

ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЮ



Харків-2020

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЮ

Практикум

Харків - 2020

УДК 631.55:04

П 78

Рекомендовано до видання вченою радою агрономічного факультету Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва (протокол № 3 від 29 жовтня 2019 р.)

Рецензенти:

А.О. Рожков, д-р. с.-г. наук, професор, завідувач кафедри рослинництва Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва;

О.М. Брагін, канд. с.-г. наук, доцент кафедри генетики, селекції та насінництва Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва

П 78 Програмування врожаю: практикум / Г.І. Яровий, О.В. Романов, Н.О. Дідух, Т.А. Романова. – Харків: ХНАУ, 2020. – 75 с.

Наведено завдання і методичні вказівки до виконання лабораторних і самостійних робіт. Описано алгоритми їх виконання, запропоновано необхідний довідковий матеріал та список рекомендованої літератури.

Призначено для здобувачів ОКР „Магістр” агрономічного спрямування вищих аграрних закладів освіти зі спеціальності 203 – Садівництво і виноградарство.

УДК: 631.55:04

© Харківський національний
аграрний університет
ім. В.В. Докучаєва, 2020

ЗМІСТ

Вступ	5
1. Основи програмування врожаю	6
1.1. Значення й етапи процесу програмування	6
1.2. Основні принципи програмування врожаю	10
2. Основні елементи програмування врожаю	20
2.1. Визначення потенційно можливої врожайності овочевих рослин	22
2.2. Визначення дійсно можливої врожайності	29
2.2.1. Визначення дійсно можливої врожайності за вологозабезпеченістю рослин	29
2.2.2. Визначення дійсно можливої врожайності за бонітетом ґрунтів	33
2.2.3. Визначення дійсно можливої врожайності балансовим методом	40
3. Визначення величини кліматично забезпеченої врожайності	45
3.1. Визначення технологічної та ресурсозабезпеченої врожайності	50
4. Оптимізація режимів зрошення	53
4.1. Розрахунок зрошувальної норми	53
4.2. Розрахунок поливної норми	55
5. Розрахунок доз добрив	59
5.1. Визначення норм мінеральних добрив на заплановану врожайність	59
5.2. Розрахунок норм добрив при сумісному внесенні мінеральних і органічних добрив	60
6. Складання технологічних схем програмованого вирощування овочевих рослин	65
Список рекомендованої літератури	66
Додатки	69

ВСТУП

Високих запрограмованих урожаїв овочевих рослин досягають при всебічному обліку й оптимізації факторів життя рослин протягом вегетаційного періоду. Програмування врожайності складається з визначення величини потенційно можливої врожайності рослини для конкретного господарства, ґрунтово-кліматичної зони залежно від надходження сонячної радіації та використання її посівами; розробки науково обґрунтованої технологічної схеми вирощування рослини щодо фактичних водно-фізичних і агрохімічних властивостей ґрунту кожного поля сівозміни; систематичного контролю за чіткістю виконання запрограмованої технології, умовами розвитку рослин у вегетаційний період за допомогою експрес-аналізів проб рослин та ґрунту. За результатами цих аналізів залежно від екологічного середовища програмування передбачає корегування умов формування врожаю.

Програмування врожаю – це напрям аграрної науки, що об'єднує передові досягнення овочівництва, землеробства, агрохімії, ґрунтознавства, фізіології, захисту рослин, фізики, економіки сільського господарства й інших наук.

1. ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЮ

1.1. Значення й етапи процесу програмування

Програмування врожаю сприяє оптимізації умов вирощування рослини. Його завданням є теоретичне обґрунтування і практична реалізація можливого рівня використання сонячної енергії, ґрунтово-кліматичних ресурсів, генетичного потенціалу районованих і перспективних сортів для одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур з мінімальними матеріальними, грошовими та енергетичними затратами.

Основою програмування є ефективне використання сонячної енергії (ФАР), ресурсів тепла, вологи, вуглекислоти повітря, мінеральних речовин ґрунту і добрив, створення необхідних біологічних, агроекологічних, організаційно-господарських та енергетичних передумов одержання високих урожаїв з мінімальними витратами на одиницю продукції.

Програмування врожайності має певну історію. Ще в 40-х рр. ХХ ст. відомий селекціонер Ф.М. Лорх опрацював програму вирощування картоплі й отримав 400 ц/га бульб в умовах Нечорноземної зони Росії, а професор В.С. Савицький у Білоруській сільськогосподарській академії обґрунтував оптимальні показники структури стеблестою для забезпечення високого врожаю зернових. У той самий період групою українських учених під керівництвом академіка П.А. Власюка було розроблено і реалізовано програму вирощування 500 ц/га цукрових буряків. Відомий учений і спеціаліст у галузі рослинництва, професор

С.М. Бугай, у 50–60-х рр. уперше висунув і теоретично обґрунтував положення про сортову агротехніку вирощування польових культур, що є важливим аспектом програмування врожайності, дає змогу повніше використати їх біологічний потенціал. Провідними теоретиками програмування врожайності польових культур є академік

І.С. Шатілов і професор М.К. Каюмов.

Вивчення вимог овочевих рослин до умов зовнішнього середовища дозволило створити основи для прогнозування їх розвитку протягом певного періоду, адже на основі прогнозів розробляють програми технологій вирощування. Тобто, стало можливим ведення овочівництва за допомогою системного планування, яке враховує біологічні особливості овочевих рослин, погоди, клімату, ґрунту й економічні умови господарства і держави.

Прогнозування і програмування врожаю та якості – дві взаємозалежні складові овочівництва. Існує кілька визначень цих термінів.

Прогноз – це передбачення росту і розвитку овочевих рослин на основі моніторингу минулої та сучасної інформації. Для цього знаходять закономірності в минулому і, оцінивши їх стан у момент прогнозу, за допомогою екстраполяції складають прогноз урожайності і якості продукції. Розробки методики прогнозів вивчає прогностика.

В овочівництві це новий напрям наукових досліджень, який широко використовує планування, програмування, проектування, прийняття рішень та управління виробництвом. На практиці

прогностику вже застосовують у закритому ґрунті, де широко використовуються фітомоніторинг для управління ростом і розвитком рослин.

В овочівництві відкритого ґрунту розповсюджені такі види прогнозів:

- дуже короткочасні – протягом одного вегетаційного періоду;
- короткочасні – на 1-2 роки;
- середньострокові – на 3-5 років.

Залежно від тривалості прогнозу змінюється значимість факторів. Для дуже короткочасного прогнозу найважливішими є біологічні особливості рослин, стан погоди і якість ґрунту, а для більш тривалих – економічні чинники і зміни клімату.

Виділяють три методи прогнозування:

1. *Екстраполяція* – це поширення висновків моніторингу, одержаних зі спостереження над однією частиною явищ, на другу його частину за принципом – від минулого через сучасний стан до майбутнього. Для цього широко використовують методи спостережень органогенезу за точками росту, аналіз динаміки вмісту поживних речовин у вегетативних частинах рослин тощо. Наприклад, раннє закладання в точках росту зародкових квіток свідчить про скоростиглість культури.

2. *Моделювання* – це дослідження процесу чи явища через закладання дослідів з подальшим порівнянням з контролем, моделями чи стандартами. Цей метод є основою нагромадження інформації для бази даних.

3. *Експертна оцінка* – це опитування експертів, які тривалий час працюють в овочівництві. Точність висновку експерта залежить від досвіду роботи з овочевими рослинами й інтуїції. Для оцінки точності експертних висновків розроблено спеціальні статистичні методи.

Прогноз є основою програмування. Термін «програма» відомий давно, але в сучасному розумінні він прийшов з кібернетики і означає послідовність команд, результатом виконання яких є вирішення поставленого завдання, тобто реалізація прогнозу. Завдяки цьому для його реалізації розробляють операційну карту технології вирощування овочевої продукції.

Є декілька визначень терміна «програмування». По-перше, це науковий метод прийняття оптимальних технологічних рішень для одержання прогнозованого врожаю та відповідної його якості. Найточніше визначив цей термін теоретик сільськогосподарського програмування М.К. Каюмов (1989), який під програмуванням розумів «розробку комплексу взаємопов'язаних технологічних прийомів, своєчасне та якісне виконання яких забезпечує одержання запланованого врожаю».

Теоретичною основою прогнозування і програмування є принципи, які ґрунтуються на законах землеробства – рівнозначності й незамінності факторів, мінімуму й оптимуму, а також повернення поживних речовин у плодозміні тощо. Крім того, вони враховують і біологічні особливості видів та сортів овочевих рослин.

1.2. Основні принципи програмування врожаю

Учені розробили 10 принципів прогнозування і програмування врожайності і якості овочевих рослин.

Перший принцип програмування врожайності полягає у визначенні гідротермічного показника продуктивності фітомаси.

Відомо, що на земній кулі коливання врожайності сягають від 2 до 500 ц сухої біологічної маси з 1 га на рік. У вологих тропіках щорічний приріст біологічної маси (фітомаси) досягає 500 ц/га, а в аридних (посушливих) районах – лише 2–3 ц/га.

Як визначити можливий рівень урожайності, яку можна отримати в будь-якій ґрунтово-кліматичній зоні країни або на різних полях господарства? Для відповіді на це запитання необхідно знати об'єктивні кліматичні й погодні умови для кожної окремо взятої місцевості.

