стелажу. На рис.1.1 зображено техніку вирощування мікрозелені в лабораторних умовах.



Рис.1.1. Вирощування мікрозелені в лабораторних умовах

Для вирощування мікрозелені потрібні відповідні ємності. Сьогодні використовують два типи: харчові пластикові лотки і касети. Лотки — це дешево і зручно, вони одноразові, їх не потрібно мити та дезінфікувати між циклами. Використав і утилізував. Це харчова пластмаса, яка пасує до нашої «organic-ферми». При застосуванні харчових контейнерів в проростках рослин не накопичуються токсичні речовини, які можуть бути присутні при

використанні іншої тари. Ці контейнери також дають можливість вирощувати культуру при найбільш щільному посіві. Завдяки відсутності перегородок, які є у касетах, на кожний сантиметр квадратний можна вмістити максимум рослин [10].

Недолік харчових контейнерів полягає в тому, що у лотках необхідно обов'язково самотійно зробити дренажні отвори, щоб уникнути застою води і нерівномірному розвитку мікрогрін. У стандартному лотку свердлять як мінімум 5 отворів, діаметром не менше 5 мм кожен. Багаторазові лотки із товстої пластмаси треба мити і дезинфікувати, бо після декількох циклів вирощування в них обов'язково накопичаться якісь патогени.

Касети дозволяють вирощувати мікрогрін порційно у кількості як 160, так і 500 порцій на касету. В касетах немає проблем із дренажем. Завжди відбувається стікання залишків води, навіть якщо полив не акуратний, не спостерігається застоювання води. Касети достатньо глибокі, завдяки цьому задіяний більший обсяг субстрату в якому розташовані корені [10.] Але треба розуміти, що врожайність із касет менша, бо між секторами все одно залишаються досить великі проміжки. Якщо взяти, наприклад, руколу вузьколисту, то в лотку вона має компактніше розташування і, внаслідок цього, тонші проростки. А в касеті вона м'ясистіша, соковитіша та крупніша.

Зрізають мікрогрін ножицями. Це особливо легко, якщо підсім'ядольні коліна рослин є довгими — тоді на готовий продукт не потраплять частинки ґрунту.

Ніжні рослини швидко пересихають, тож термін придатності мікрогрін сильно залежить від швидкого охолодження після зрізання. При промисловому вирощуванні цю проблему вирішують дорогим вакуум-кулером, — оскільки важливо не просто охолодити, а дуже швидко. Треба за 10-15 хвилин знизити

температуру до +3 -5 °С. Для маленької ферми рішенням є великий холодильник, у якому можна підтримувати такі самі температури. В холодильник вміщують добре зволожені, готові до зрізу рослини, розміщені в лотках, там вони повільно охолоджуються до +5 °С. Після охолодження мікрогрін можна зрізати і запаковувати у пластикові контейнери. Така продукція спокійно зберігається 6-7 днів без втрати товарного вигляду та смакових якостей [11].

Найбільша кількість корисних поживних речовин міститься у свіжій мікрозелені. При зберіганні їх кількість знижується. Недоліком мікрозелені є те, що вона має короткий термін зберігання. У середньому термін зберігання мікрозелені становить 2-3 доби. Зрізана мікрозелень більш схильна до дії зовнішніх факторів і гнильних мікроорганізмів, які можуть проникати з її поверхні в більш глибокі шари, спричинюючи її розкладання [12]. Найкраще адаптована до зберігання та транспортування – гречана мікрозелень. Вченими розроблено спосіб зберігання мікрозелені з гречки зі збереженням її якості упродовж більш ніж 14 днів, що є вагомим результатом. Найчастіше для зберігання та транспортування мікрозелені в комерційних цілях застосовуються пластикові контейнери із кришкою, які не забезпечують правильний баланс кисню та вуглекислого газу для дихання будь-якої живої зелені. Також використовується в якості пакувальних матеріалів тара із плівки, яка відрізняється від пластикових контейнерів швидкістю передачі кисню. Тому питання зберігання мікрозелені, як готового продукту харчування є актуальним питанням та потребує подальших глибоких наукових досліджень та виробничих випробувань [13].

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

2.1 Субстрат для вирощування

Як субстрат для вирощування мікрозелені використовували капілярні або поливні мати. Це матеріал, який складається з прошитих через поліетиленову тканину джутових, поліпропіленових, акрилових, поліестерових, луб'яних та вовняних волокон (рис.2.1).

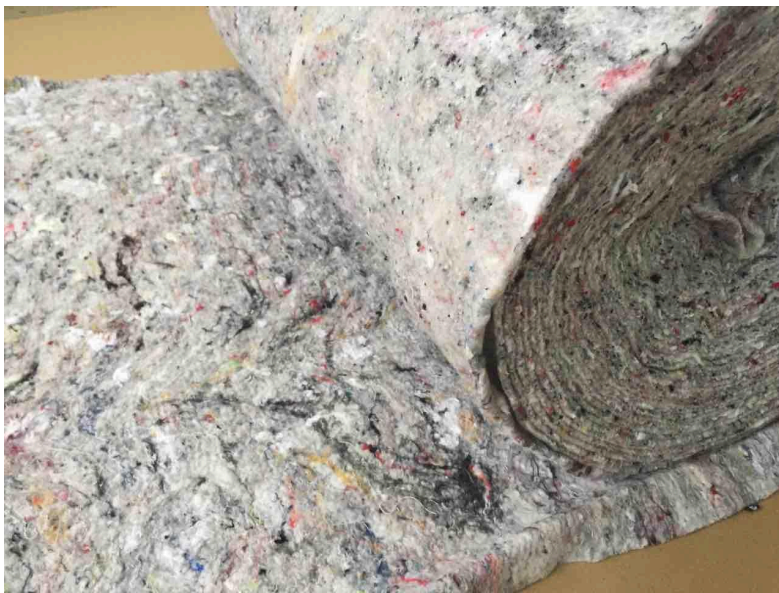


Рис.2.1. Поливний мат

Такі мати добре вбирають вологу (4,5 л/м²) і розподіляють її рівномірно по всій площі, таким чином усі рослини отримують воду. Вода надходить до коренів рівномірно. Вони просочені спеціальним бактерицидним розчином, який не дає розвиватися цвілі у посівах.

Такі мати можна використовувати як субстрат для мікрозелені, підстилку під касети та горщики для розсади [18].

Перевагою матів над килимками є те, що вони легко ріжуться ножицями і їхні краї не сатаються. Тому дуже зручно і вигідно купувати його на метраж та нарізати потрібного розміру.

Лляні килимки - це популярний субстрат для мікрозелені, який дозволяє молодим паросткам мікрозелені залишатися чистими (рис.2.2). Килимки на 100% складаються з натурального екологічно чистого матеріалу та не містять хімічних домішок. Таке середовище дозволяє виростити рослини здоровими, тобто не ураженими хворобами.



