

УДК 321.311:632.23.635:631.15

Еколого-економічні особливості субстратів для вирощування рослин в умовах закритого ґрунту

Дубовий В.І.¹ , Адамович І.В.² , Дубовий О.В.³ ¹ Білоцерківський національний аграрний університет² Інститут агроєкології і природокористування НААН³ Київський національний університет культури і мистецтв

 Дубовий В.І. E-mail: vidubovy@gmail.com; Адамович І.В. E-mail: innesa1188@gmail.com;
Дубовий О.В. E-mail: Aleksey_D@email.ua



Дубовий В.І., Адамович І.В., Дубовий О.В. Еколого-економічні особливості субстратів для вирощування рослин в умовах закритого ґрунту. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2021. № 2. С. 208–216.

Dubovy V., Adamovych I., Dubovy O. Ecological and economic features of substrates for growing plants in greenhouses. «Agrobiology», 2021. no. 2, pp. 208–216.

Рукопис отримано: 07.11.2021 р.

Прийнято: 22.11.2021 р.

Затверджено до друку: 09.12.2021 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2021-167-2-208-216

Відмічається, що гідропонні технології вирощування овочевих культур потребують ретельного виконання всіх необхідних технологічних операцій. Збій в роботі однієї з них ставить під загрозу отримання максимально можливої продуктивності рослин відповідної якості. Обслуговування всієї системи забезпечення якісного гідропонного режиму вирощування овочевих культур є економічно витратним. Однак навіть за таких умов вирощування овочеві культури знаходяться не в оптимальних умовах.

Багаторазове використання штучних субстратів призводить до накопичення в них фітопатогенних речовин фенольної природи, унаслідок чого знижується врожайність вирощуваних культур. Ці субстрати недостатньо утворюють CO₂, і рослини відчувають потребу в ньому.

Доведено, що основна функція ґрунту як у польових умовах, так і в ґрунтових теплицях і оранжереях полягає у здатності акумулювати органічні кислоти, які виробляють рослини, оскільки ці речовини згубно діють на саму рослину. Наступним етапом є взаємодія органічних кислот з ґрунтом, які він адсорбує. Колоїдна фракція ґрунту та органічні сполуки від кореневих систем створюють нові компоненти, які стають доступними для рослин після відповідного періоду взаємодії з ґрунтовим ввірним комплексом.

Встановлено, що достатньо вносити свіжий гній великої рогатої худоби в кількості 90–100 т/га через рік. Після закінчення вирощування овочевих культур восени (огірок, томат) їх стебла виносили і укладали в котловані стеляжної теплиці, де вирощували каліфорнійських черв'яків, з метою отримання біогумусу. У звільнених від зернових культур теплицях висівали сидеральні культури (олійну редьку, озимий ріпак), попередньо обробивши поверхнево ґрунт. Ґрунт теплиць і оранжерей можливо використовувати впродовж тривалого періоду – 30 і більше років, використовуючи культурозміну з овочевих, зернових та лікарських тропічних культур, без витрат електроенергії на підтримання світло – температурних умов вирощування в весняно-літньо-осінні періоди.

Ключові слова: гідропоніка, ґрунтові теплиці, овочеві, зернові та лікарські тропічні культури, культурозміна.

Відомо, що навіть у найбільш сприятливих для овочівництва районах України можливо отримувати овочеву продукцію впродовж року 4–6 місяців у польових умовах. Нині тепличні комплекси є енергозатратними і потребують суттєвої реконструкції як самих теплиць, так і запровадження енергозберігаючих технологій вирощування культур [1, 2, 3].

Постійний дефіцит овочів у зимово-весняний період поповнюється продукцією з-за кордону.

У зв'язку з цим актуальним є будівництво надійних у роботі і простих в обслуговуванні споруд закритого ґрунту, особливо в екологічно проблемних районах. Використання стаціонарних будівельних приміщень для ви-

рощування рослин, після незначної їх реконструкції, скорочує втрати тепла порівняно зі звичайними теплицями. За таких умов вирощування вирішальне значення мають субстрати. У зв'язку із цим було поставлено за мету опрацювати інформацію за наявними субстратами і охарактеризувати результати власних досліджень.

Існує багато методів вирощування рослин в умовах закритого ґрунту без ґрунтового субстрату, з використанням поживних розчинів.

Так, у 1856 році німецькі ботаніки Ф. Кноп і Ю. Закс вперше на штучних поживних розчинах виростили рослини від насіння до насіння, і цей метод назвали гідропонікою. Як штучні субстрати для укорінення рослин використовують керамзит, перліт, мінеральну вату тощо. Мінеральна вата має лужну реакцію (рН 7,5–8,5). За один вегетаційний період вона втрачає 20 % об'єму, і подальше вирощування рослин передбачає поповнення її. Після двох вегетацій вирощування рослин, мінеральна вата стає непридатною для подальшого використання, а проблема її утилізації досі не вирішена [4].

Підвищення продуктивності рослин в умовах закритого ґрунту можливо завдяки розробленню ефективних методів забезпечення корневих систем рослин мінеральними елементами, водою і повітрям.

Вивчення взаємодії цих параметрів з коренезамінними системами визначає їх економічну ефективність [5, 6].

Органічні речовини, які виділяються під час вирощування рослин у кореневмісній системі впродовж року її використання, істотно впливають на фізичні та біохімічні властивості цього субстрату. Особливістю таких речовин є значна кількість їх утворення за обмеженого об'єму кореневмісних інертних систем. У зв'язку з цим процеси, які відбуваються в такому середовищі, можуть бути ідентичними з процесами, які відбуваються в субтропічних ґрунтах. Відсутність у таких субстратах спеціальних дисперсних систем, здатних засвоювати ці органічні сполуки, спричиняє накопичення їх у субстратах і пригнічення росту рослин.