На думку професора А.М. Рябчикова, можливу продуктивність фітомаси може бути розраховано за формулою:

$$Kp = \frac{W \cdot Tv}{36 \cdot R},$$

де Kp – біогідротермічний потенціал продуктивності,

W – середньорічне зволоження,

Tv – тривалість вегетаційного періоду, декада,

R – середній річний баланс, ккал/см².

Визначивши бал продуктивності фітомаси, за графіком знаходять кількість біологічної маси, яку можна отримати в цій місцевості.

Учений Д.І. Шашко запропонував таку формулу для визначення біологічної продуктивності:

$$БКП = Kp \cdot \frac{\sum t^{\circ} > 10^{\circ}}{1000^{\circ}},$$

де Kp – коефіцієнт біологічної продуктивності,

$\sum t^{\circ} > 10^{\circ}$ – сума температур повітря більше 10°C ,

1000° – сума температур вище 10°C в районі північної межі польового землеробства.

Перевірка цієї формули за результатами багаторічних дослідів державних сортовипробувальних станцій довела високу схожість розрахункових та експериментальних даних.

Сьогодні є чимало достатніх надійних методів, які дозволяють визначати потенційні кліматичні можливості конкретної місцевості у формуванні певного рівня врожайності біологічної маси.

При зрошенні, удобренні, дотримуванні технології імовірність отримання високої врожайності значно збільшується, але і в цьому випадку можливо визначити, який збір біомаси можна отримати за вегетаційний період.

Уміння правильно визначити можливий рівень урожайності біомаси за вегетаційний період дозволяє підійти до розробки таких схем сівозмін і підбору культур, які будуть забезпечувати максимальний вихід біомаси, у т. ч. товарної продукції з одиниці площі.

З погляду біології, **інтенсивна сівозміна** – це така ротація культур, за якої рослини здатні максимально акумулювати сонячну енергію і давати найбільший вихід продукції з одиниці площі.

Другий принцип програмування врожайності полягає в тому, що рівень її визначають за коефіцієнтом використання рослинами фотосинтетично активної радіації.

Відомо, що 90 % врожайності формується за рахунок сонячної енергії та вуглекислоти, що міститься в атмосфері. Усі технологічні прийоми спрямовано на те, щоб допомогти рослині краще використовувати сонячну енергію.

Зараз відома енергетична цінність майже всіх сільськогосподарських культур. Кожен кілограм сухої органічної маси в середньому акумулює 4000 ккал, або 955 кДж $1 \text{ кДж} = 4,19 \text{ ккал}$. Одні рослини дещо більше, інші – менше. Для практичного використання можна прийняти величину 4000 ккал (955 кДж) на 1 кг абсолютно сухої органічної речовини.

Метеорологи (актинометристи) виконали великий об'сяг робіт з визначення інтегральної радіації, знаючи яку, можна встановити прихід фотосинтетично активної радіації. Ці дані, а також коефіцієнт використання ФАР рослинами, уміст сухої речовини та відношення основної продукції до побічної дають змогу обчислити можливу врожайність культур, які вирощують на одному полі протягом року.

Численні експериментальні дані щодо мінерального живлення, водному режиму, чистоті продуктивності фотосинтезу й агротехніки дозволяють розробити комплекс заходів, який забезпечить акумуляцію заданого відсотка ФАР і отримання запланованого врожаю.

Третій принцип програмування врожайності полягає у визначенні потенціальної можливості культури, сорту або гібрида стосовно до конкретних умов вирощування.

Для кращого використання сонячної енергії слід вирощувати такі рослини, які здатні акумулювати більшу кількість ФАР.

Відомо, що рослини з високим і ярусним розташуванням листків (кукурудза, сорго та ін.) краще акумулюють сонячну енергію. Рослини, у яких листки розташовані у вигляді розетки, навпаки, не здатні повноцінно використовувати сонячну енергію і давати високі врожаї біологічної маси.

У межах виду рослин відмічено таку закономірність: сорти, у яких листкова пластинка розташована під гострим кутом до стебла, здатні краще використовувати сонячну енергію порівняно з сортами, у яких цей кут наближається до прямого. Цю закономірність відмічав професор М.С. Савицький на озимій пшениці ще в 1937 р., а значно пізніше – японські дослідники Монсі та Саєкі на рисі.

Для отримання запрограмованих урожаїв необхідно знати потенційні можливості культури, сорту, гібрида. Ці дані можна отримати за допомогою безпосередніх експериментів або скористатися матеріалами сортовипробувальних ділянок. Маючи такі показники, можна підібрати набір культур, який дозволить краще використовувати сонячну енергію протягом вегетації.

Четвертий принцип програмування врожайності полягає в тому, щоб на полі, зайнятому рослинами, сформувати

фотосинтетичний потенціал, здатний забезпечити отримання запрограмованого рівня врожайності.

Отримання високої врожайності можливе за умови, що рослини сформуєть необхідний фотосинтетичний потенціал.

За даними академіка І.С. Шатілова, кожна тисяча одиниць фотосинтетичного потенціалу забезпечує одержання 2,5–3,0 кг зерна. Аналогічні показники отримано в Болгарії під час вирощування кукурудзи із зрошенням. Для одержання врожайності 100 ц зерна кукурудзи необхідно сформувати ф.п. 3,0–3,3 млн од.

П'ятий принцип програмування врожайності полягає в правильному використанні основних законів та закономірностей землеробства і рослинництва: закону рівнозначності або незамінності факторів, закону лімітуючого фактора, закону повернення, закону оптимуму, закону плодозміни, закону критичного періоду щодо фосфору, закону фізіологічних часів, закону регуляторної системи рослин.

Шостий принцип програмування врожайності полягає в розробці системи добрив з урахуванням ефективної родючості ґрунту і потреби рослин у поживних речовинах для формування запланованого врожаю високої якості.

Добрива – важливий фактор підвищення врожайності. Існує багато способів визначення оптимальних доз унесення добрив під різні види рослин. Для правильного їх визначення необхідні точні дані про вміст поживних речовин у ґрунті, а також особливості надходження поживних речовин до рослини в різні фази розвитку,

їх розподілення по окремих органах. Тільки в цьому випадку можна отримати заданий урожай.

Під час розробляння системи добрив виділяють три можливі варіанти постановки завдання:

1. Отримати вищу врожайність при внесенні невеликих доз добрив і зниженні родючості ґрунту.
2. Отримати порівняно високий рівень урожайності при збереженні родючості ґрунту на одному рівні.
3. Отримати гранично можливу врожайність для певного сорту, гібрида в конкретній місцевості при одночасному покращанні родючості ґрунту.

Звичайно, останнє завдання є найоптимальнішим, тому ставити перед собою саме його.

Сьомий принцип програмування врожайності полягає в розробці комплексу технологічних заходів залежно від вимог культури і сорту.

Для отримання запрограмованого рівня врожайності необхідно створити середовище, сприятливе для вирощування певної культури.

Як правило, оптимальна щільність ґрунту для більшості культур становить 1,1–1,3 г/см³. Отже, обробіток ґрунту (спосіб, глибина, строк проведення) має бути таким, щоб коренева система рослин розміщувалася в добре аерованому його шарі.

Недотримання строків сівби, садіння овочевих рослин, як правило, спричиняє значне зниження врожаю.

Неправильна норма висіву, мілка або глибока сівба завжди призводить до зрідженості й значно знижує врожайність.

Восьмий принцип програмування врожайності полягає в тому, щоб у зрошуваному землеробстві забезпечити потребу рослин у воді в оптимальній кількості, а в богарних умовах – визначати врожайність, залежно від фактичних кліматичних умов.

Зараз накопичено багато матеріалу щодо водоспоживання різних видів рослин, оптимальної вологості ґрунту, критичних періодів відносно вологи. Добре вивчено також транспіраційні коефіцієнти.

Дев'ятий принцип програмування врожайності полягає в тому, щоб забезпечити вирощування здорових рослин без негативного впливу шкідників і хвороб.

У кожній зоні, районі, для всіх культур і полів необхідно розробляти не загальні, а конкретні заходи із захисту від хвороб і шкідників.

Десятий принцип програмування врожайності полягає в тому, щоб за наявності відповідних експериментальних даних повніше використовувати математичний апарат, який дозволить найбільш точно визначити оптимальний варіант комплексу, здійснення якого забезпечить отримання запрограмованих урожаїв різних культур.

Кожен технологічний прийом, елемент, або комплекс буде своє широко використано лише за умов економічної вигідності. Тому під час розробляння комплексу заходів обов'язково слід проводити їх усебічну економічну оцінку.

Звичайно, з часом ці принципи змінюються. У міру накопичення інформації буде сформовано нові принципи і відкинуто старі.

Протягом останніх років збільшилися вимоги щодо якості овочевої продукції, що сприяло розробці *одинадцятого принципу* програмування – овочі повинні стати не тільки їжею, а й ліками. Для цього всі технології вирощування потрібно спрямовувати на одержання екологічно допустимої овочевої продукції. Це стало можливим після розробки міжнародних принципів сталого розвитку, які обмежують будь-яку технологію в заданих параметрах, що максимально зменшує ймовірність виникнення небезпечних явищ для збереження здоров'я нинішніх і майбутніх поколінь. Якість і безпеку регламентують закони України, серед яких особливо важливий – «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» (від. 23.12.1997 р.).