Рис.2.2. Лляний килимок

Плюсом для виробника мікрозелені є те, що її можна продавати разом із килимком, що збільшує термін зберігання готового продукту.

Кокосовий субстрат, або торф із кокоса - це спресоване волокно кокоса, яке використовують як ґрунт для вирощування мікрозелені, розсади овочевих культур, а також садових та кімнатних рослин. У такому натуральному субстраті

коріння активно розвивається, а рослини менше схильні до зараження інфекцією.



Рис.2.3. Кокосовий субстрат

Кислотність кокосового волокна нейтральна, що є оптимальним для більшості рослин. Виробниками було виявлено, що кокосове волокно збільшує урожайність майже на 25–35% порівняно з мішковиною, оскільки містить поживні елементи - фосфор, калій, кальцій, магній тощо.

Кокосовий субстрат довго залишається вологим і навіть після повного висихання добре зволожується водою.

З мінусів цього субстрату можна відзначити тільки те, що деякі види кокосового субстрату все-таки можуть забруднити мікрозелень, як і звичайний торф [19].

Торф, або торф'яний мох складається з органічних речовин, що розклалися, видобутих на торф'яних болотах. Він в основному використовується через свою високу водоутримуючу здатність. Торф зазвичай змішують із перлітом, щоб поліпшити водопоглинання.



Рис.2.4. Торф

Незважаючи на те, що ґрунт може забруднювати мікрозелень, він дає найкращі врожаї та найкращий продукт. Для вирощування мікрозелені використовують універсальний торф для вирощування розсади.

Торф підходить для всіх видів мікрогрину, але найкращі результати на ньому показують рослини з яскравими стеблами, наприклад, амарант та буряк. Для мікрогрину потрібно підбирати стерильні субстрати, які не містять добрив. [18].

Джутова мішковина – це екологічно чистий натуральний субстрат для пророщування мікрозелені (рис.2.5).



Рис.2.5. Джутова мішківина

Не будь-яка мішківина підійде для цього, особливо якщо це вторинний матеріал.

Джутова мішківина зберігає рослини в чистоті та полегшує збирання врожаю.

Необхідно бути впевненими, що мішківина не контактувала зі шкідливими речовинами, наприклад з пестицидами. Забруднюючі речовини можуть впливати не тільки на ріст рослин, але й здатні завдати шкоди здоров'ю.

Нажаль, повторне використання мішківини при вирощуванні мікрозелені може призвести до розвитку цвілі та грибка. Тому використовувати її можна лише один раз. Мішківина відмінно розкладається, тому її можна додати до компосту.

Сорти з великим насінням (горох, пшениця) чудово ростуть на мішківині. Це економічний субстрат, але, на жаль, дає нестабільний урожай. Високої врожайності можна досягти лише за ідеальних умов вологості та освітлення.

Конопляні килимки - це ще один органічний субстрат для вирощування мікрозелені, який дуже добре утримує воду (рис.2.6).



Рис.2.6. Конопляні килимки

Основними перевагами килимків з конопель є те, що вони зроблені з натуральних матеріалів, мають хорошу щільність, не схильні до появи цвілі і дуже зручні для продажу мікрозелені разом із субстратом.

Усі різновиди мікрозелені дуже добре зростають на коноплі. Особливо добре ростуть рослини з дрібним насінням, такі, як люцерна, редис, брокколі, крес-салат, кольрабі, чіа і т.ін.

Конопляні килимки можна використовувати повторно, але в такому випадку не виключено інфікування паростків грибком. Тому для отримання чистого та здорового врожаю корисних паростків, рекомендується щоразу використовувати новий килимок[18].

Мінеральна вата, або кам'яна вата – це матеріал, який складається з речовин, що допомагають йому бути пористим (волокна рослин, вапняк, базальт та різні наповнювачі). У рослинництві використовується спеціальна агровата (рис.2.7), яка продається у спеціалізованих магазинах. Будівельна мінеральна вата для цієї мети не підходить, у зв'язку з тим, що в ній містяться шкідливі для рослин та людини речовини.



Рис.2.7. Мінеральна вата

Насамперед кам'яна вата була створена для вирощування рослин на гідропоніці в теплицях при інтенсивних технологіях. Але завдяки своїм властивостям, вона успішно застосовується і для виробництва мікрозелені.

Мінеральна вата має нейтральний рівень рН і в ній відсутні патогени, що дає змогу виростити здорові рослини. Вона ідеально підходить для вирощування довго ростучих рослин, таких як базилік, шпинат, щавель, кріп, салат, коріандр і т.ін. Так як агровата створена з тонкого волокна, рослини легко занурюють у неї своє молоде коріння і вільно там розвиваються [18].

До мінусів застосування вати можна віднести тільки те, що волога не завжди рівномірно розподіляється по агроваті і в контейнері можуть залишитись сухі ділянки з насінням. Нижні шари завжди будуть більш вологими, а верхні – сухішими. Ще мінеральна вата коштує значно дорожче, порівняно з іншими субстратами, але її можна використовувати повторно.

Гідрогель (аквагрунт) – це штучно створений матеріал на основі полімерів, що випускається у вигляді порошку, гранул або кульок. Після наповнення водою, вони стають схожими на желе (рис.2.8.). Це хороше середовище для вирощування рослин.



Рис.2.8. Гідрогель

Гідрогель дуже зручний і практичний, адже вологи в ньому достатньо, щоб не поливати проростки протягом двох тижнів. Також він має нейтральний рН, що підходить для більшості культур, не містить шкідливих речовин та патогенів. Ще одна перевага аквагрунту - це те, що його можна висушити та використати повторно. Мінус гідрогелю в тому, що насіння в ньому може проростати довше [18].

Перліт – це матеріал, який використовують як добавку до субстратів, для кращого утримання води, оскільки він полегшує дренаж та доступ кисню (рис.2.9). Всі якісні ґрунтові суміші для вирощування мікрозелені мають у складі не менше 10% перліту.



Рис.2.9. Перліт

Правильна аерація коренів має важливе значення для нормального росту мікрозелені. Незважаючи на те, що використання торфу і так забезпечує хорошу аерацію, додавання перліту гарантує, що води в контейнері для вирощування ніколи не буде більше, ніж необхідно рослинам.

Плюсами використання перліту є те, що він вбирає вологу в 2-6 разів більше за свою вагу, є стерильним матеріалом, має нейтральний рН і його можна використовувати багаторазово.

Але при використанні перліту є і недоліки: низька водоутримуюча здатність; наявність дрібного пилу; легка вага (при поливі гранули піднімаються, тому корені важко на них утримуються); матеріал не містить поживних елементів.

Таким чином, можна зробити висновок, що для вирощування мікрозелені перліт краще використовувати в якості добавки до торфу, а саме як водоутримуючу речовину.

Вирощування мікрозелені без субстрату.