Вирощування рослин на таких субстратах як тирса, солома, хвоя, торф сприяло збагаченню розчину органічними кислотами, вміст яких у торфі становив 350 мг/л, тимчасом у деревній тирсі – до 3000 мг/л, що негативно позначилося на рості та розвитку рослин [7].

У зв'язку з цим для закритого ґрунту доцільно створювати спеціальні замітники ґрунту нового типу для використання в умовах інтенсивної світлокультури. Нанесення спеціальної плівки з кембрійської глини на поверх-

ню керамзиту сприяє додатковому збагаченню кореневої системи рослин макро- і мікроелементами. Додаткове внесення в керамзит обробленого глиною і сапропелем Агрофіту в співвідношенні 1:1 сприяло підвищенню врожаю порівняно з чистим керамзитом на 80 %. За створення спеціальних кореневмісних систем надзвичайно велике значення має здатність забезпечувати поживний режим рослин водорозчинними органічними сполуками [8].

Встановлено, що використання як кореневмісної системи на органічній основі (торф, тирса) кембрійської глини в суміші з сапропелем з метою створення органо-мінеральних комплексів перешкоджає інтенсивному надходженню в поживний розчин органічних сполук, які виділяються кореневою системою вирощуваних культур. Такі органо-мінеральні комплекси дають можливість створити аналог ґрунтових частинок, на поверхні яких відбувається інтенсивний обмін речовин з кореневою системою, переважно визначає ріст і розвиток рослин. Ці субстрати можуть бути рекомендовані для вирощування рослин в інтенсивній світлокультурі.

Отже, основна функція ґрунту як у польових умовах, так і в ґрунтових теплицях і оранжереях полягає у здатності акумулювати органічні кислоти, які синтезують рослини, оскільки ці речовини глибоко діють на саму рослину.

За вивчення різних типів кореневмісних систем порівняно з дерново-підзолистими ґрунтами відзначається, що в плодах томата, вирощеного на дерново-підзолистому ґрунті, кількість аскорбінової кислоти (вітаміну С) була більшою. Наступним етапом є взаємодія органічних речовин з ґрунтом: він їх адсорбує, і колоїдна фракція ґрунту та органічні сполуки від корневих систем створюють нові компоненти, які стають доступними для рослин, однак після відповідного періоду взаємодії з ґрунтовим вбирним комплексом. Кремній-хелатні мікродобрива в умовах закритого ґрунту забезпечують стійкість рослин до дефіциту освітлення і сприяють підвищенню продуктивності за зменшення енерговитрат [6].

Використовують також спеціальні установки (вегетаційні комплекси) за вирощування переважно салатних культур. Недоліком їх є те, що вирощування рослин у них обмежується висотою до 1 м, а також використання великих об'ємів ґрунтових субстратів від 1,0 до 5,0 л на рослину. Такі установки працюють в Агрофізичному інституті м. Санкт-Петербург (Російська Федерація), і виникає проблема утилізації цих субстратів після їх використання. Необхідне розроблення агротехнологій світлокультури.

тури, які передбачають ефективне вирішення проблеми використання відходів виробництва (рослинні рештки), побутових та мулових мас виробничих стоків. Такі установки мають розмір 1,0 x 3,0 м з корисною площею 3 м², що є зручним для догляду за рослинами.

На основі проведених досліджень щодо визначення оптимального складу субстрату для рослин, пропонується спеціальний ґрунтовий блок матричних технологій. На базовій світлоустановці розміщують три такі блоки (довжиною 1,0 м, шириною 1,0 м і висотою 0,1 м), які покриваються спеціальним пластиком з метою запобігання розвитку водоростей в кореневій зоні. У цьому пластику вирізають отвори для розміщення в них спеціальних стандартних контейнерів для томата й огірка – 8–20 контейнерів на 1 м², для салатних культур – до 100. Кількість поживного розчину в піддоні забезпечується впродовж тривалого часу (доба і більше), що передбачає захист систем від аварійних ситуацій, спричинених несправністю механізмів подачі поживного розчину рослинам. Як ґрунтовий субстрат використовують спеціальні інгредієнти, створені на органічній основі (торф, тирса) з додаванням мінеральної компоненти, створеної на базі суміші кембрійської глини і сапропелю, що є аналогами ґрунтових частинок, на поверхні яких відбувається інтенсивний обмін між ними і кореневою системою рослин з відповідною мікрофлорою [9].

Якщо зернові колосові культури в теплицях і оранжерях вирощують на ґрунті, то овочеві та ягідні культури можливо вирощувати як у ґрунтових, так і в гідропонних теплицях.

Багаторазове використання штучних субстратів призводить до накопичення в них фітопатогенних речовин фенольної природи, унаслідок чого знижується врожайність вирощуваних культур. Ці субстрати недостатньо утворюють CO₂, і рослини відчують потребу в ньому, тому необхідно передбачити додаткове обладнання для підживлення вуглекислим газом рослин.

Хемопоніка як один з видів штучних субстратів передбачає використання сфагнового моху, деревної кори, тирси, однак найбільше використовують сфагновий мох [7, 8]. Верховий торф порівняно з основними органічними субстратами, які використовують у закритому ґрунті, є одним з найбільш стійких у зміні своїх властивостей.

Основою розроблення екологічно гармонійних універсальних систем вирощування рослин – панопоніки, є результати вивчення різних субстратів. Додавання торфу у відповідних нормах у мінеральні субстрати значно

підвищує вологоємність кореневмісних систем і ефективність їх використання в закритому ґрунті. Субстрати на базі верхового торфу після завершення періоду вирощування овочевих рослин можуть бути використані як добрива.