*Перелічені принципи програмування є своєрідним інтегралом системи з **трьох** компонентів:*

- біології овочевих рослин на рівні сорту чи гібриду;
- погоди і ґрунтових умов;
- рівня виконання технологічних прийомів.

З наведених принципів п'ять перших використовують для розрахунку потенційної врожайності та її якості; решту – для розробки програми технології реалізації прогнозу.

Прогнозуючи урожайність, передбачають чотири її рівні: потенційну, дійсно можливу, запрограмовану і реальну (виробничу).

Потенційна врожайність (ПУ) – це теоретично максимальна величина, яку можна одержати в ідеальних умовах.

Дійсно можлива врожайність (ДМУ) – це величина на конкретному полі з урахуванням родючості ґрунту.

Програмована (ПрУ) – це врожайність, якої можна досягти за відповідної технології вирощування овочевої культури.

Реальна чи виробнича (ВУ) – це фактична врожайність, одержана на конкретному полі за відповідної погоди протягом вегетаційного періоду.

Для прогнозування і програмування застосовують довідкові матеріали для конкретного господарства або регіону.

Прогнозування врожайності та якості овочевих рослин має такі послідовні етапи:

1. Визначення потенційно можливої врожайності;
2. Оцінка її забезпеченості кліматом;
3. Розрахунок фізично можливої врожайності;
4. Оцінка забезпеченості прогнозу ресурсами господарств;
5. Розробка програми реалізації прогнозу.

Овочівництво залежить від уміння спеціалістів використовувати природні ресурси. Навіть незначні кліматичні зміни призводять до великих збитків. Під кліматом слід розуміти багаторічний режим погоди, зумовлений сонячною радіацією, її перетворенням у діяльному шарі земної поверхні та пов'язаною з ними загальною циркуляцією атмосфери й океану, який є характерним для певної місцевості. Погода – це фізичний стан атмосфери за конкретний

проміжок часу в певному районі. Використовуючи ресурси клімату, овочівництво може розвиватися у двох напрямках:

1. через вибір оптимальної зони для виробництва (зональна спеціалізація);
2. за допомогою поліпшення мікроклімату (використання південно-західних схилів, лісосмуг, куліс, споруд закритого ґрунту).

Контрольні питання

1. Дайте визначення "прогноз"? Які є методи прогнозування?
2. Назвіть основні принципи програмування врожайності, дайте їхню характеристику.
3. Охарактеризуйте етапи прогнозування врожайності.
4. У яких напрямках розвивається овочівництво з використанням ресурсів клімату?

2. ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЮ

Теоретичною основою програмування врожайності є фотосинтетична діяльність і мінеральне живлення рослин як єдина біологічна система з певними параметрами агрофітоценозу та кліматичними умовами, які забезпечують максимальну продуктивність рослин.

Системний підхід дозволяє овочівнику повніше оцінювати вплив біологічних особливостей рослин, ґрунту, клімату, агротехніки, економічні умови тощо. Прогнозування і програмування – дві взаємопов'язані сторони системного підходу.

Програмування на виробництві складається з таких етапів:

1) визначення максимально можливого, але реально отриманого рівня врожайності для конкретних умов (господарства, відділення, поля, ділянки) з урахуванням родючості ґрунту, кліматичних та економічних факторів;

2) розробка науково обґрунтованої програми отримання розрахункової врожайності;

3) практична реалізація розробленої програми у виробничих умовах.

У свою чергу, здійснення кожного етапу програмування включає такі елементи:

- аналіз агрокліматичних умов зони вирощування рослин для виявлення лімітуючих факторів і визначення дійсно можливої врожайності;

- розрахунок доз добрив на заплановану врожайність;

- розробка технологічних схем, що передбачає застосування всіх елементів і прийомів технології із зазначенням способів і оптимальних строків проведення; своєчасне і якісне виконання розробленої технології;

- контроль за станом посівів і фактичними метеорологічними умовами;

- облік урожаю та аналіз отриманих результатів для подальшого уточнення при майбутньому програмуванні;

- коригування прийнятих технологічних прийомів та елементів.

Кількісна оцінка величини врожаю і забезпеченості його агрокліматичними ресурсами дає змогу розробити комплекс технологічних прийомів та елементів, що забезпечують отримання програмованої врожайності. При цьому має бути вибрано конкретний кількісний критерій ефективності. Залежно від мети він може носити або валовий (максимально можлива врожайності), або економічний характер (максимальний прибуток або мінімальні витрати при отриманні заданої врожайності). Остання стадія роботи – забезпечення спостережень за формуванням урожаю і внесення необхідних уточнень у систему запланованих технологічних прийомів. Програмування врожаю передбачає ретельний підхід до кожного поля та виду рослин.

2.1. Визначення потенційно можливої врожайності овочевих рослин

Мета: навчити здобувачів визначати потенційно можливу врожайність овочевих рослин за надходженням фотосинтетично-активної радіації (ФАР) у різних кліматичних зонах України.

Метеріали та обладнання: середньомісячне та річне значення сумарної ФАР (дод. А); вміст води й енергетична цінність основних видів овочевих рослин сирих овочів за даними професора О.С. Болотських, академіка А.А. Покровського (дод. В).

Методичні вказівки. Формування врожаю потребує енергетичних затрат. Для приросту обсягу виробництва овочів на 1 % необхідне збільшення енергії на 2–3 %. Рослина використовує не всю енергію сонця і космосу, а лише фотосинтетично активну радіацію – ФАР. Теоретично можливий коефіцієнт використання ФАР може становити 9,5–10,5 %. Але це в ідеальних умовах при оптимальному поєднанні всіх інших факторів. На практиці ж коефіцієнт використання ФАР не перевищує 1–3 %. Цей фактор є нерегульованим і не залежить від людини.

Щоб визначити величину потенційно можливої врожайності ($Y_{\text{пм}}$), необхідно визначити потенційно можливу врожайність сухої фітомаси ($Y_{\text{пм1}}$), яку розраховують за формулою:

$$Y_{\text{пм1}} = \frac{\sum Q}{q} \cdot k_{\phi}, \quad (1)$$

де $Y_{\text{пм1}}$ – потенційно можлива врожайність сухої фітомаси, кг/га;

$\sum Q$ – сумарне надходження ФАР за вегетаційний період у певній ґрунтово-кліматичній зоні, кДж/га;

q – енергетична цінність одиниці сухої речовини овочевої рослини, кДж/кг;

k_{ϕ} – коефіцієнт використання ФАР овочевою рослиною.

Значення ФАР беруть з довідкових таблиць (див. дод. А). В умовах України розподіл сум ФАР для вегетаційного періоду із середньою добовою температурою повітря понад 5 °С майже збігається з природними ґрунтово-кліматичними зонами, крім гірських районів Карпат, Криму і Донецької височини.

Енергетичну цінність овочів, або калорійність, визначають експериментально – спалюванням сухої біомаси, або беруть дані з довідкової таблиці (див. дод. В). Співвідношення основної і побічної продукції в кожній овочевої рослини є різним. Крім цього, необхідно враховувати сортові особливості. Зокрема, пізньостиглі сорти здебільшого формують більшу частину побічної продукції. В умовах оптимального забезпечення вологою та мінеральними речовинами співвідношення часто зміщується в бік побічної продукції.

У сучасних довідкових матеріалах кількість теплоти, яка виділяється після спалювання, виражають у Міжнародній системі одиниць (СІ) за таким співвідношенням: 1 кал = 4,1868 кДж (або 1 ккал = 4186,8 Дж = 4,1868 КДж). Інколи використовують британську систему одиниць, де кількість теплоти: (Вш) має таке співвідношення: 1055,06 Дж = 0,252 ккал.

Для перерахунку потенційно можливої врожайності сухої біомаси на потенційно можливу врожайність сухої маси товарної частини врожаю необхідно знати співвідношення основної

продукції до побічної в його структурі. Для цього складають пропорцію:

$$\begin{aligned} Y_{nm1} - a \\ x (Y_{nm2}) - I, \end{aligned}$$

де Y_{nm1} – потенційно можлива врожайність сухої фітомаси, кг/га;

Y_{nm2} – потенційно можлива врожайність сухої маси товарної частини врожаю, кг/га;

a – сума частин у співвідношенні основної продукції до побічної;

I – частина основної продукції в співвідношенні основної продукції до побічної.

Згідно зі складеним співвідношенням потенційно можлива врожайність сухої маси товарної частини врожаю (Y_{nm2}) дорівнюватиме:

$$Y_{nm2} = \frac{Y_{nm1} \cdot 1}{a} = \frac{Y_{nm1}}{a}.$$

Якщо підставити отримане значення у формулу (1), отримаємо:

$$Y_{nm2} = \frac{\sum Q}{q \cdot a} \cdot k_{\phi}. \quad (2)$$

Після визначення потенційно можливої врожайності сухої маси товарної частини врожаю необхідно перерахувати її на стандартну вологість продукції.