Рис.2.10. Безсубстратний спосіб вирощування проростків

Більшості рослин, для того щоб прорости потрібні лише вода і субстрат або шорстка поверхня, до якої рослини будуть чіплятися коренями. Проте головним мінусом є те, що підтримувати вологість в таких умовах скално, зволожувати насіння доведеться кожні дві-три години [20].

2.2 Освітлення

Для освітлення рослин використовували фітолампку для росту E27 LED 12W Fito GROW (Full Spectrum=9:1)(рис.2.11.), відому як фітолампку, що

застосовується спеціально для стимуляції росту рослин. Усередині лампи розміщені світлодіоди, що випромінюють світло з переважанням червоного діапазону (співвідношення світлодіодів 9:1). Червоний спектр особливо необхідний рослині на проміжній стадії вегетативного розвитку (до стадії цвітіння та дозрівання плодів). Він покращує процеси фотосинтезу. Сприяє збільшенню біомаси, прискоренню проростання [22].



Рис.2.11.Фітолампа

Дослідні рослини освітлювали фітолампюю з періодичністю 10 годин.

Контрольні рослини освітлювали люмінесцентною лампою денного світла (рис.2.12.), яка створює холодне світло (її спектр максимально наближений до сонячного спектру). Спектр лампи близький до денного сонячного освітлення. Це базовий варіант для штучного освітлення кімнатних рослин та розсади [23].

Оскільки ці лампи є не дуже потужними, то їх встановлюють одночасно кілька штук у спеціальні відбивачі, що підсилюють потік світла і не дозволяють мерехтливому освітленню проникати у приміщення.

Як правило, недоліком цих ламп вважають підвищену розсіяність потоку світла (для достатнього світла потрібно багато ламп) і його низьку якість. Лампи денного світла мають дуже багато синього у своєму спектрі, тому для освітлення рослин їх потрібно встановлювати лише у комбінації з іншими лампами.



А



Б

Рис.2.12. Люмінесцентна лампа денного світла (А- в освітлювальній установці рослинні, Б – зовнішній вигляд лампи)

2.3 Об'єкти дослідження

Для дослідження було використано насіння п'яти видів рослин, а саме руколу, горох, сочевицю, редис, коріандр.

Ці культури досить часто використовують для вирощування мікрозелені.

1. Рукола (*Eruca vesicaria*) (рис.2.13). Рукола - відмінне джерело фолієвої кислоти, кальцію, заліза, магнію, міді та різних мінералів і вітамінів А, В, С, Е, К. Маючи смак дорослої рослини, мікрогрін руколи містить у 5-30 разів більше поживних речовин. Її цінують за своєрідне поєднання ефірних олій, каротину та мінеральних речовин. Мікрозелень руколи – природне джерело йоду та вітаміну С. Вона добре впливає на обмін речовин в організмі, сприяє виведенню холестерину та підвищенню рівня гемоглобіну, має профілактичну дію онкологічних захворювань. Також рукола містить флавоноїди, які зміцнюють стінки кровоносних капілярів[24].



Рис.2.13. Насіння руколи

2. Горох посівний (*Pisum sativum*) (рис.2.14). У гороху на початковій фазі росту поєднуються свіжий аромат і хрумка структура молодого гороху.

Мікрогрін має приємний солодкуватий смак з насиченими пряними нотками. Він багатий на протеїни, фосфор та клітковину. Містить вітаміни А, В, С, РР, Е, К та фолієву кислоту.

Культура має цілу низку корисних властивостей: висока калорійність (81 ккал/100 г);в міст великої кількості рослинного інсуліну; вміст у стеблах клітковини та холіну .



Рис.2.14. Насіння гороху

Вживання мікрозелені гороху дозволяє знизити рівень цукру в крові, зменшити показники холестерину та зарядитися бадьорістю на весь день.

3. Сочевиця звичайна (*Lens culinaris*) (рис. 2.15). Мікрозелень сочевиці має солодкуватий, соковитий, пряний присмак. Молоді листочки багаті на вітаміни А, В1, В2, С, РР і мінеральні речовини. [25]. Ця бобова культура вважається рекордсменом з вмісту рослинного білка, не поступаючись м'ясним продуктам. Саме з цієї причини регулярне споживання паростків дуже корисне для веганів.



Рис.2.15. Насіння сочевиці

Мікрозелень сочевиці інтенсивно впливає на обмін речовин в організмі, бореться з запальними процесами в сечостатевій системі, сприяє виведенню холестерину та збільшенню значення гемоглобіну при залізодефіцитній анемії, нормалізує роботу центральної нервової системи. Її вживання посилює захисні сили організму і стимулює виділення шлункового соку, покращує травлення [26].

Як і усі бобові, сочевиця може викликами підвищене газоутворення, тому продукт не можна вживати при дизбактеріозі кишківника та загострених хворобах травної системи (язві, коліті, гастриті) .

4. Редька городня (*Raphanus sativus*) (рис. 2.16). Соковитий і хрумкий мікрогрін, має насичений гострий смак і аромат молодої редиски. Містить комплекс вітамінів, мінеральних елементів, тіамін, рибофлавін та ефірні олії. Покращує травлення і має помірні жовчогінні та протинабрякові властивості.

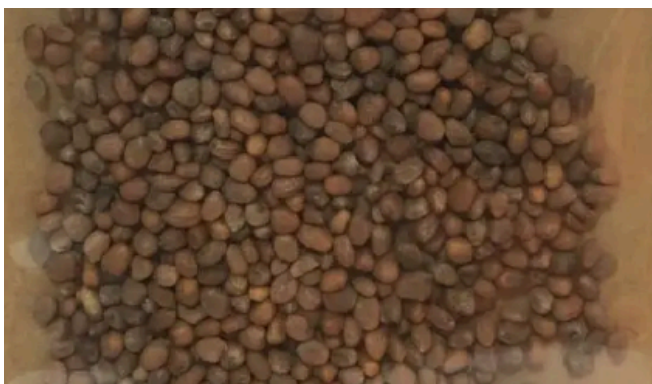


Рис.2.16. Насіння редьки

Якщо в плодах даної рослини міститься величезний вітамінний комплекс, то в редисі, що ледь проріс, корисних мікроелементів ще набагато більше. Люди, що вживають мікрогрін редису, насичують організм вітамінами Е, В1, В2, С, РР.

Вище перелічені речовини сприятливо впливають на роботу травної системи і допомагають іншим вітамінам швидко засвоюватися. Також мікрозелень редису містить калій, фосфор, магній, залізо і кальцій. Дані мікроелементи позитивно впливають на серцево-судинну систему, сприяють зниженню холестерину, допомагають запобігти розвитку атеросклерозу [24].

5. Коріандр посівний (*Coriandrum sativum*) (рис.2.17). Має пікантний смак та аромат. У мікрогріні кінзи міститься багато вітаміну С, вітамінів групи В та РР, рутин, каротин та пектин. Ці мікроелементи підтримують імунітет, зміцнюють судини та роблять їх більш еластичними. Вітамін С зміцнює ясна та забезпечує тривалу чистоту ротової порожнини. Кінзу часто додають у «важкі» м'ясні страви, оскільки пектин стимулює перистальтику та виділення шлункового соку, що сприяє швидкому та ефективному засвоєнню їжі. Рослина має мінімальну енергетичну цінність - близько 20 ккал/100 грам [24].