Лише на початку ХХІ століття в тепличних господарствах України почали впроваджувати гідропонні теплиці, оснащені крапельним підживленням рослин через систему комп'ютерного забезпечення [10].

Основним аргументом для заміни ґрунтових теплиць на гідропонні технології вирощування було те, що необхідно було проводити заміну ґрунту, його щосезонне пропарювання і використання органічних добрив [11].

Гідропонні теплиці в першому варіанті були представлені бетонними басейнами, заповненими шаром щебеню (180–210 мм), фракцією 5–15 мм. Подачу поживного мінерального розчину проводили за допомогою насосів через спеціальні клапани на вході лотків. Періодичність заміни його відбувається самопливом з розподільних лотків у збірний, і далі трубопроводами в резервуар. На 1 га таких гідропонних теплиць за один прийом подається до 120 м³ розчину. Добовий режим підживлення виконується за спеціальною програмою і залежить від освітлення, виду вирощуваних рослин, фази їх розвитку. Частина розчину залишається в субстраті і не повертається в резервуар.

З метою компенсації розчину додається вода і необхідна кількість елементів мінеральних добрив. У такий спосіб приготовлений розчин використовують багаторазово впродовж 20–30 діб. За зміною концентрації поживного розчину стежить агрохімічна лабораторія і оперативно вносить зміни до складу компонентів [12]. Слід зазначити, що перші збори врожаю доводили ефективність цієї системи вирощування рослин.

Водночас гравій під дією поживного розчину і корневих виділень упродовж відповідного періоду розкладається на дрібнозем, що формується в гранули і випадає в осад. У цьому осаді створюються умови для накопичення патогенної мікрофлори, що призводить до зниження продуктивності рослин і погіршення якості продукції.

За проведення досліджень упродовж 3–5 років гравій необхідно замінювати по ґрунт або проводити комплекс робіт з проведення дезінфекції, видалення мулистих фракцій. Оскільки ці заходи дуже трудомісткі і енерговитратні, було прийнято рішення провести зміни в технології подачі поживного розчину для рослин [13].

У разі необхідності проводять дезінфекцію субстрату 2,5 % розчином карбатуону, який подають так само, як і поживний розчин. За такої системи подачі поживного розчину відбувається його мікробіологічне забруднення, крім того, відпрацьований поживний розчин майже не використовується повторно, а скидається в каналізацію без відповідної очистки. За такої системи вирощування овочевих рослин відбуваються незворотні процеси, які призводять до забруднення малих річок і ускладнюють екологічну безпеку ландшафтів навколишнього середовища.

На заміну загального способу подачі поживного розчину було запропоновано крапельний. Суть цього методу полягає в тому, що до кожної рослини підведено капіляр, за допомогою якого і подається розчин у спеціальні мішки, наповнені субстратом у співвідношенні перліт : торф (1:1). До 1 м³ субстрату додають 6–8 кг доломітового борошна, 0,5–1,0 кг амофосу і, в разі необхідності, інші компоненти мінеральних добрив. Як відзначають Іваненко П.П., Прилипка О.В. (2001), підготовлений субстрат містить, мг/л N – 170–200; P – 60–70; K – 250–280; Mg – 40–60 [14].

Пластикові мішки розміром 70 × 60 см загальним об'ємом 24–26 л і масою субстрату 5–6 кг вкладають у ряди. У такий мішок подають 7–11 л води кімнатної температури, і на 1 м² площі вирізають отвори в такій кількості, щоб розмістилося 2–4 рослини томата. Після внесення мінеральних добрив у ґрунтовий субстрат, приступають до висаджування розсади овочевих культур. У разі необхідності зайвий розчин відводять утворенням дренажних отворів. З метою отримання раннього врожаю овочів, систему мінерального живлення регулюють так, щоб сприяти інтенсивному розвитку перших суцвіть. Для цього рослини поливають 4–5 разів на добу з розрахунку 350–450 мл/рослину. У сонячний день кількість поливів збільшують до 10–15, і по 100–170 мл за один полив під окрему рослину [13].

Уся поверхня тепличного субстрату покривається плівкою, нижня частина якої має чорне забарвлення, а верхня – біле, з метою світло-відбивання сонячних променів, поліпшення освітленості теплиці і запобігання підвищенню температури ґрунтового субстрату через парниковий ефект.

За автоматизованого поливу контролюють хімічний склад розчину і його обсяг за допомогою спеціальних датчиків.

Якість води і розчину постійно контролюється агрохімічною лабораторією. Після завершення чергового збору врожаю приступають

до комплексу профілактичних робіт, пов'язаних з очищенням фільтрів, промиванням баків, прочищенням крапельниць, перевіркою і стандартизацією показників рН метра, мікропроцесорів, оглядом системи з'єднань трубопроводів і кранів [13]. Автори запропонованої технології вирощування рослин не відзначають період використання цього субстрату.

Нині система гідропонного вирощування рослин пройшла удосконалення, і на заміну їй вченими запропонована крапельна система подачі поживного розчину до рослини в брикети-кубики з мінеральної вати розміром 20 × 20 × 20 см. В один з таких кубиків поміщається розсада рослин овочевих культур з ґрунтовим субстратом. Усі інші технологічні процеси відбуваються майже за тією самою схемою, крім того, що в мінеральну вату ніякі додаткові поживні компоненти не входять. Після закінчення збору врожаю, мінеральна вата ущільнюється, і в заданий об'єм додатково поміщають новий її шар.