Для цього слід скласти пропорцію:

$$\begin{aligned} Y_{nm2} - B \\ Y_{nm} - 100 \%, \end{aligned}$$

де Y_{nm} – потенційно можлива врожайність товарної продукції при стандартній вологості, кг/га;

B – вміст сухої речовини в товарній частині продукції, %.

За пропорцією потенційно можлива врожайність товарної продукції при стандартній вологості дорівнюватиме:

$$Y_{nm} = \frac{Y_{nm2} \cdot 100\%}{B} \quad (3)$$

Якщо підставимо у формулу (3) значення Y_{nm2} (2), то отримаємо:

$$Y_{nm} = \frac{\sum Q \cdot k_{\phi} \cdot 100\%}{q \cdot a \cdot B} \quad (4)$$

Для переведення величини потенційно можливої врожайності з кг/га у т/га слід отриману величину розділити на 1000:

$$Y_{nm} = \frac{\sum Q \cdot k_{\phi}}{10 \cdot q \cdot a \cdot B} \quad (5)$$

де Y_{nm} – потенційно можлива врожайність товарної продукції при стандартній вологості, т/га;

$\sum Q$ – сумарне надходження ФАР за вегетаційний період у певній ґрунтово-кліматичній зоні, кДж/га;

q – енергетична цінність одиниці сухої речовини овочевої рослини, кДж/кг;

k_{ϕ} – коефіцієнт використання ФАР овочевою рослиною;

a – сума частин у співвідношенні основної продукції до побічної;

B – вміст сухої речовини в товарній частині продукції, %.

Хід роботи

Розрахувати потенційно можливу врожайність огірка сорту Джерело в умовах Харківського району Харківської області. Дата сівби – 10 травня, поява сходів – 17 травня, збирання врожаю – 10 липня. Співвідношення основної продукції до побічної 1:0,3. Коефіцієнт використання ФАР – 2,5 %.

Порядок виконання роботи

1. З додатку А знаходимо надходження ФАР для Харківської області з 17 травня по 10 липня:

$$\sum Q = \frac{1}{3} \cdot 31,00 + 33,10 + \frac{1}{3} \cdot 33,52 = 10,33 + 33,10 + 11,17 = 54,6 \text{ кДж / см}^2.$$

2. Перераховуємо отримане значення на 1 га: площа одного гектара становить 10 000 м², що дорівнює 100 000 000 см².

$$54,6 \cdot 100\,000\,000 = 5\,460\,000\,000 \text{ кДж/га.}$$

3. З додатку Б знаходимо енергетичну цінність сухої органічної речовини огірка (q), яка становить 15 180 кДж/кг.

4. Знаходимо суму частин у співвідношенні основної продукції огірка до побічної (a): в огірка співвідношення основної продукції відноситься до побічної 1:0,3, отже:

$$a = 1 + 0,3 = 1,3.$$

5. З дод. В знаходимо середній уміст сухої речовини фітомаси огірка (B) – 4,5 %.

6. Підставляємо отримані значення у формулу (5):

$$U_{\text{пм}} = \frac{5460000000 \cdot 0,025}{10 \cdot 15180 \cdot 1,3 \cdot 4,5} = 153,7 \text{ т/га}.$$

Висновок: потенційно можлива врожайність плодів огірка сорту Джерело в Харківському районі Харківської області становить 153,7 т/га.

У реальних умовах досягти такої теоретичної рекордно високої потенційно можливої врожайності неможливо через відсутність оптимуму інших факторів – температури повітря і ґрунту, кількості вологи, поживних речовин у ґрунті, вмісту вуглекислого газу в повітрі тощо. Причому оптимум цих факторів має різне співвідношення залежно від фаз росту і розвитку овочевих рослин. Тому для розрахунків використовують ще один показник – дійсно можливу врожайність овочевих рослин, рівень якої в більшості регіонів України лімітується ресурсами вологи, а для тепловимогливих овочевих рослин – нестачею тепла в зоні Полісся та Карпат.

Завдання для самостійної роботи

Варіант 1. Розрахувати потенційно можливу врожайність коренеплодів моркви сорту Яскрава в умовах Київської області. Сходи було отримано 1 травня, урожай зібрано 15 вересня, коефіцієнт використання ФАР – 1,5 %, співвідношення основної продукції до побічної – 1:0,5.

Варіант 2. Розрахувати потенційно можливу врожайність буряку столового сорту Бордо харківський. Місце вирощування – Миколаївська область. Дата сходів – 20 квітня, урожай зібрано 30 серпня. Співвідношення основної продукції до побічної в цього сорту – 1:0,3. Коефіцієнт використання ФАР – 1,5 %.

Варіант 3. Визначити потенційно можливу врожайність капусти білокачанної сорту Харківська зимова в умовах Харківської області. Дата висадки розсади у відкритий ґрунт – 27 травня, дата збирання – 20 жовтня. Коефіцієнт використання ФАР – 2 %, співвідношення основної продукції до побічної – 1:1.

Контрольні запитання

1. Які існують етапи процесу програмування?
2. Назвіть види сонячної радіації та охарактеризуйте їх.
3. Як визначити потенційно можливу врожайність, знаючи сумарне надходження ФАР?
4. Дайте визначення "потенційно можлива врожайність"?

2.2. ВИЗНАЧЕННЯ ДІЙСНО МОЖЛИВОЇ ВРОЖАЙНОСТІ

Дійсно можлива врожайність ($У_{дм}$) – це максимальна врожайність, яку можна отримати в існуючих метеорологічних умовах. Становить 60–80 % від потенційно можливої врожайності, тому що навіть при ідеальних технологічних та меліоративних умовах її обмежує клімат місцевості. Залежить від біологічних властивостей сорту і гібрида конкретної рослини. Досягнення дійсно можливої врожайності слід розглядати як завдання для оптимального програмування.

2.2.1. Визначення дійсно можливої врожайності за вологозабезпеченістю рослин

Мета: Навчити здобувачів визначати дійсно можливу врожайність овочевих рослин за вологозабезпеченістю рослин у певній ґрунтово-кліматичній зоні.

Матеріали та обладнання: місцеві дані про опади (за декадами), коефіцієнти водопостачання при високій урожайності рослин.

Методичні вказівки. Установлення правильного режиму зрошення – одне з головних завдань запрограмованого вирощування на поливних землях. Для того щоб визначити кількість води, яку витрачають на вирощування запланованого врожаю, тобто провести розрахунок витрат зрошувальної норми на запланований урожай, використовують величину коефіцієнта водопостачання. Величину дійсно можливої урожайності визначають, насамперед, за вологозабезпеченістю, особливо запасом продуктивної вологи, який розраховують за кількістю опадів на рік.

Рівень дійсно можливої врожайності за вологозабезпеченістю рослин обчислюють за формулою:

$$Y_{dm} = \frac{W}{k_v}, \quad (6)$$

де Y_{dm} – дійсно можлива врожайність за вологозабезпеченістю, т/га;

W – кількість продуктивної вологи в ґрунті, м³/га;

k_v – коефіцієнт водоспоживання овочевих рослин, м³/т.

Продуктивну вологу визначають як суму запасів доступної для рослин вологи в метровому шарі ґрунту при сівбі та опадів, які використовуються в період дощів і при зрошенні. Запаси продуктивної вологи обчислюють за формулою:

$$W = W_0 + 0,8 \cdot P + 0,8 \cdot K, \quad (7)$$

де W – кількість продуктивної вологи в ґрунті, м³/га;

W_0 – запаси продуктивної вологи в ґрунті навесні, м³/га;

P – кількість води у вигляді дощів за вегетаційний період, м³/га;

K – кількість води, що надходить при зрошенні, м³/га;

0,8 – коефіцієнт, який показує, що дощі та зрошувальну вологу застосовують у середньому на 80 % від загальної кількості.

Хід роботи

Визначити дійсно можливу врожайність плодів огірка сорту Джерело за вологозабезпеченістю рослин. Кількість продуктивної вологи навесні – 100 мм. За вегетаційний період провели чотири поливи поливною нормою 250 м³/га. У вигляді дощів за цей період випало 97 мм опадів.

Порядок виконання роботи

1. Спочатку необхідно визначити запаси продуктивної вологи за формулою (7). Для цього слід усі наведені величини перерахувати в одні одиниці – м³/га: 1 мм продуктивної вологи або опадів дорівнює 10 м³/га (1 мм дорівнює 0,001 м, площа 1 га – 10 000 м². Для визначення об'єму необхідно 10 000 м² помножити на 0,001 м. Отримаємо 10 м³).

Кількість продуктивної вологи навесні

$$W_0 = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ м}^3/\text{га};$$

кількість опадів за вегетаційний період

$$P = 97 \cdot 10 = 970 \text{ м}^3/\text{га};$$

кількість вологи, що надходить при зрошенні

$$K = 4 \cdot 250 = 1000 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Тоді кількість продуктивної вологи в ґрунті дорівнюватиме:

$$W = 1000 + 0,8 \cdot 970 + 0,8 \cdot 1000 = 2576 \text{ м}^3/\text{га}.$$

2. Коефіцієнт водоспоживання огірка дорівнює 88 м³/т (дод. Д).