Рис.2.17. Насіння коріандру

2.4 Методи дослідження

Для виконання роботи були використані такі методи:

- морфометричний;
- спектрофотометричний метод визначення фотосинтетичних пігментів;
- статистичний.

Ростові показники оцінювали за приростом проростків.

Для спектрофотометричного методу визначення фотосинтетичних пігментів екстракцію пігментів проводили 96 %-вим етанолом. Екстракт пігментів аналізували на спектрофотометрі при довжині хвиль 440, 649, 665 нм.

Для розрахунку вмісту пігментів на грам сирової речовини використовували таку формулу: $A = \frac{CxV}{Px1000}$,

де А- вміст пігменту, мг/г;

С- концентрація пігменту, мг/л;

V- об'єм витяжки пігменту, мл;

P- наважка рослинного матеріалу, мг.

Кількість біологічних повторів та аналітичних повторностей у досліді була не менше трьох.

Статистичну обробку даних проводили за допомогою програми *Statistica*.

3.РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

3.1. ВПЛИВ ОСВІТЛЕННЯ ФІТОЛАМПОЮ НА РІСТ І ВМІСТ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ У РІЗНИХ КУЛЬТУРАХ МІКРОГРІН

3.1.1 Морфометричні показники проростків різних культур мікрозелені за освітлення фітолампю

Спостерігаючи за ростом рослин різних культур впродовж 10 днів під денною люмінісцентною і фітолампю ми отримали результати по кожній культурі. Рукола проросла на третій день (рис.3.1), схожість насіння у дослідному варіанті була вищою ніж в контрольному варіанті. Впродовж всього

експерименту проростки руколи, що росли під фітолампю були вищими та мали рівніші стебла, що свідчить про кращий розвиток механічних тканин, і ймовірно пов'язану з цим, вищу продуктивність.

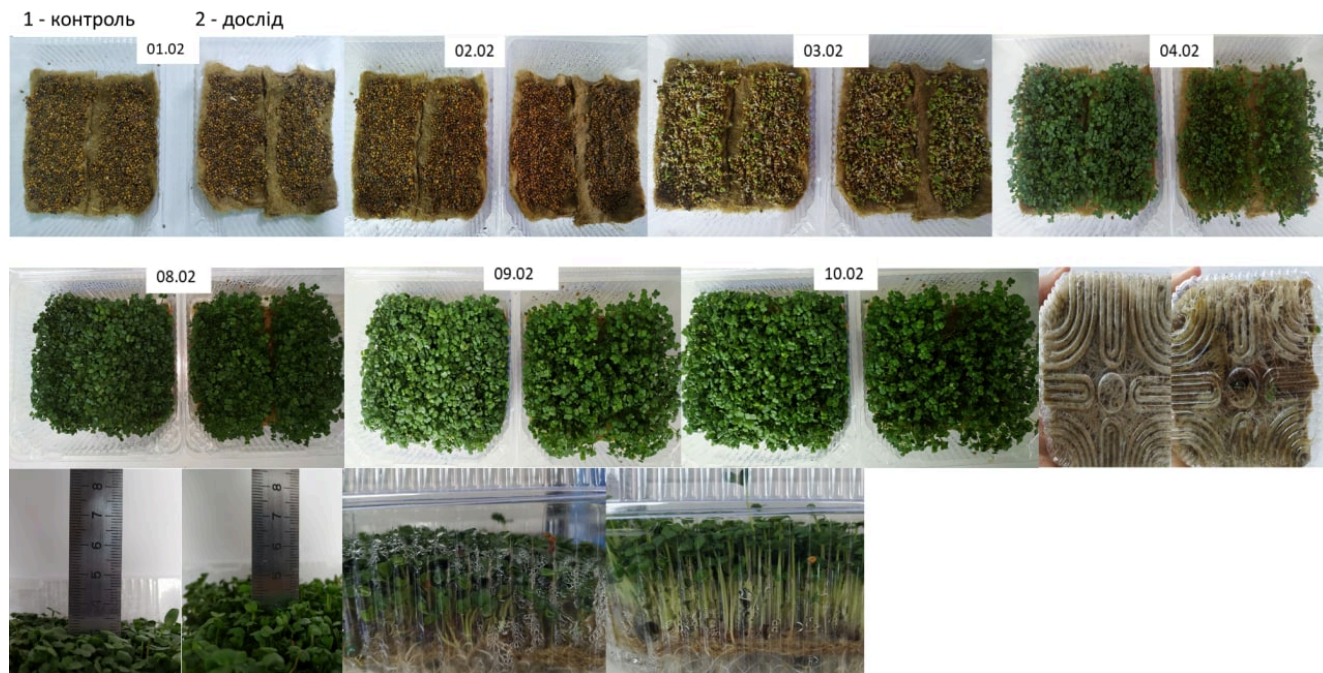


Рис. 3.1. Морфометричні показники руколи на 1-10-ту добу

Для проростання насіння гороху також знадобилось 3 дні, проте для росту проростків люмінесцентна лампа виявилась більш сприятливою (рис 3.2). Горох, який вирощували під люмінесцентною лампою мав довші стебла, більш відкрите листя, та більшу кореневу систему в порівнянні зі зразком вирощеним під фітолампю.