Слід зазначити, що навіть за таких умов вирощування овочеві культури знаходяться не в оптимальних умовах.

Відомо, що рослини огірка в процесі вегетації постійно поглинають поживні речовини, тому вони мають бути ними забезпечені. Необхідно враховувати, що активність поглинання поживних речовин залежить від інтенсивності росту і становить в межах 0,2 – 0,3 г NO₂ на добу на рослину. Для калію (K₂O) – 0,4 г, а для інших елементів поживних речовин значення їх були меншими. Зниження температури ґрунту уповільнює поглинання поживних речовин. Загалом забезпеченість поживними речовинами ґрунту має бути більшою, ніж виноситься з урожаєм. Пропонують вирощувати овочеві культури і в ґрунтових контейнерах об'ємом 20–30 л субстрату, який характеризувався б стабільною структурою, і в них висаджують до 8 рослин огірка.

Отже, навіть після фрагментарного аналізу гідропонних технологій вирощування овочевих культур стає очевидним, наскільки вони потребують ретельного виконання всіх необхідних технологічних операцій, адже збій в роботі однієї з них ставить під загрозу отримання бажаних результатів, максимально можливо продуктивність рослин відповідної якості. Обслуговування всієї системи забезпечення якісного гідропонного режиму вирощування овочевих культур є економічно витратним.

На ґрунт теплиці впливає і механічне його ущільнення, переважно через ходьбу в процесі догляду за рослинами, а також інтенсивні мікробіологічні процеси, пов'язані з активним

розкладанням органічної речовини ґрунту, завдяки порівняно високій її температурі і достатній вологості.

Особливістю тепличних ґрунтів є те, що органічні речовини необхідно вносити у великих кількостях, як відзначають німецькі вчені Гейслер Т. та ін., 1000–1500 м³/га, заробляючи їх на глибину до 30 см, однак якісні характеристики цих речовин вони не наводять. Ці автори відзначають, що за багаторічного використання ґрунтів теплиць необхідно щороку проводити їх дезінфекцію. Якщо вона проводиться якісно, тоді досить внесення органічних речовин для відновлення інтенсивного розкладання гумусу [13].

З метою зменшення механічного ущільнення ґрунту можливо, висаджувати рослини огірка і томата за схемою, щоб їх підв'язувати із одного боку міжряддя. За такої схеми висаджування рослин в одному міжрядді розміщують систему крапельного поливу. Крапельний полив сприяє підтриманню ґрунту в оптимальному, за водно-повітряними параметрами, пухкому стані, водночас мульчування ґрунту соломою зернових культур є обов'язковим.

Вченими колишньої НДР підраховано, що в разі вивезення ґрунту з теплиці площею 1 га та завезення нового, витрати становлять до 75 тис. марок на рік. Водночас зазначають про відповідні труднощі його створення, адже в готовому вигляді його придбати проблематично [13].

Оскільки огірок вимогливий до високої вологості повітря, необхідно цей параметр враховувати. Великою помилкою в технології вирощування його є те, що з метою зниження температури повітря в літній період у теплиці, відкривають фрамуги і двері для провітрювання. За таких умов рослини пошкоджуються павутинним кліщем, адже різко знижується вологість повітря.

На вертикальних (торцевих) стінах південної і західної частини теплиць пропонують затінення. Двері і фрамуги необхідно відкривати лише в умовах підвищення температури понад 30 °С, і підтримувати вологість повітря на рівні 90 % завдяки використанню для поливу системи «туман».

Оскільки огірок вологолюбна культура, відповідно, за врожайності 30 кг/м² утворюється 1,6 кг сухої речовини. Для цієї кількості рослина витрачає в середньому 515 л води, а якщо врахувати випаровування води з поверхні ґрунту, то за період вегетації витрачається 600 л води на одну рослину, або 2,2 л води на добу [13].

Після висаджування розсади огірка в ґрунт, 2–3 тижні її обмежують у поливі з метою створення додаткових коренів і їх розгалужень, що

є важливим в отриманні кращих врожаїв. На відміну від рослин огірка, особливістю томата є те, що коренева система проникає значно глибше (50–60 см), краще поглинає поживні речовини з ґрунту. Встановлено залежність поглинання мінеральних речовин від температури ґрунту. Так, за зниження її нижче оптимальної температури, інтенсивність поглинання фосфору погіршується, а поглинання калію пригнічується за нестачі освітлення. У зв'язку з цим, усі зусилля дослідників спрямовані, насамперед, на підтримання оптимальних параметрів ґрунту, які сприяють його родючості. Необхідно зволоження його та підтримання відповідного співвідношення елементів мінерального живлення за сприятливих температурних умов [15].

За вирощування томата рекомендують вносити на 1 га теплиць не більше 60 м³ гноєвих компостів. Таку кількість добрив рекомендують вносити перед початком чергового періоду вирощування рослин [13].

За результатами проведених досліджень встановлено, що достатньо вносити свіжий гній великої рогатої худоби в кількості 90–100 т/га через рік. Після закінчення вирощування рослин восени стебла овочевих рослин (огірок, томат) виносили і укладали в котловані стелажної теплиці, де вирощували каліфорнійських черв'яків, з метою отримання біогумусу. У звільнених від зернових культур теплицях висівали сидеральні культури (олійну редьку, озимий ріпак), попередньо обробивши поверхнево ґрунт [16].

Поряд з дезінфекцією ґрунту окремі автори рекомендують за вирощування томата проводити і пропарювання, не лише для поліпшення боротьби зі шкідниками та збудниками хвороб рослин, а й сприяння активізації мікробіологічних процесів ґрунту, покращуючи доступність поживних речовин рослинам.