3. Величина дійсно можливої врожайності за вологозабезпеченістю буде дорівнювати:

$$Y_{\text{дм}} = \frac{2576}{88} = 29,3 \text{ т/га}.$$

Висновок: величина дійсно можливої врожайності плодів огірка сорту Джерело за вологозабезпеченістю буде дорівнювати 29,3 т/га.

Завдання для самостійної роботи

Варіант 1. Визначити дійсно можливу врожайність плодів томата сорту Карась за вологозабезпеченістю посівів. Кількість продуктивної вологи в ґрунті навесні становить 75 мм. За вегетаційний період провели один полив після садіння нормою 300 м³/га, один – у фазі цвітіння нормою 350 м³/га та два – у період плодоношення нормою 450 м³/га. За цей період випало 100 мм опадів у вигляді дощів.

Варіант 2. Установити дійсно можливу врожайність коренеплодів буряку столового сорту Дій за вологозабезпеченістю посівів. За вегетаційний період випало 100 мм опадів у вигляді дощів, провели чотири вегетаційних поливи нормою 400 м³/га. Запаси продуктивної вологи в ґрунті на початку вегетації становили 55 мм.

Варіант 3. Визначити дійсно можливу врожайність цибулі ріпчастої сорту Глобус за вологозабезпеченістю посівів при вирощуванні з насіння. Продуктивної вологи в ґрунті навесні було 100 мм. До початку формування цибулини провели два поливи нормою 250 м³/га, потім ще один нормою 350 м³/га. При вирощуванні випало 85 мм опадів у вигляді дощів.

Контрольні запитання

1. Що називають дійсно можливою врожайністю за вологозабезпеченістю рослин?
2. Що називають коефіцієнтом водоспоживання?
3. Що називають продуктивною вологою? З чого вона складається?

2.2.2. Визначення дійсно можливої врожайності за бонітетом ґрунтів

Мета: навчити здобувачів ураховувати в прогнозуванні родючість ґрунту і можливості використання добрив для її поліпшення.

Матеріали та обладнання: середній бонітет ґрунтів, середній бал при вирощуванні овочевих рослин, окупність 1 кг NPK і 1т органічних добрив за приростом урожаю овочевих рослин.

Методичні вказівки. Дійсно можлива врожайність – це величина, яка залежить не тільки від кліматичних факторів, але й від потенційної родючості ґрунту. Тобто врожай з поправкою на родючість ґрунту, яка враховує десятки показників. Учені дійшли висновку, що необхідно мати єдину оцінку родючості.

Професор В.В. Докучаєв запропонував цифрове порівняння ґрунтів – бонітування. Бонітування ґрунтів – це порівняльна оцінка якості ґрунтів за їх основними природними властивостями, що мають сталий характер і суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських рослин, які вирощують у конкретних природно-кліматичних умовах.

Родючість ґрунту виражається в балах бонітету як відношення фактичної родючості до еталону. Еталоном (100 балів) є кращий з поширених ґрунтів, на яких вирощують овочеву рослину. Ціну одного бала визначають діленням середньої врожайності овочевої рослини за декілька років на бонітет конкретного ґрунту. Згідно з класифікацією ґрунтів і земель України за їх придатністю для

сільськогосподарського виробництва (Гнатенко О.Ф. та ін., 2005) виділено шість груп та 10 класів якості.

Група земель дуже високої якості (найкращі землі)

Ці землі мають дуже високу продуктивність, вони забезпечують високі й стабільні врожаї всіх овочевих рослин. До цієї групи належать ґрунти з високою потенційною родючістю, оптимальною реакцією ґрунтового розчину, поживним, водно-повітряним і тепловим режимами.

Клас I (>91 бала) – чорноземи типові глибокі малогумусні важкосуглинкові й легкоглинисті. На картограмах забарвлені в темно-сірий колір.

Клас II (90–81 бал) – чорноземи типові глибокі малогумусні, важкосуглинкові й легкоглинисті, лучно-чорноземні, середньо- і важкосуглинкові. На картограмах забарвлені в сірий колір.

Група земель високої якості (добрі землі)

Близькі до першої групи, але їх продуктивність дещо нижча. Мають сприятливі фізико-хімічні й агрофізичні властивості, добре забезпечені елементами живлення. Водночас для підтримування родючості вимагають періодичних заходів щодо покращення за допомогою внесення органічних добрив, упровадження сівозміни тощо. Придатні для всіх овочевих рослин.

Клас III (80–71 бал) – чорноземи типові глибокі мало- і середньогумусні, чорноземи вилугувані мало- та середньогумусні важкосуглинкові, чорноземи звичайні глибокі й середньоглибокі мало- і середньогумусні, важкосуглинкові та легкоглинисті, лучно-

чорноземні легко- і середньосуглинкові. На картограмах забарвлені в світло-сірій колір.

Клас IV (70–61 бал) – чорноземи типові, вилугувані й карбонатні малогумусні, легкосуглинкові, чорноземи опідзолені середньо- і важкосуглинкові, чорноземи звичайні неглибокі малогумусні важкосуглинкові й легкоглинисті. На картограмах забарвлені в коричневий колір.

Група земель середньої якості (задовільні землі)

Землям цієї групи потрібна забезпеченість елементами живлення і продуктивною вологою. Їхню якість знижують більш виражені негативні властивості ґрунтів (слабкий і середній ступінь кислотності, солонцюватості тощо). Урожаї овочевих рослин коливаються в широких межах залежно від окультурення. Вимагають систематичних заходів щодо усунення негативних властивостей ґрунтів – вапнування, гіпсування, унесення органічних та мінеральних добрив, вирощування сидератів тощо. Ці класи ґрунтів є граничними для ефективного промислового овочівництва за рахунок природної родючості.

Клас V (60–51 бал) – чорноземи опідзолені, легкоглинисті, темно-сірі лісові середньо- і важкосуглинкові, сірі лісові важкосуглинкові, чорноземи південні важкосуглинкові, чорноземи південні міцелярно-карбонатні легкоглинисті. На картограмах забарвлені в світло-коричневий колір.

Клас VI (50–41 бал) – чорноземи типові неглибокі слабогумусовані легкосуглинні, темно-сірі лісові і чорноземи опідзолені супіщані й легкосуглинкові, сірі лісові легко- і

середньосуглинкові, ясно-сірі лісові легко- і середньосуглинкові, чорноземи передгірські карбонатні на елювії щільних карбонатних порід, чорноземи супіщані, лучно-чорноземні слабосолонцюваті й слабосолончакуваті. На картограмах забарвлені в світло-коричневий колір.

Група земель низької якості

Мають низьку забезпеченість елементами живлення, незадовільну реакцію ґрунтового розчину, водно-повітряний і тепловий режими. Якість знижується також через схильність до ерозії, заболоченість. Придатні тільки для деяких овочевих рослин за умови систематичного застосування підвищених доз різних добрив, заходів боротьби проти ерозії, осушення, гіпсування, вапнування, сівби сидератів. Економічна ефективність вирощування овочів низька. Використовують для городництва на присадибних та дачних ділянках.

Клас VII (40–31 бал) – сірі лісові супіщані й суглинкові слабоміті, ясно-сірі супіщані та піщано-легкосуглинкові, темнокаштанові слабо- і середньосолонцюваті легкосуглинкові, легкоглейові легкосуглинкові. На картограмах забарвлені в жовтий колір.

Клас VIII (30–21 бал) – сірі лісові суглинкові середньозміті, дерново-слабопідзолисті глинисто-піщані, дерново-підзолисті супіщані та легкосуглинкові глеюваті й глейові, дерново-прихованопідзолисті глинисто-піщані глеюваті, лучно-глейові поверхнево-слабосолонцюваті слабосодово-солончакові, каштанові солонцюваті. На картограмах забарвлені в світло-жовтий колір.

Група земель дуже низької якості

Низькопродуктивні угіддя включають малородючі ґрунти з дуже низькою забезпеченістю елементами живлення, незадовільним водно-повітряним, тепловим режимом і різко вираженими негативними властивостями ґрунтів. Дуже схильні до ерозії. Займають круті схили, глибокі пониження. Непридатні для механізованого обробітку ґрунту. Задовільні врожаї лише деяких рослин можливі за умови внесення високих доз добрив, застосування меліоративних, ґрунтозахисних та інших заходів. Культури, які негативно реагують на підвищену кислотність (цибуля, часник, огірок, баштанні та ін.), на цих землях не ростуть.

Клас IX (20–11 балів) – дерново-підзолисті і їх глейові відміни, дернові піщані й глинисто-піщані, дерново-глейові, сильнозмиті види чорноземів, сірих лісових, каштанових та інших ґрунтів. На картограмах забарвлені в рожевий колір.

Група непридатних земель (неугіддя)

Можна використовувати для будівництва споруд закритого ґрунту, розвитку городництва на невеликих ділянках.

Клас X (менше 10 балів) – комплекси ґрунтів із кірковими та неглибокими солончаками і солонцями, сильносолончакові, заболочені, піски, що перевищуються, виходи ґрунтоутворювальних порід тощо. На картограмах забарвлені в червоний колір.