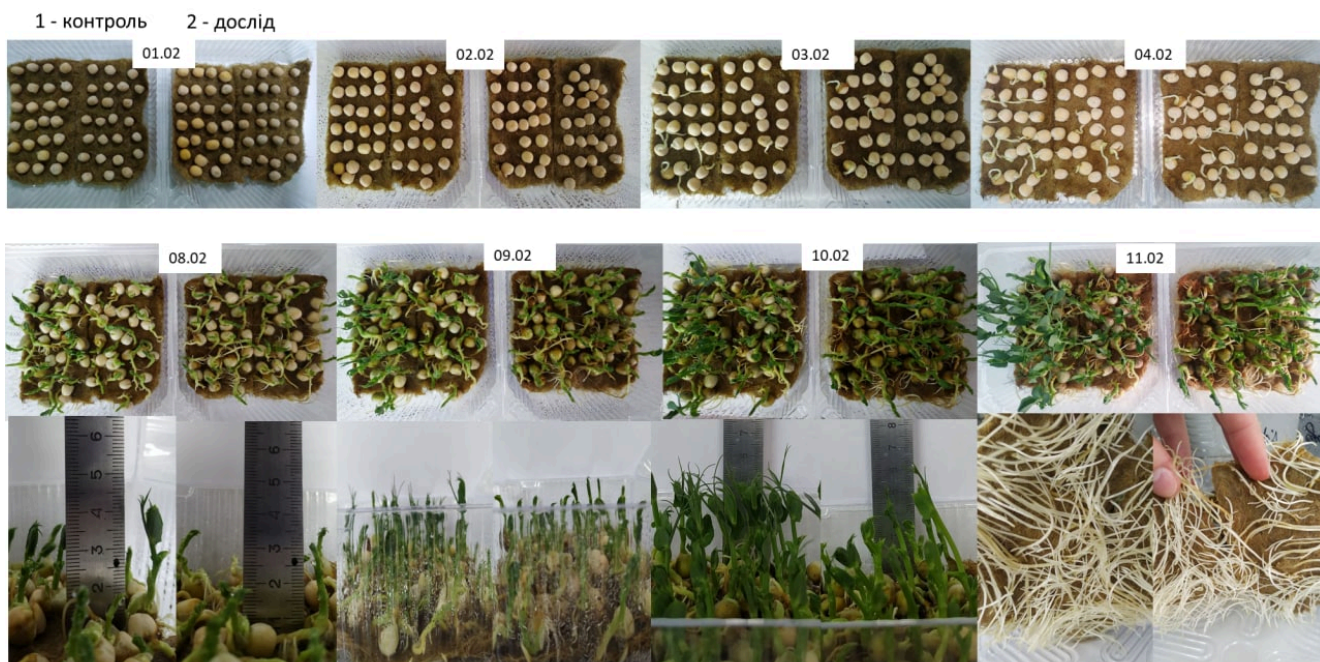


Рис. 3.2. Морфометричні показники гороху на 1-10-ту добу

Як і з попередніми зразками, для проростання насіння сочевиці знадобилось три дні. Проростання насіння в контрольному варіанті під люмінесцентною лампою денного світла відбувалось швидше та з більшим відсотком проростання (рис.3.3).

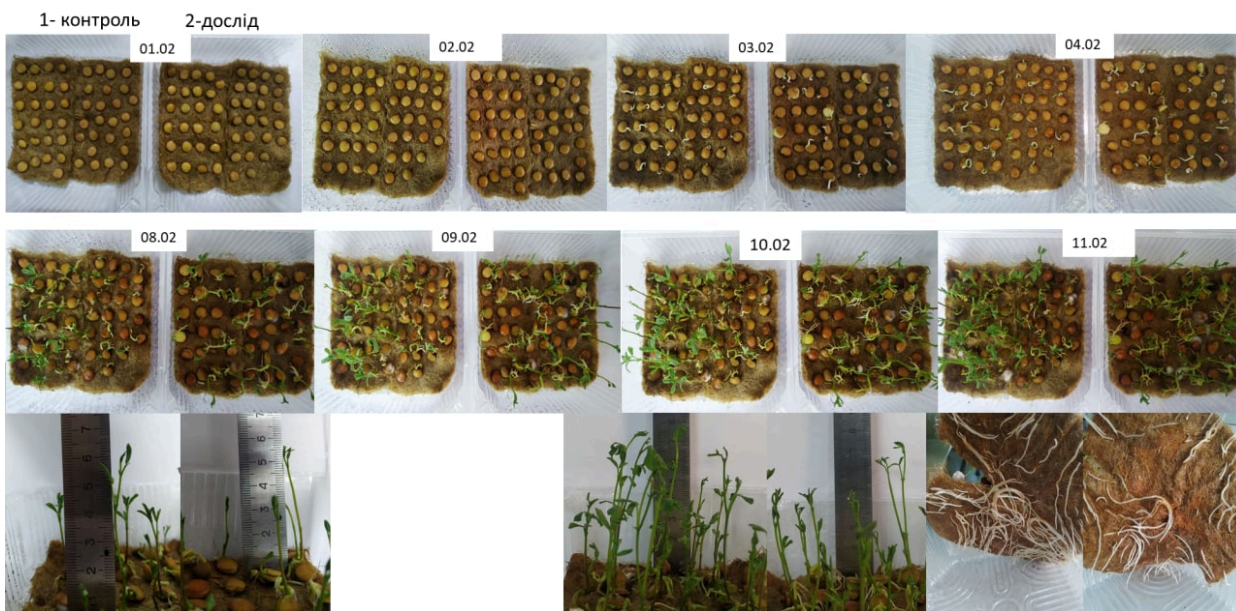


Рис. 3.3. Морфометричні показники сочевиці на 1-10-ту добу

Для проростання насіння редьки знадобилось 2 дні. Вона росла швидше при застосуванні фітолампи, але коренева система була менш розвинутою, а стебла більш витягнуті та мали світліше забарвлені в порівнянні з контрольними зразками, які вирощували під люмінесцентною лампою (рис.3.4).

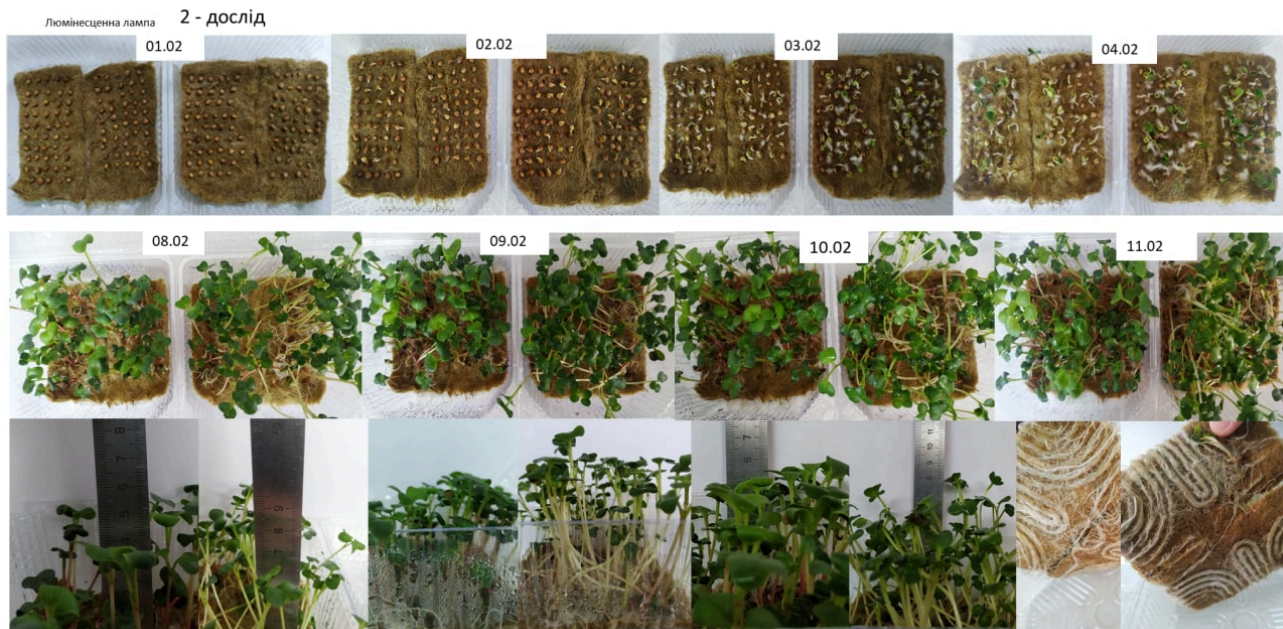


Рис. 3.4. Морфометричні показники редьки на 1-10-ту добу

Результати по коріандрі представлені на рис.3.5.