У разі вирощування рослин томата на добре підготовленому і збалансованому за всіма елементами мінерального живлення ґрунті, дозрівання плодів може затримуватися, тобто відбувається активне плодоутворення. У кожному з сформованих суцвіть плоди майже однакові за розміром і добре виповнені незалежно від вирощуваних сортів. За таких умов дозрівання плодів буде сповільнюватися, а також були випадки, коли суцвіття плодів під своєю масою обламувалися. В окремих тепличних господарствах були виготовлені спеціальні пластмасові пристрої, які захищали суцвіття від травмування.

Для прискорення дозрівання плодів рослинам необхідно створити відповідний стрес, дія

якого була б миттєвою і не завдавала б шкоди як рослині, так і зовнішньому середовищу. У ході дослідження для рослини створили стрес механічним пошкодження стебла на висоті 4–5 см від поверхні ґрунту. Посередині стебла діаметром 1,5–2,0 робили наскрізний повздовжній розріз завдовжки 3,0–4,0 см. У створений розріз вставляли дерев'яну пластинку, яка проходить наскрізь стебла. З часом пустоти, що утворилися між стеблом і пластинкою, заповнюються паренхімою, тобто утворене «вікно» для можливого проникнення шкідників і збудників хвороб закривається через кілька діб. За таких умов ріст рослини сповільнюється, а розвиток і власне дозрівання плодів прискорюється на 7–10 діб порівняно з контрольними рослинами. Детальніше різні способи прискореного і подовженого періодів плодоношення висвітлено у спеціальній літературі.

Створені стресові умови для рослини спонукають її до активізації метаболічних процесів, пов'язаних з продовженням роду, тобто утворення повноцінного насіння (потомства). Зовні плоди, а також за їх смаковими властивостями не поступаються контрольним рослинам.

В Україні, як відзначають П.П. Іваненко та О.В. Прилипка (2001), у тепличних комплексах не використовують систему підживлення вуглекислим газом рослин [14]. У зв'язку з цим, вирощування їх у ґрунтових теплицях за достатньої кількості органічних добрив сприятиме підвищенню концентрації CO_2 в теплиці. Водночас необхідно регулювати температуру в цих об'єктах, щоб не провітрюванням, а іншими способами, зберігати концентрацію CO_2 на належному рівні [17].

Щорічно навантаження на навколишнє середовище збільшується, особливо в сільському господарстві. Ця галузь страждає від антропогенного впливу різних сфер діяльності, тому доцільність впровадження органічного виробництва обумовлена, насамперед, необхідністю поліпшення екологічного стану навколишнього середовища та здоров'я населення [18, 19, 20].

Останнім часом в Україні стало надзвичайно актуальним здорове харчування. Люди вже не хочуть їсти напівфабрикати, генетично-модифіковані овочі та фрукти, й інші продукти, що містять хімічні смакові добавки. У зв'язку з цим, багато людей замислюються над необхідністю мати свою ділянку, на якій можна вирощувати домашні овочі і фрукти, і самому контролювати якість продуктів. Дедалі частіше люди стали купувати теплиці з полікарбонату, які навіть у зимовий час дають змогу отримувати свіжі овочі та фрукти [21].

Під час планування органічного агровиробництва в конкретному регіоні необхідно знати докладно стан ґрунту. Такий аналіз є необхідною умовою для вибору ділянки, де буде створюватися основне виробництво. Наявні кліматичні, технологічні, фінансові умови є основою для забезпечення виробництва продукції за органічними стандартами.

Велику перевагу на користь виробництва органічної овочевої продукції має закритий ґрунт, де можливо отримувати її впродовж року, тимчасом у рослинництві та овочівництві відкритого ґрунту, зазвичай, значно більше виробленої продукції не відповідає екологічним вимогам.

За використання органічних складових сертифікація продукції закритого ґрунту вимагає менше часу, оскільки поряд з використанням органічної технології з'являється можливість придбати органічний ґрунт з потрібними якість і показниками родючості, на якому буде здійснюватися процес виробництва, водночас нівелюючи вплив на продукцію забруднення важкими металами.

Овочівництво закритого ґрунту дає змогу використовувати метод конвеєрного виробництва, отримуючи готову якісну продукцію впродовж усього року. Урожайність овочевих культур закритого ґрунту вище, ніж аналогічних культур у відкритому ґрунті. Після успішного початку виробництва можна буде підбрати відповідні види овочів згідно з їх біологічними особливостями і порою року.

Отже, органічне агровиробництво закритого ґрунту може розширити можливості для розвитку конкретного регіону, особливо проблемного в екологічному сенсі. Планування і організація управлінських рішень з підготовки та створення таких органічних виробництв є основними заходами, ініціювання яких не можна відкладати.

Реалізація цих планів можлива за участю всіх сил регіону: виробників продукції, місцевих громад, місцевої влади і вчених. Основна «скрипка» в такому «оркестрі» належить вченому, в умінні його не лише переконати замовників, а й організувати виробництво.

Для підтвердження вигідності ідеї розвитку органічного овочівництва закритого ґрунту в регіоні можна звернутися до досвіду європейських органічних тепличних комплексів. Лідерами в органічному виробництві овочів закритого ґрунту в Європі є Нідерланди, Іспанія та Польща. У Нідерландах та Іспанії акцент у використанні теплиць зроблений на овочі, а в Польщі – на різні ягоди. В Іспанії популярним видом овочевої культури є томат. Іспанські

фермери намагаються задовольняти споживчий попит на органічний томат повним обсягом упродовж усього року, тому виробники основні кошти вкладають у спеціалізовані тепличні конструкції. Зазвичай клімат в Іспанії, як і в Україні, не дає змоги в традиційних тепличних комплексах вирощувати урожай овочевих культур цілий рік. Усередині звичайних пластикових теплиць стає занадто спекотно в літні місяці. Для того щоб вирощувати значні врожаї, в країні побудовано майже 15 га мультитунельних теплиць, забезпечених засобами для створення штучного клімату з автоматичним управлінням. Ця система дає змогу регулювати відкриття і закриття вентиляційних вікон, а також режим конденсації для адіабатичного охолодження рослин [21].