Родючість ґрунту можна поліпшити за допомогою добрив, тому важливо врахувати їх ресурси. При цьому врожайність становить суму показників родючості ґрунту й ефективності добрив:

$$Y_{dm} = [(B \cdot C_b) + (D_m \cdot O_m) + (D_o \cdot O_o)] \cdot 0,001, \quad (8)$$

де Y_{dm} – дійсно можлива урожайність за бонітетом ґрунтів, т/га;

B – бонітет ґрунту, балів (дод. Е);

C_b – ціна одного бала бонітету, кг/га (див. дод. Е);

D_m D_o – рекомендовані або фактично внесені дози мінеральних (кг/га) і органічних (т/га) добрив;

O_m O_o – окупність 1 кг мінеральних або 1 т органічних добрив урожаєм овочевої продукції, кг (дод. Ж);

$0,001$ – коефіцієнт для перерахунку кг/га у т/га.

Хід роботи

Визначити дійсно можливу врожайність плодів огірка сорту Джерело в Харківському районі Харківської області на чорноземі типовому за бонітетом ґрунтів. Під огірок унесено 40 т/га гною та $N_{60}P_{60}K_{45}$ кг/га д.р.

Порядок виконання роботи

1. Знаходимо бонітет ґрунту чорнозему типового з дод. Е. Він становить 72 бали.

2. Ціна одного бала чорнозему типового становить 323 кг/га (див. дод. Е).

3. Окупність 1 т органічних добрив разом з мінеральними дорівнює 24 кг (див. дод. Ж).

4. Підставивши значення у формулу (8) отримаємо:

$$Y_{\text{дм}} = [(72 \cdot 323) + (165 \cdot 24) + (40 \cdot 24)] \cdot 0,001 = 28,2 \text{ т/га.}$$

Висновок: урожайність плодів огірка сорту Джерело в Харківському районі Харківської області на чорноземі типовому залежно від родючості ґрунту й ефективності добрив становить 28,2 т/га.

Завдання для самостійної роботи

Варіант 1. Визначити дійсно можливу врожайність за бонітетом ґрунтів плодів огірка сорту Джерело в Харківському районі на чорноземі звичайному. Під огірок внесено 40 т/га гною та $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га д.р.

Варіант 2. Визначити дійсно можливу врожайність плодів томата сорту Лагідний на чорноземі південному за бонітетом ґрунтів. Під томат унесено мінеральні добрива з розрахунку $N_{90}P_{90}K_{60}$ кг/га д.р. Органічні добрива не застосовували.

Варіант 3. Визначити дійсно можливу врожайність плодів томата сорту Любимий на чорноземі звичайному за бонітетом ґрунтів. Під томат унесено мінеральні добрива з розрахунку $N_{120}P_{120}K_{90}$ кг/га д.р. Органічні добрива не використовували.

Контрольні запитання

1. Що називають балом бонітету?
2. Як визначають бал бонітету?
3. Як розраховують ціну одного бала бонітету?

2.2.3. Визначення дійсно можливої врожайності балансовим методом

Мета: навчити здобувачів визначати дійсно можливу врожайність за допомогою балансового методу.

Матеріали та обладнання: кофіцієнти використання рослинами рухомих поживних речовин і поживних речовин добрив.

Методичні вказівки. На практиці широко застосовують балансовий метод винесення поживних речовин овочевою рослиною з урожаєм.

Винесення поживних речовин з ґрунту з урожаєм компенсується внесенням добрив. Кількість елементів живлення, які виносять рослини з ґрунту, змінюється залежно від особливостей овочевих рослин, ґрунтово-кліматичних та агротехнічних умов. Розрахунок норм унесення мінеральних добрив на запланований урожай здійснюють за допомогою балансового методу з урахуванням вмісту в ґрунті рухомих поживних речовин та їх коефіцієнтів, використаних рослинами. У сучасній літературі пропонують декілька коефіцієнтів винесення. Для богарного овочівництва рекомендують користуватися коефіцієнтами за О.Ю. Барабашем та П.С. Семенчук. При застосуванні краплинного зрошення у світі використовують рекомендації Міжнародної організації ФАО, у яких винесення елементів вищій, а їх співвідношення інше. Крім того, для багатьох рослин ураховують винесення Са і Mg. Середньозважені коефіцієнти використання елементів живлення овочевими рослинами з ґрунту такі: N – 20 %, P₂O₅ – 5, K₂O – 10 %.

ДМУ розраховують за кожним елементом окремо.

Хід роботи

Розрахувати ДМУ томата балансовим методом в Миколаївській області на чорноземах типових легкосуглинкових. Уміст азоту в ґрунті 20 мг/кг, фосфору – 30, калію – 60 мг/кг.

Порядок виконання роботи

1. Спочатку визначають об'єм і масу орного шару, у якому розвивається маса кореневої системи. Розрахункова глибина зволоження ґрунту в перший період вегетації для томата становить 0,3–0,4 м:

- Об'єм орного шару: $0,3 \cdot 10000 \text{ м}^2 = 3000 \text{ м}^3$
- Маса орного шару: $3000 \text{ м}^3 \cdot 1,4 \text{ т/см}^3 = 4200 \text{ т} = 4200000 \text{ кг}$ ($1 \text{ г/см}^3 = 1 \text{ т/м}^3$).

2. Визначають вміст у цьому шарі доступного N та різних форм P, K:

$$\text{N: } 4200000 \text{ кг} \cdot 20 \text{ мг/кг} = 84\,000\,000 \text{ мг} = 84 \text{ кг};$$

$$\text{P: } 4200000 \text{ кг} \cdot 30 \text{ мг/кг} = 126 \text{ кг};$$

$$\text{K: } 4200000 \text{ кг} \cdot 60 \text{ мг/кг} = 252 \text{ кг}.$$

3. Але із цієї загальної кількості поживних речовин рослини томата буде використано невелику частину:

$$\text{N } 20 \%: (84 \cdot 20) / 100 \% = 16,8 \text{ кг};$$

$$\text{P } 5 \%: (126 \cdot 5\%) / 100 \% = 6,3 \text{ кг};$$

$$\text{K } 10 \%: (252 \cdot 10\%) / 100 \% = 25,2 \text{ кг}.$$

4. Поділивши ці кількості використаних елементів на коефіцієнти винесення (для томата: 2,6; 0,8; 2,9 кг/т), отримаємо такі ДМУ з розрахунку на 1 га:

по азоту – $16,8 \text{ кг} : 2,6 \text{ кг/т} = 6,4 \text{ т/га}$;

по фосфору – $6,3 : 0,8 = 7,9 \text{ т/га}$;

по калію – $25,2 : 2,9 = 8,7 \text{ т/га}$.

5. Порівнюючи ці цифри, можна сказати, що в цьому випадку рівень урожайності лімітується в першу чергу низьким вмістом азоту. Залишається провести аналіз низької врожайності і скласти програму оптимізації факторів та план проведення технологічних прийомів для реалізації потенційних можливостей сорту на овочевому полі.

6. При внесенні добрив слід урахувати не тільки їх вид, але й коефіцієнти використання в перший рік після внесення, які для мінеральних добрив становлять:

По N – 50-70 %

По P – 20-25 %

По K – 70-80 %

Кожен додатково внесений кілограм д.р. при вищенаведених коефіцієнтах використання дає змогу в середньому збільшити врожайність томата:

за рахунок азоту – на $0,23 \text{ т/га} = (1 \text{ кг} \cdot 60 \% : 100 \% : 2,6 \text{ кг/т})$;

за рахунок фосфору $(1 \text{ кг} \cdot 22,5 \% : 100 \% : 0,8 \text{ кг/т}) = 0,28 \text{ т/га}$;

за рахунок калію $(1 \text{ кг} \cdot 75 \% : 100 \% : 2,9 \text{ кг/т}) = 0,26 \text{ т/га}$.

7. Залишається оцінити ймовірність ризиків, які виникатимуть з певною частотою кожні п'ять або 10 років.

8. Розрахуємо прибавку врожайності:

по азоту – $50 - 6,4 = 43,6 \text{ т/га}$;

по фосфору – $50 - 7,9 = 42,1 \text{ т/га}$;

по калію – $50 - 8,7 = 41,3$.

9. Визначимо кількість мінеральних добрив, необхідну для отримання цієї прибавки врожайності:

по азоту – $43,6 : 0,23 = 190$ кг д. р.;

по фосфору – $42,1 : 0,28 = 150$ кг д. р.;

по калію – $41,3 : 0,26 = 160$ кг д. р.

Висновок: У Миколаївській області на чорноземах типових легкосуглинкових ДМУ томата балансовим методом становить 50 т/га.

Завдання для самостійної роботи

Варіант 1. Розрахувати балансовим методом дійсно можливу врожайність томата на чорноземах типових середньогумусних. Вміст у ґрунті доступного азоту – 17 мг/кг, рухомого фосфору – 20 мг/кг, рухомого калію – 27 мг/кг. Об'ємна маса ґрунту становить $1,25$ г/см³.

Варіант 2. Розрахувати балансовим методом дійсно можливу врожайність часнику на темно-каштанових слабосолонцюватих. Вміст у ґрунті доступного азоту – 5 мг/кг, рухомого фосфору – 24 мг/кг, калію – 34 мг/кг. Об'ємна маса ґрунту становить $1,45$ г/см³.