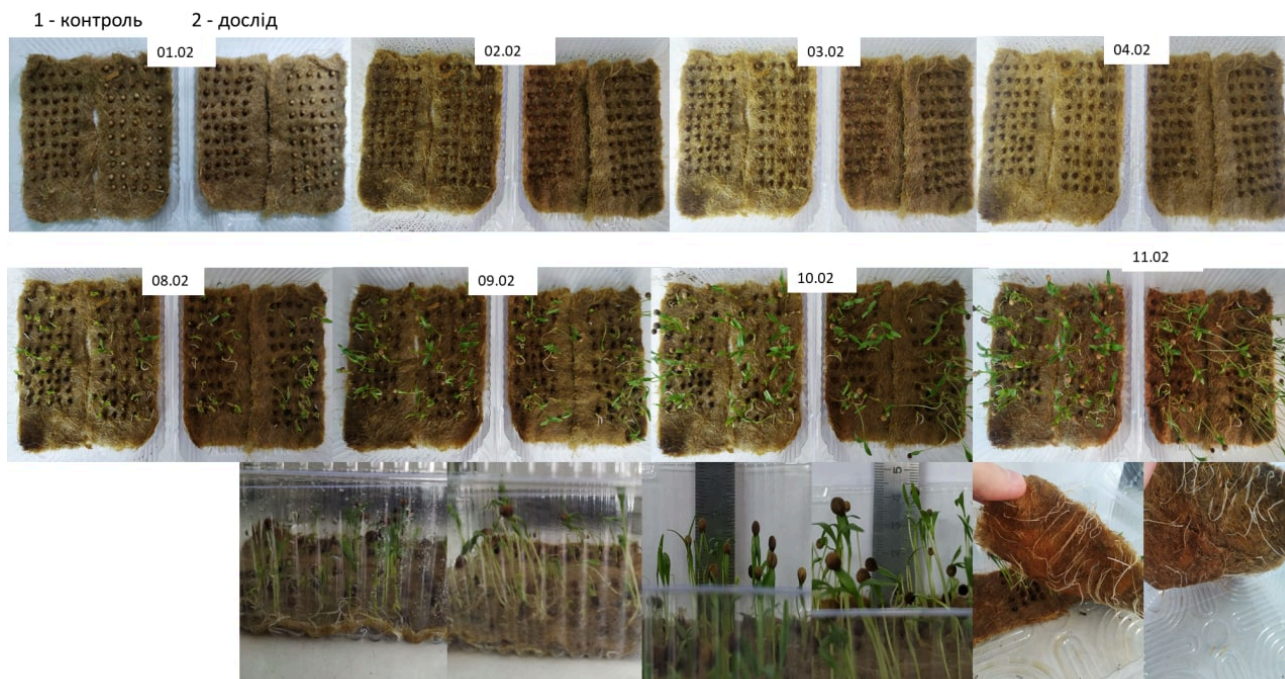


Рис. 3.5. Морфометричні показники коріандру на 1-10-ту добу

Для його проростання знадобилось найбільше часу. Проростки ми змогли помітити на 8-й день пророщування. Зразки під фітолампю були більш витягнутими та знебарвленими, так само як і у випадку з редисом.

На графіках представлено відсоток проростання насіння різних культур мікрозелені за освітлення фітолампю (рис.3.6-3.7).

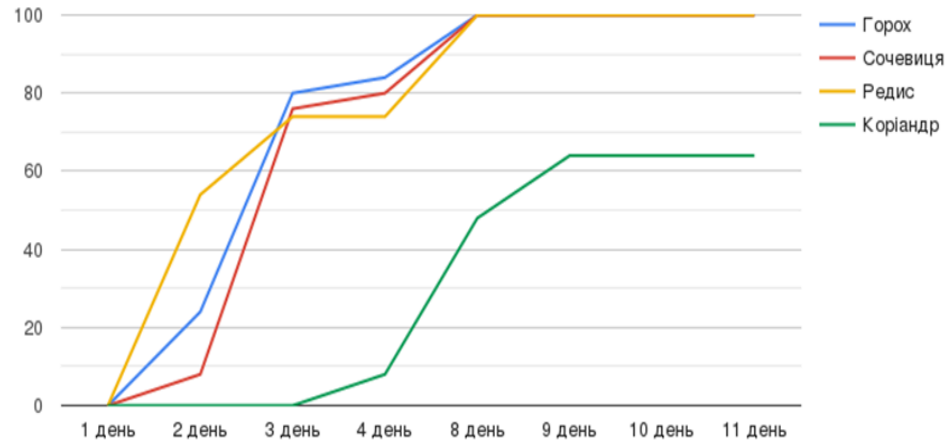


Рис. 3.6 Відсоток проростання насіння (%) різних культур мікрозелені за освітлення денною люмінісцентною лампою (контроль)

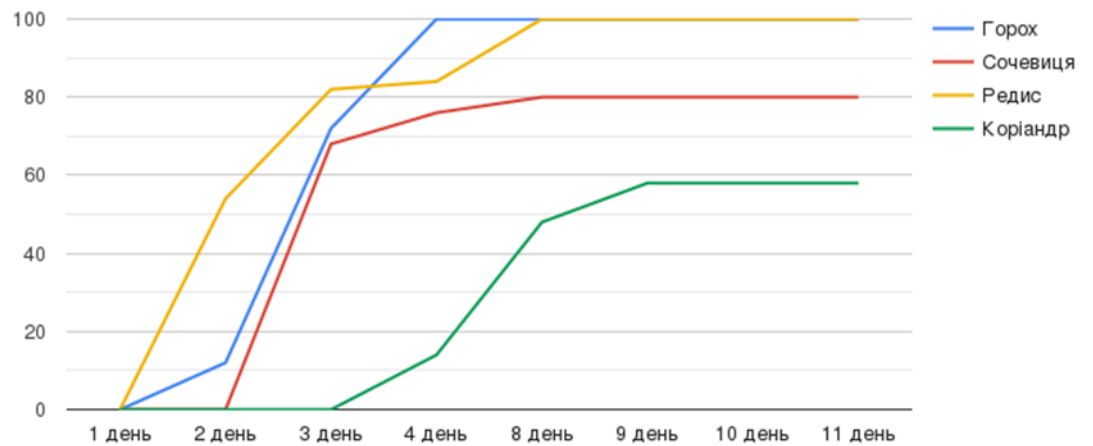


Рис. 3.7 Відсоток проростання насіння (%) різних культур мікрозелені за освітлення фітолампкою E27 LED 12W Fito GROW (дослід)

Під час проведених досліджень нами було встановлено, що використання фітоламп для вирощування мікрозелені не завжди є доречним. Застосування фітоламп на деяких культурах (коріандр, редис) призводить до зменшення відсотку проростання насіння, затримки росту, витягування рослин, зміни забарвлення, та в цілому погіршення якості продукції.