Особливістю органічного овочівництва є те, що господарі намагаються виробляти органічне добриво і не залежати від ринкової кон'юнктури.

Висновки. Отже, вдосконалення сільськогосподарської галузі є необхідною умовою розвитку будь-якого регіону країни, а органічне виробництво може забезпечити екологічно небезпечний регіон стабільною овочевою продукцією, особливо за використання закритого ґрунту.

За результатами проведених досліджень встановлено, що ґрунт теплиць і оранжерей можливо використовувати впродовж тривалого періоду – 30 і більше років, використовуючи культурозміну з овочевих, зернових і лікарських тропічних культур.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кисляченко М.Ф. Зниження витрат енергоресурсів в овочівництві закритого ґрунту. Продуктивність агропромислового виробництва. Економічні науки. 2010. № 16. С. 39–43.
2. Іваненко В.Ф. Ефективність впровадження енергозберігаючих технологій в овочівництві закритого ґрунту. Продуктивність агропромислового виробництва. Економічні науки. 2011. № 18. С. 101–107.
3. Білоконь Т.М. Економічні аспекти впровадження енергозберігаючих технологій на підприємствах закритого ґрунту. Збірник наукових праць ВНАУ. 2012. № 1. (56). Том 2. С. 146–151.
4. Roberto K. How-to Hydroponics. Futuregarden, Inc. New York. 2000. 72 p.
5. Ермаков Е.И. Регулируемая агроэкосистема в агрофизике и растениеводстве. Агрофизика от А.Ф. Иоффе до наших дней. 2002. С. 122–140.
6. Биотехнологические комплексы по круглогодичному интенсивному ресурсосберегающему производству высококачественной растительной продукции: основы создания и перспективы: материалы координационного совещания АФИ / Панова Г.Г. и др. СПб, 2010. С. 77–85.

7. Аникина Л.М. Органическое вещество корнеобитаемых сред при интенсивном выращивании растений в регулируемых условиях. Вопросы агрофизики при воспроизводстве плодородия прочь: тезисы докладов Всероссийской конференции. СПб, 1994. С. 12–16.

8. Давтян Г.С. Культура растений без почвы и перспективы развития гидропонии. Агрохимия. 1964. С. 31–35.

9. Удалова О.Р. Технологические основы культивирования растений томата в условиях регулируемой агроэкосистемы: автореф. дис. ... канд. с-х. наук. Санкт-Петербург. 2014, 18 с.

10. Таргона В. Перспективы использования биотехнологичных альтернатив для выращивания биологичной продукции в гидропонных установках. Техніка і технології АПК. 2010. № 8 (11). С. 4–6.

11. Ермаков Е.И., Аникина Л.М., Мухоморов В.К. Содержание нитратов в продукции зерновых и овощных культур в зависимости от органического вещества в корнеобитаемых средах. Доклад ВАСХНИЛ. 1990. №11. С. 14–17.

12. Ресурсосберегающая система культивирования растений в регулируемых условиях – панопоника: преимущества и перспективы: труды Всероссийской конференции с международным участием / Ермаков Е.И. и др. С-Пб., 2009. С. 75–77.

13. Гейслер Т. Производство овощей под стеклом и пленкой. Москва: Колос, 1979. 312 с.

14. Іваненко П.П., Приліпка О.В. Закритий ґрунт. К., Урожай. 2001. 362 с.

15. Биопробы и биотесты (незаконченные рукописи академика А.М. Гродзинского) / под ред. Грахова В.П., Бойко Е.Н., Заименко Н.В. К., 2011. 364 с.

16. Дубовий В.І., Ткалич В.В., Дубовий О.В. Агро-екологічне обґрунтування культурозміни в ґрунтових теплицях та оранжереях. Збалансоване природокористування. 2014. №3. С. 64–69.

17. Іванько О.О., Калиниченко А.П., Шмат М.А. Соціальний вегетарій. Дім, сад, город. 1997. № 4. С. 10–11.

18. Розвиток органічного виробництва овочів / Могильова О.М. та ін. Овочівництво і баштанництво. 2016. Вип. 63. С. 7–16.

19. Вітер А.В. Актуальні питання обміну речовин в екосистемі. К. 2016. 240 с.

20. Бедернічек Т.Ю., Гамкало З.Г. Лабільна органічна речовина ґрунту: теорія, методологія, індикаторна роль. К., 2014. 180 с.

21. Инновационные технологии круглогодичного производства экологически чистой овощной продукции в условиях техногенно загрязненной природной среды мегаполисов. Экология мегаполиса: фундаментальные основы и инновационные технологии: материалы конф. / Судаков В.Л. и др. Москва, 21–25 ноября, 2011. 136 с.