Варіант 3. Розрахувати балансовим методом дійсно можливу врожайність моркви на чорноземах типових легкосуглинкових. Вміст у ґрунті доступного азоту – 30 мг/кг, рухомого фосфору –

129 мг/кг, рухомого калію – 248 мг/кг. Об'ємна маса ґрунту становить 1,40 г/см³.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення балансового методу на запланований урожай.
2. Якими параметрами ґрунту і рослин користуються при програмуванні врожаю?
3. Назвіть методи розрахунку доз добрив під запланований урожай.
4. Охарактеризуйте складові, які входять до формули визначення доз NPK

3. ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ КЛІМАТИЧНО ЗАБЕЗПЕЧЕНОЇ ВРОЖАЙНОСТІ

Мета: навчити здобувачів визначати рівень кліматично забезпеченої врожайності й ресурсозабезпеченої в різних кліматичних зонах України.

Матеріали та обладнання: місцеві дані про опади, фактичний коефіцієнт використання рослиною вологи.

Методичні вказівки. Погода—це сукупність метеорологічних факторів (температури і вологості повітря, швидкості вітру, хмарності, опадів тощо), які спостерігають у приземному шарі атмосфери протягом короткого періоду.

Клімат – статистичний багаторічний режим погоди на цій чи іншій місцевості. Географічними факторами, які впливають на клімат, є висота місцевості, віддаленість від великих міст, нахил місцевості, циркуляція атмосфери тощо. В овочівництві велике значення має врахування місцевих факторів (схил, долина, прирічкова тераса, лісосмуги, ліси тощо), що визначають мікроклімат.

Кліматично забезпечена врожайність (Y_k) – це статистично середня врожайність, можлива в конкретних кліматичних умовах місцевості.

Від потенційно можливої врожайності відрізняється поправкою на лімітуючий фактор місцевості для конкретної овочевої рослини (забезпечення теплом, водою). Для цього потенційно можливу врожайність множа на коефіцієнт сприятливості клімату (k_m):

$$Y_k = Y_{nm} \cdot K_M \quad (9)$$

де Y_{nm} – потенційно можлива врожайність товарної продукції, т/га,

K_M – коефіцієнт сприятливості клімату.

Коефіцієнт сприятливості клімату (K_M) розраховують для кожної овочевої рослини або беруть з довідкових кліматичних таблиць. Він завжди менший від одиниці ($K_M < 1$). Коефіцієнт сприятливості клімату (K_M) за тим чи іншим фактором розраховують як відношення сумарної теоретичної кількості фактора для забезпечення потенційної врожайності до фактично можливого його забезпечення в господарстві. Розрахунок сприятливості клімату за вологою складається з таких етапів:

- визначають суму опадів за осінньо-зимовий період і за період вегетації, використовуючи довідкові таблиці (дод. Б);
- уносять поправку на коефіцієнт використання вологи з ґрунту (для овочевих рослин 50–60 %);
- розраховують необхідну кількість вологи для формування потенційної врожайності;
- розраховують коефіцієнт сприятливості клімату;
- розраховують величину кліматичного забезпечення врожайності (Y_k).

Хід роботи

За розрахунками потенційно можлива врожайність плодів огірка сорту Джерело в умовах Харківського району Харківської області становить 153,7 т/га. Запаси продуктивної вологи в ґрунті

перед сівбою становили 100 мм. Розрахувати рівень кліматично забезпеченої врожайності.

Порядок виконання роботи

1. Розрахунки проводимо за даними вегетаційного періоду конкретного року або за середньобогаторічними метеорологічними показниками певної ґрунтово-кліматичної зони.

2. Визначаємо суму опадів за вегетаційний період для огірка: травень – 10 мм, червень – 68 мм, липень – 19 мм. Усього:

$$10 + 68 + 19 = 97 \text{ мм.}$$

3. Розраховуємо запаси продуктивної вологи в ґрунті:

$$100 + 97 = 197 \text{ мм.}$$

4. Коефіцієнт використання овочевими рослинами вологи з ґрунту становить 80 %.

5. Розраховуємо фактично використану кількість вологи:

$$\begin{array}{l} 197 \text{ мм} - 100 \% \\ x \text{ мм} - 80 \% \\ x = \frac{197 \cdot 80}{100} = 158 \text{ мм.} \end{array}$$

6. Перераховуємо фактично використану кількість вологи з міліметрів у метри кубічні на гектар:

$$158 \cdot 10 = 1580 \text{ м}^3/\text{га.}$$

7. З дод. Г знаходимо витрати ґрунтових запасів вологи та опадів на 1 т продукції, які для огірка становлять 88 м³/т.

8. Розраховуємо необхідну кількість води для формування потенційно можливої врожайності огірка 153,7 т/га:

$$1 \text{ т} - 88 \text{ м}^3$$

$$153,7 \text{ т} - x \text{ м}^3.$$

$$\bar{o} = \frac{153,7 \cdot 88}{1} = 13526 \text{ л}^3.$$

9. Розраховуємо коефіцієнт сприятливості клімату Харківської області для огірка:

$$K_M = \frac{1580}{13526} = 0,12.$$

10. Розраховуємо величину кліматично забезпеченої врожайності за формулою (9):

$$Y_K = 153,7 \cdot 0,12 = 18,4 \text{ т/га.}$$

Висновок: на основі обчислень встановлено кліматично-забезпечену врожайність огірка сорту Джерело в умовах Харківського району Харківської області – 18,4 т/га.

Завдання для самостійної роботи

Варіант 1. Розрахувати кліматично-забезпечену врожайність буряку столового сорту Багрянний в умовах Луганської області. За розрахунками потенційно можлива врожайність становить 80 т/га. Запаси продуктивної вологи в ґрунті на початок вегетації становлять 88 мм. Дата сівби – 25 квітня, дата збирання – 1 вересня.

Варіант 2. Розрахувати кліматично-забезпечену врожайність моркви сорту Оленка в умовах Донецької області. За розрахунками потенційно можлива врожайність становить 95 т/га. Запаси продуктивної вологи в ґрунті на початок вегетаційного періоду сягали 73 мм. Дата сівби – 5 квітня, дата збирання – 1 жовтня.

Варіант 3. Розрахувати кліматично-забезпечену врожайність томата сорту Факел в умовах Криму. За розрахунками потенційно можлива врожайність становить 155,3 т/га. Запаси продуктивної вологи в ґрунті на початок вегетаційного періоду сягали 78 мм. Дата садіння – 28 квітня, початок збирання – 1 серпня.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення поняття "кліматично-забезпечена врожайність"?
2. Поясніть значення коефіцієнта сприятливості клімату.
3. Розрахуйте кліматично-забезпечену врожайність для буряку столового.

3.1. Визначення технологічної та ресурсозабезпеченої врожайності

Мета: навчити здобувачів ураховувати в прогнозуванні врожайності забезпечення ресурсами та сільськогосподарською технікою (РЗУ).

Матеріали та обладнання: коефіцієнти на фондооснащеність господарства і поправний коефіцієнт можливостей своєчасного виконання технологічних процесів.

Методичні вказівки. У багатьох випадках овочівники після розрахунку кліматично-забезпеченої врожайності проводять поправку на ресурсне технологічне забезпечення врожайності (РЗУ) і приступають до розробки виробничої програми забезпечення прогнозованої врожайності.

Цей рівень прогнозованої врожайності обмежується наявністю матеріально-технічних засобів, кваліфікованих спеціалістів, які беруть участь у прийнятті рішень і виконавців, особливостями стану ґрунтів, зрошувальної системи, рівнем господарювання та іншими умовами. При сучасному реформуванні сільського господарства України всі ці показники врахувати важко.

В основі розрахунків РЗУ лежать принципи, описані при визначенні дійсно можливого врожаю, але з поправкою на економічні фактори вирощування овочів. Серед господарсько-економічних факторів виділяють три найголовніших, які виражають відповідними коефіцієнтами:

K_n – несприятливі умови ґрунту, (на щебенюватих і засолених ґрунтах $K_n=0,5$; на звичайних – $K_n=1,0$);

K_f – фондооснащеність господарства, (у сучасних умовах $K_f=0,7-0,8$);

K_n – поправочний коефіцієнт (K_n) можливостей своєчасного виконання технологічних процесів (дод. П). Для інших овочевих культур цей коефіцієнт підбирають за принципом подібності технологічних процесів. Розрахунки проводять за формулою:

$$PЗУ = U_k \cdot K_n \cdot K_f \cdot K_n. \quad (10)$$

Хід роботи

В умовах Миколаївської області технологічна та ресурсозабезпечена врожайність томата на чорноземі типовому легко суглинковому становила відповідно до формули (10):

Порядок виконання роботи

$$PЗУ = 35,2 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 0,75 = 19,8 \text{ т/га.}$$

Висновок: таким чином, за технологічною та ресурсозабезпеченістю на чорноземах типових легкосуглинкових врожайність томата становила 19,8 т/га.

Завдання для самостійної роботи:

Варіант 1. Розрахувати ресурсозабезпечену врожайність моркви сорту Шантане в умовах Київської області на чорноземі опідзоленому. За попередніми розрахунками кліматично-забезпечена врожайність становить 19,5 т/га.