Певні види рослин (горох, сочевиця) мали кращі показники проростання насіння, насамперед швидкість проростання, за освітлення фітолампною, інші (рукола, коріандр), навпаки, гірші, ніж за освітлення денною люмінісцентною лампою.

Нами експериментально було підтверджено, що такі культури як рукола та коріандр краще ростуть під люмінісцентною лампою денного світла, а отже не потребують дороговартісних фітоламп.

3.1.2 Вміст фотосинтетичних пігментів у різних культурах мікрозелені за впливу фітолампи

Різні культури мікрозелені містять різну кількість цінних для людини речовин. Важливими речовинами, які належать до цінних фітонутрієнтів є фотосинтетичні пігменти – хлорофіли та каротиноїди.

Відносно недавно хлорофіл та каротиноїди стали використовуватися як біодобавка, що застосовується для стимуляції імунної системи. В мікрозелені міститься в 10 разів більше пігментів, ніж у сирих овочах, оскільки вона перебуває у активній стадії росту.

У мікрозелені хлорофіл міститься в природному вигляді - і регулярно вживання мікрогрину в їжу допомагає привести до норми тиск; це відбувається тому, що кров отримує більше кисню.

Бета-каротин, який міститься в паростках, блокує УФ-випромінювання, захищаючи нашу шкіру, волосся та нігті від негативного впливу середовища.

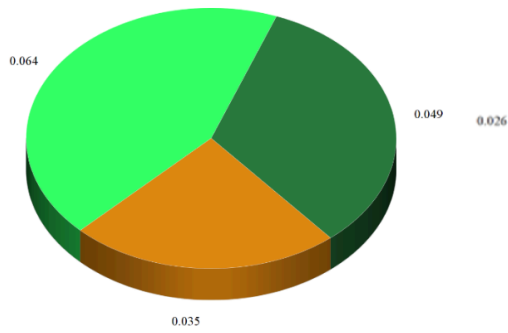
Відомо, що вміст фотосинтетичних пігментів у рослинах сильно залежить від інтенсивності, тривалості та якісного складу світла, яке використовують для освітлення рослин.

Нами було проведено оцінку вмісту хлорофілів та каротиноїдів в проростках різних культур мікрозелені на 10- день вирощування за освітлення їх фітолампюю.

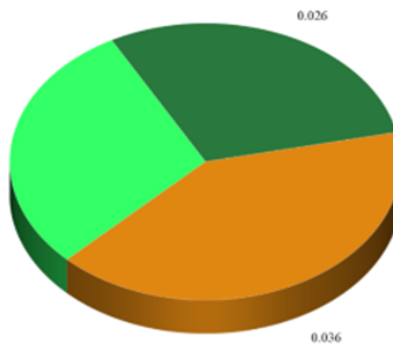
На рис. 3.6.-3.7 наведені результати кількісного вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілів та каротиноїдів) у різних досліджуваних культурах мікрогрін за освітлення проростків денною люмінісцентною (контроль) та фітолампюю (дослід).

У руколи вміст хлорофілу *a* залишався на контрольному рівні, вміст хлорофілу *b* збільшувався, а каротиноїдів зменшувався за освітлення фітолампюю. У гороху зменшувався вміст обох хлорофілів, але збільшувався вміст каротиноїдів. У сочевиці сильно (більше як у 2 рази) зменшувався вміст хлорофілу *a*, залишався на рівні контролю вміст хлорофілу *b* та суттєво збільшувався вміст каротиноїдів. У редису в 1,5 рази зменшувався вміст хлорофілу *a*, але збільшився вміст хлорофілу *b* та каротиноїдів. У коріандрі вміст обох хлорофілів змінився не сильно, а вміст каротиноїдів значно збільшився.

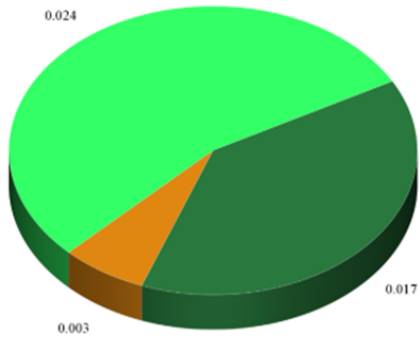
Таким чином, позитивні зміни у вмісті пігментів за освітлення фітолампюю ми спостерігали у руколи та редису (збільшення вмісту хлорофілу *b*), у гороху, редису, сочевиці та коріандрі (збільшення вмісту каротиноїдів).



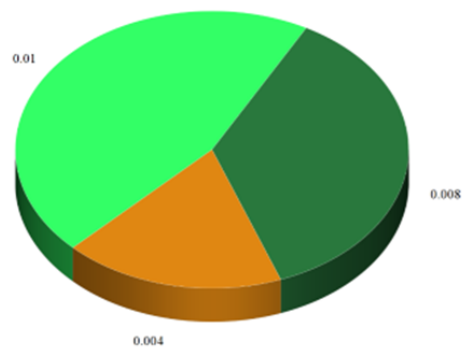
Рукола контроль



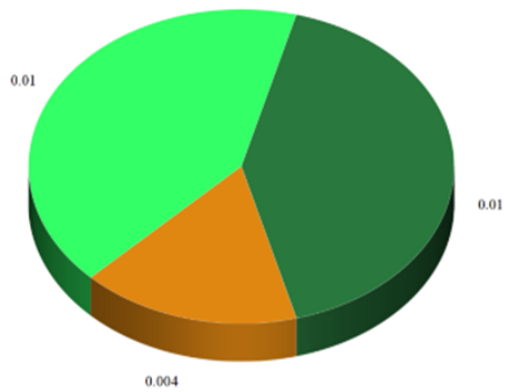
Рукола дослід



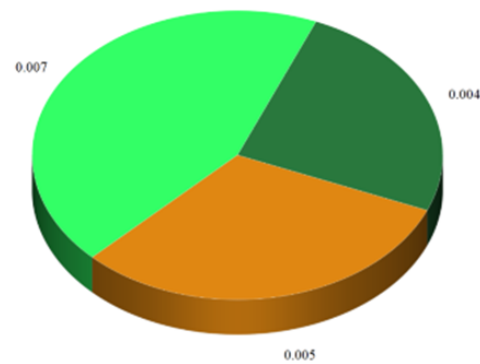
Горох контроль



Горох дослід



Сочевиця контроль



Сочевиця дослід

■ Хлорофіл α
■ Хлорофіл β
■ Каротиноїди

Рис.3.6. Вміст фотосинтетичних пігментів у проростках мікрогрін при освітленні денною люмінесцентною (контроль) та фітолампю E27 LED 12W Fito GROW (дослід)