REFERENCES

1. Kysljachenko, M.F. (2010). Znyzhenja vytrat energoresursiv v ovochivnyctvi zakrytogo g'runtu [Reduction of energy consumption in indoor vegetable growing]. Produktivnist' agropromyslovogo vyrobnyctva. Ekonomichni nauky [Productivity of agro-industrial production. Economic sciences], no. 16, pp. 39–43.
2. Ivanenko, V.F. (2011). Efektyvnist' vprovadzhenja energozberigajuchykh tehnologij v ovochivnyctvi zakrytogo

g'runtu [The effectiveness of the introduction of energy-saving technologies in indoor vegetable growing]. *Produktyvnist' agropromyslovogo vyrobnyctva. Ekonomichni nauky* [Productivity of agro-industrial production. Economic sciences], no. 18, pp. 101–107.

3. Bilokon', T.M. (2012). Ekonomichni aspekty vprovadzhenja energozberigajuchyh tehnologij na pidprijemstvah zakrytogo g'runtu [Economic aspects of introduction of energy saving technologies at the enterprises of the closed ground]. *Zbirnyk naukovyh prac' VNAU* [Collection of scientific works of VNAU], no. 1, (56), Vol. 2, pp. 146–151.

4. Roberto, K. (2000). *How-to Hydroponics. Futuregarden, Inc. New York.* 72 p.

5. Ermakov, E.Y. (2002). Regulyruemaja agroekosystema v agrofyzike y rastenyevodstve [Regulated agroecosystem in agrophysics and crop production]. *Agrofizika ot A.F. Ioffe do nashih dnei* [Agrophysics by A.F. Ioffe to this day], pp. 122–140.

6. Panova, G.G., Zheltov, Ju.Y., Sudakov, V.L., Chernousov, Y.N., Dragavcev, V.A., Kanash, E.V., Karmanov, Y.V., Anykyna, L.M., Udalova, O.R. (2010). Byotehnologicheskye komplekxy po kruglogodychnomu yntensyvnomu resursosberigajushhemu proyzvodstvu vysokokachestvennoj rastytel'noj produkcyy: osnovy sozdanyja y perspektyvy: materialy koordinacionnogo soveshhanija AFI [Biotechnological complexes on year-round intensive resource-saving production of high-quality plant products: bases of creation and prospects: Proceedings of the API Coordination Meeting]. St. Petersburg, pp. 77–85.

7. Anykyna, L.M. (1994). Organycheskoe veshhestvo korneobytemyh sred pry yntensyvnom vyrashhyvany rastenyj v regulyruemyh uslovyjah [Organic matter of root habitats in intensive plant cultivation under controlled conditions]. *Voprosy agrofiziki pri vosproizvodstve plodorodija procvh: tezisy dokladov Vseros. konferencii* [Questions of agrophysics in the reproduction of fertility: abstracts of reports conferences]. St. Petersburg, pp. 12–16.

8. Davtjan, G.S. (1964). Kul'tura rastenyj bez pochvy y perspektyvy razvytija gidroponyky [Plant culture without soil and prospects for the development of hydroponics]. *Agrohimija* [Agrochemistry], pp. 31–35.

9. Udalova, O.R. (2014). Tehnologicheskye osnovy kul'tyvyrovanyja rastenyj tomata v uslovyjah regulyruemoj agroekostymy: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk [Technological bases of cultivation of tomato plants in the conditions of regulated agroecosystem: author's ref. dissertation cand. agriculture science]. St. Petersburg, 18 p.

10. Targonja, V. (2010). Perspektivy vykorystannja biotehnologichnyh al'ternatyv dlja vyroshhuvannja biologichnoi' produkcii' v gidroponnyh ustanovkah [Prospects for the use of biotechnological alternatives for growing biological products in hydroponic plants]. *Tehnika i tehnologii' APK* [Machinery and technologies of agro-industrial complex], no. 8 (11), pp. 4–6.

11. Ermakov, E.Y., Anykyna, L.M., Muhomorov, V.K. (1990). Soderzhanye nytratov v produkcyy zernovyh y ovoshhnyh kul'tur v zavysymosti ot organycheskogo veshhestva v korneobytaemyh sredah [Nitrate content in cereals and vegetables depending on organic matter in root habitats]. *Doklad VASHNIL* [Report VASHNIL], no. 11, pp. 14–17.

12. Ermakov, E.Y., Udalova, O.R., Zheltov, Ju.Y., Anykyna, L.M., Panova, G.G. (2009). Resursosberigajushhaja sistema kul'tyvyrovanyja rastenyj v regulyruemyh uslovyjah – panoponika: preimushhestva i perspektyvy: trudy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem [Resource-saving system of plant cultivation in controlled conditions – panonics: advantages and prospects: Proceedings of the All-Russian Conference with International Participation]. St. Petersburg, pp. 75–77.

13. Geissler, T. (1979). Proyzvodstvo ovoshhej pod steklom i plenkoj [Production of vegetables under glass and film]. Moscow, Kolos, 312 p.

14. Ivanenko, P.P., Prylipka, O.V. (2001). *Zakrytyj g'runt* [Closed ground]. Kyiv, Harvest, 362 p.

15. Grakhova, V.P., Boyko, E.N., Zaimenko, N.V. (2011). Bioproby i biotesty (nezakonchennyye rukopisi akademika A.M. Grodzinskogo) [Bioassays and biotests (unfinished manuscripts of Academician A.M. Grodzinsky)]. Kyiv, 364 p.

16. Dubovy, V.I., Tkalych, V.V., Dubovy, O.V. (2014). Agroekologichne obg'runtuvannja kul'turozminy v g'runtovyh teplycjah ta oranzherejah [Agroecological substantiation of crop rotation in soil greenhouses and hothouses]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja* [Balanced nature management], no. 3, pp. 64–69.

17. Ivan'ko, O.O., Kalynychenko, A.P., Shmat, M.A. (1997). *Sonjachnyj vegetarij* [Sunny vegetarian]. Dim, sad, gorod [House, garden, vegetable garden], no. 4, pp. 10–11.

18. Mogylova, O.M., Muravjov, V.O., Rud', V.P., Ter'ohina, L.A. (2016). Rozvytok organichnogo vyrobnyctva ovochiv [Development of organic vegetable production]. *Ovochivnyctvo i bashtannyctvo* [Vegetable and melon growing], no. 63, pp. 7–16.

19. Viter, A.V. (2016). Aktualni pitannya obminu rechovin v ekosystemi [Current issues of metabolism in the ecosystem]. Kyiv, 240 p.

20. Bedernichek, T.Yu., Gamkalo, Z.G. (2014). Labilna organichna rechovina gruntu: teoriya, metodologiya, indikatorna rol [Labile organic matter of soil: theory, methodology, indicator role]. Kyiv, 180 p.

21. Sudakov, V.L., Anykyna, L.M., Udalova, O.R., Zheltov, Ju.Y. (2011). Ynnovacionnyye tehnologyy kruglogodychnogo proyzvodstva jekologichesky chystoj ovoshhnoj produkcyy v uslovyjah tehnogenno zagrijaznennoj pryrodnoj sredy megapolysov [Innovative technologies of year-round production of ecologically clean vegetable products in the conditions of technogenic polluted natural environment of megacities]. *Jekologija megapolisa: fundamental'nye osnovy i innovacionnyye tehnologii: materialy konf.* [Ecology of the metropolis: fundamentals and innovative technologies: conference materials]. Moscow, 136 p.

Эколого-экономические особенности субстратов для выращивания растений в условиях закрытой почвы

Дубовой В.И., Адамович И.В., Дубовой О.В.

Отмечается, что гидропонные технологии выращивания овощных культур нуждаются в тщательном выполнении всех необходимых технологических операций. Сбой в работе одной из них ставит под угрозу получение максимально возможной продуктивности растений соответствующего качества. Обслуживание всей системы обеспечения качественного гидропонного режима

выращивания овощных культур экономически затратно. Однако даже при таких условиях выращивания овощные культуры находятся не в оптимальных условиях.

Многочисленное использование искусственных субстратов способствует накоплению в них фитопатогенных веществ фенольной природы и, как следствие, снижается урожайность выращиваемых культур. Эти субстраты недостаточно образуют CO_2 , и растения нуждаются в нем.

Доказано, что основная функция почвы как в полевых условиях, так и в теплицах и оранжереях сводится к способности аккумулировать органические кислоты, синтезирующие растениями, так как эти вещества губительно действуют на само растение. Следующим этапом является взаимодействие органических кислот с почвой, которые она адсорбирует. Коллоидная фракция почвы и органические соединения от корневых систем создают новые компоненты, которые становятся доступными для растений после соответствующего периода взаимодействия с почвенным поглощательным комплексом.

Установлено, что достаточно вносить свежий навоз крупного рогатого скота в количестве 90–100 т/га через год. После окончания выращивания овощных культур осенью (огурец, томат) их стебли выносили и укладывали в котлованы стеллажной теплицы, где выращивали калифорнийских червей, с целью получения биогумуса. В освобожденных от зерновых культур теплицах высевали сидеральные культуры (масличную редьку, озимый рапс), предварительно обработав поверхностно почву. Почву теплиц и оранжерей можно использовать в течение длительного периода – 30 и более лет, используя при этом культурооборот из овощных, зерновых и лекарственных тропических культур, без затрат электроэнергии на поддержание свето-температурных условий в весенне-летне-осенние периоды.

Ключевые слова: гидропоника, почвенные теплицы, овощные, зерновые и лекарственные тропические культуры, культурооборот.

Ecological and economic features of substrates for growing plants in greenhouses

Dubovy V., Adamovych I., Dubovy O.

It is noted that hydroponic technologies for growing vegetables require careful running of all necessary technological operations. Failure of one of them can result in failure to obtain the maximum possible productivity of plants of appropriate quality. Maintenance of the entire system of ensuring a high-quality hydroponic regime for growing vegetables is economically costly. However, even under such growing conditions, vegetable crops are far from optimal.

Repeated use of artificial substrates contributes to the accumulation of phytopathogenic substances of phenolic nature and, as a consequence, reduces the yield of crops. These substrates do not produce enough CO_2 and plants need it.

It is shown that the main function of soil both in the field and especially in soil greenhouses and hothouses is reduced to its ability to accumulate organic acids produced by plants, as these substances have a detrimental effect on the plant itself. The next step is the interaction of organic acids with the soil, which it adsorbs. The colloidal fraction of the soil and organic compounds from the root systems create new components that become available to plants after a corresponding period of interaction with the soil absorption complex.

It is established that it is enough to apply fresh manure in cattle in the amount of 90–100 t/ha, but after a year. After growing vegetables in the fall (cucumber, tomato), their stems were removed and placed in the pit of a shelving greenhouse, where California worms were grown, in order to obtain compost. In greenhouses freed from grain crops, green manure crops (oil radish, winter rape) were sown, pre-treated surface soil. The soil of greenhouses and hothouses can be used for a long period of 30 years or more, using crop rotation from vegetable, grain and medicinal tropical crops without the cost of electricity to maintain light - temperature growing conditions in spring-summer-autumn periods.

Key words: hydroponics, soil greenhouses, vegetable, grain and medicinal tropical crops, cultural change of growing conditions in spring-summer-autumn periods.



Copyright: Дубовий В.І., Адамович І.В., Дубовий О.В © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:
Дубовий В.І.
Дубовий О.В.

<https://orcid.org/0000-0002-8637-0023>
<https://orcid.org/0000-0003-1103-8840>