Рис.3.7 Вміст фотосинтетичних пігментів у проростках мікрогрін при освітленні денною люмінесцентною (контроль) та фітолампю E27 LED 12W Fito GROW (дослід)

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що використання фітоламп для вирощування мікрозелені не завжди є доречним. Такі культури як рукола та коріандр краще ростуть під люмінісцентною лампою денного світла, а отже не потребують дороговартісних фітоламп.
2. Застосування фітоламп на деяких культурах (коріандр, редис) призводить до зменшення відсотку проростання насіння, затримки росту, витягування рослин, зміни забарвлення (пожовтіння) та погіршення якості продукції.
3. При застосуванні фітоламп загальний вміст хлорофілів суттєво збільшується у руколи та редису (за рахунок збільшення хлорофілу *b*) зменшується у гороху, сочевиці та редису і залишається на рівні контролю у коріандрі. Вміст каротиноїдів збільшується у всіх досліджуваних видів, крім руколи.
4. Нами експериментально було підтверджено, що такі культури як рукола та коріандр краще ростуть під люмінісцентною лампою денного світла, а отже не потребують дороговартісних фітоламп.
5. Для промислового вирощування різних культур мікрозелені необхідно враховувати особливості їх потреб в освітленні і ретельно підбирати лампи, які сприятимуть росту рослин і покращенню їх товарних показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Борисенко А.А. (2006). Алгоритмы и комплекс программ для разработки рецептур и оценки качества нутриентно сбалансированных поликомпонентных пищевых продуктов : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».
2. Дудка В. (2019). *Superagronom*. В Україні набирає популярності вирощування мікрозелені, [online]. Режим доступу : <https://superagronom.com/news/6776-v-ukrayini-nabiraye-populyarnosti-viroschuvannya-mikrozeleni>
3. Burlingame B. Великі проблеми харчування та екологічної стійкості. *Front Nutr* (2020) 1: 3.10.3389 / fnut.2014.00003 [безкоштовна стаття PMC] [PubMed] [Cross Ref].
4. Борзенко В. (2019). *Агробізнес сьогодні*, [online]. Режим доступу : <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/14108-minizelen-abo-mikrohrin.html>.
5. Microgreens. (2020). *MicroGreen Facts Fresh Origins*, [online]. Режим доступу: <https://www.freshorigins.com/our-products/microgreens/>
6. Павловська Л. (2021). *Beautyhub*, [online]. Режим доступу: <https://bhub.com.ua/uk/mikrogrin-shho-tse-vydy-yak-vyroshhuvaty-v-domashnih-umovah>.

7. Specialty Greens Pack a Nutritional Punch. (2016) *United States Department of Agriculture*, [online]. Режим доступу:
<https://agresearchmag.ars.usda.gov/2014/jan/greens>.
8. Carolyn, F. (2017). Broccoli Microgreens: a mineral-rich crop that can diversify food systems. *Frontiers in Nutrition*, [online]. Режим доступу:
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2017.00007/full>
9. Waterland, N.L., Moon, Y., Tou, J.C., Kim, M.J., Pena-Yewtukhiw, E.M. (2017). Mineral Content Differs among Microgreen. Baby Leaf, and Adult Stages in Three Cultivars of Kale Park HortScienc.
10. Малинкина Е. (2022). Вся правда о микрозелени. *Sadovnik*, [online]. Режим доступу: <https://www.supersadovnik.ru/text/vsja-pravda-o-mikrozeleni-1007233/>.
11. Renna, M, Rinaldi, V.A. (2017) Comparison between the mineral profile and nitrate content of microgreens and mature lettuces. *Food Compos Anal*.
- 12.. Кирієнко. А. (2019). *Пропозиція*, [online]. Режим доступу:
<https://propozitsiya.com/ua/use-shcho-potribno-znaty-pro-mikrozelen>.
13. Чернецька. Л. М., Слива. Ю. В. (2019). Мікрогрін- види та особливості застосування. *Рекомендовано до друку Вченою радою факультету харчових технологій та управління якістю продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол 8 від 16.04. 2019 року), 2019, 85*.
14. Уткина-Севостьянова, С. Д. (2021). Перспективы выращивания микрозелени. In: *V Международной студенческой научно-практической конференции «Научно-исследовательская деятельность как фактор личностного и профессионального развития студентов»*.

15. Burlingame B. Великі проблеми харчування та екологічної стійкості. *Front Nutr* (2014) 1: 3.10.3389 / fnut.2014.00003 [PubMed] [Cross Reff].
16. Головний тренд у здоровому харчуванні в 2017 році (2017). *Укрвермікуліт*, [online]. Режим доступу:
[phttp://vermiculite.com.ua/vermikulit-spuchenyi/54-golovnij-trend-vzdorovomu-khar-chuvanni-v-2017-rotsi](http://vermiculite.com.ua/vermikulit-spuchenyi/54-golovnij-trend-vzdorovomu-khar-chuvanni-v-2017-rotsi).
17. Коваленко, В. (2020). Мікрозелень: невід'ємна складова здорового харчування.
18. Чурсина М. (2021). На чем выращивать микрозелень – субстраты для посева микрогрин. [online]. Режим доступу:
<https://semena.cc/blog/microgreen/na-chem-vyrashhivat-mikrozelen-substraty-dlya-poseva-mikrogrina/>
19. Чайковский А. И. (2020). *Проблемы и перспективы использования кокосового субстрата для выращивания овощей в защищенном грунте*. Кандидат сельскохозяйственных наук, аг. Самохваловичи, Минский район
20. Козловцев М. И., Вазюля И. В. (2005). NFT система для выращивания растений без субстрата. *Гавриш*. № 2, С. 32–35.
21. Макрушин М.М., Макрушина Є.М., Петерсон Н.В., Мельников М.М. *Фізіологія рослин*. За редакцією М.М.Макрушина. Вінниця: Нова Книга, 2006.
22. Brille магазин освещения. веб-сайт. [online]. Режим доступу:
<https://www.brille.ua>
23. Клочкова І. О., Котова А. В. (2021). *Фотоморфогенез рослин, що вирощуються як microgreen*.
24. Горач, О. О., Резвих Н. І. (2021). *Споживчі властивості мікрозелені та особливості застосування у харчовій промисловості_2021*.

25. Алексаєв, В. С.; Козонова, Ю. О. (2018). Композиція інгредієнтів для приготування супу-пюре для поліпшення зору у дітей «Вітамінна бомба». 129447 Україна, МПК (2018.01) A23L 23/00

26. Пашкевич А. М., Досина-Дубешко Е. С., Соловей О. В. (2022). *Исследование биометрических показателей микрорелени чечевицы пищевой.*

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several loops and flourishes, positioned in the lower right quadrant of the page.