Варіант 2. Розрахувати ресурсозабезпечену врожайність буряку столового сорту Бордо харківський в умовах Харківської області на чорноземі звичайному. За попередніми розрахунками кліматично-забезпечена врожайність становить 30,3 т/га.

Варіант 3. Розрахувати ресурсозабезпечену врожайність баклажана на чорноземі південному. За попередніми розрахунками кліматично-забезпечена врожайність становить 22,6 т/га.

Контрольні запитання

1. Що розуміють під ресурсним технологічним забезпеченням урожайності?
2. Що лежить в основі РЗУ?
3. Які поправні коефіцієнти використовують при розрахунках РЗУ?
4. Як розраховують ресурсне технологічне забезпечення врожайності?

4. ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ЗРОШЕННЯ

Для отримання максимальних урожаїв оптимальний поливний режим має повністю забезпечувати потребу овочевих рослин у воді за фазами органогенезу, сприяти поліпшенню температурного та повітряного режимів ґрунту і рослин, кращому засвоюванню поживних речовин.

Мета: навчити здобувачів визначати зрошувальну і поливну норми для отримання запрограмованого рівня врожайності овочевих рослин.

4.1. Розрахунок зрошувальної норми

Мета: навчити здобувачів визначати зрошувальну норму.

Матеріали та обладнання: значення запланованої врожайності, коефіцієнта водоспоживання, сумарне водоспоживання, запаси продуктивної вологи в ґрунті навесні.

Методичні вказівки. Для встановлення оптимального режиму зрошення необхідно насамперед знати зрошувальну норму – кількість води, що витрачають для поливу певної овочевої рослини на 1 га за весь вегетаційний період. Зрошувальна норма при цьому дорівнює різниці між сумарним водоспоживанням і весняним запасом продуктивної вологи в ґрунті:

$$Z_n = E - W_0, \quad (11)$$

де Z_n – зрошувальна норма, м³/га;

E – сумарне водоспоживання, м³/га;

W_0 – запаси продуктивної вологи в ґрунті при сівбі, м³/га.

Сумарне водоспоживання визначають за коефіцієнтом водоспоживання і програмованою врожайністю за формулою А.Н. Костякова:

$$E = Y \cdot K, \quad (12)$$

де E – сумарне водоспоживання, м³/га;

Y – запланована врожайність, т/га;

k_e – коефіцієнт водоспоживання овочевих рослин, м³/т
(див. дод. Д).

Хід роботи

Розрахувати зрошувальну норму огірка в Харківській області на заплановану врожайність 40 т/га. Запаси продуктивної вологи в ґрунті перед сівбою дорівнювали 100 мм.

Порядок виконання роботи

1. З дод. Г знаходимо коефіцієнт водоспоживання огірка $k_b = 88$ т/га;

2. За формулою (12) визначаємо сумарне водоспоживання:

$$E = 40 \cdot 88 = 3\,520 \text{ м}^3/\text{га};$$

3. Перераховуємо запаси продуктивної вологи в ґрунті навесні з мм в м³/га (1 мм = 10 м³/га):

$$100 \cdot 10 = 1\,000 \text{ м}^3/\text{га};$$

4. Зрошувальна норма становитиме:

$$Z_n = 3\,520 - 1\,000 = 2\,520 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Висновок: зрошувальна норма огірка при запланованій урожайності 40 т/га дорівнюватиме 2520 м³/га.

4.2. Розрахунок поливної норми

Мета: навчати здобувачів визначити поливну норму для отримання запрограмованого рівня врожайності овочевих рослин.

Матеріали та обладнання. Розрахункова глибина зволоження ґрунту, об'ємна маса ґрунту, найменша вологоємність і фактична вологість ґрунту.

Методичні вказівки. Поливною нормою називають кількість води, що витрачають за один полив. Для обчислення поливної норми і встановлення строків поливу необхідно постійно визначати запаси вологи в ґрунті. Поливну норму розраховують за формулою:

$$P_n = 100 \cdot h \cdot a \cdot (W - W_0), \quad (13)$$

де P_n – поливна норма, м³/га;

h – розрахункова глибина зволоження ґрунту, м (дод. М);

a – об'ємна маса ґрунту, г/см³ (дод. Н);

W – найменша вологоємність ґрунту, % від маси абсолютно сухого ґрунту (див. дод. Н);

W_0 – фактична вологість ґрунту перед поливом, % від маси абсолютно сухого ґрунту.

Хід роботи

Визначити поливну норму для огірка сорту Джерело на чорноземі типовому. Об'ємна маса ґрунту дорівнює $1,25 \text{ г/см}^3$, фактична вологість активного шару ґрунту перед зрошенням – 80 % НВ.

Порядок виконання роботи

1. Розрахункова глибина зволоження ґрунту залежить від виду рослини, кліматичних умов вегетаційного періоду і типу ґрунту. При визначенні поливної норми її потрібно диференціювати, урахувавши характер розміщення кореневої системи в основні фази розвитку рослин. Для більшості овочевих рослин розрахункову глибину зволоження ґрунту в початковий період розвитку рослин вважають меншою, а в період плодоутворення і плодоношення – більшою (дод. М).

2. Найменша вологоємність чорнозему типового дорівнює 26,5 % від абсолютно сухого ґрунту (див. дод. Н).

3. Перераховуємо фактичну вологість активного шару ґрунту перед зрошенням з відсотків НВ у відсотки від абсолютно сухого ґрунту. Найменша вологоємність чорнозему типового дорівнює 26,5 % від абсолютно сухого ґрунту. Передполивна вологість для огірка становить 80 % НВ.

Складаємо пропорцію:

$$26,5 \% - 100 \% \text{НВ}$$

$$x \% - 80 \% \text{НВ}$$

$$x = \frac{25,6 \cdot 80}{100} = 20,5 \% \text{ від абсолютно сухого ґрунту}$$

4. Згідно з формулою (13) визначаємо поливну норму:

$$P_{\text{н}} = 100 \cdot 0,4 \cdot 1,25 \cdot (26,5 - 20,5) = 300 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Висновок: поливна норма для огірка сорту Джерело на чорноземі типовому дорівнює $300 \text{ м}^3/\text{га}$.

Завдання для самостійної роботи

Варіант 1. Розрахувати зрошувальну і поливну норми для томата сорту Кременчуцький у Харківській області на чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому на заплановану врожайність 20 т/га . Запаси продуктивної вологи в ґрунті перед садінням сягали 88 мм . Об'ємна маса ґрунту дорівнює $1,25 \text{ г/см}^3$, вологість активного шару ґрунту перед поливом – $80 \% \text{ НВ}$. Найменша вологоємність ґрунту становить $26,5 \%$ від маси абсолютно сухого ґрунту.

Варіант 2. Розрахувати зрошувальну і поливну норми для буряку столового сорту Багрянний на чорноземі типовому малогумусному легкосуглинковому на заплановану врожайність 35 т/га . Запаси продуктивної вологи в ґрунті перед сівбою становить

105 мм. Об'ємна маса ґрунту дорівнює $1,40 \text{ г/см}^3$, вологість активного шару ґрунту перед поливом – 70 % НВ. Найменша вологоємність ґрунту становить 21,0 % від маси абсолютно сухого ґрунту.

Варіант 3. Розрахувати зрошувальну і поливну норми для моркви сорту Яскрава на чорноземі типовому середньогумусному важкосуглинковому на заплановану врожайність 40 т/га. Запаси продуктивної вологи в ґрунті перед сівбою дорівнювали 95 мм. Об'ємна маса ґрунту дорівнює $1,25 \text{ г/см}^3$, вологість активного шару ґрунту перед зрошенням – 70 % НВ. Найменша вологоємність ґрунту становить 27,0 % від абсолютно сухого ґрунту.

Контрольні запитання

1. Що називають сумарним водоспоживанням? Як його визначити?
2. Що називають зрошувальною нормою? Як її розраховують?
3. Що називають поливною нормою?
4. Як визначити кількість поливів?

5. РОЗРАХУНОК НОРМ ДОБРИВ

Мета: навчити здобувачів визначати норму внесення мінеральних добрив на заплановану врожайність, а також норму добрив на задану врожайність при сумісному внесенні мінеральних та органічних добрив.

5.1. Визначення норм мінеральних добрив на заплановану врожайність

Матеріали та обладнання: значення основної та побічної продукції, винесення урожаєм поживних речовин з ґрунту і наявність у ньому доступних елементів живлення.

Методичні вказівки. В основу цього методу покладено визначення доз мінеральних добрив на заплановану врожайність основної та побічної продукції з урахуванням винесення поживних речовин, наявності в ґрунті доступних елементів живлення (N, P₂O₅, K₂O):

$$D = \frac{100 \cdot B - P \cdot K_n}{K_y \cdot C}, \quad (14)$$

де D – доза певного виду добрив у фізичній масі, ц/га;

B – винос елемента живлення запланованою врожайністю основної та відповідної кількості побічної продукції, кг/га (дод. К);

P – вміст у ґрунті рухомої форми поживного елемента, кг/га;

K_n – коефіцієнт використання поживної речовини з ґрунту, %;

K_y – коефіцієнт використання поживної речовини з добрив, %;

C – вміст діючої речовини в добривах, %.

Якщо розрахунок проводять тільки на діючу речовину (кг/га), з наведеної форми виключають показник С (вміст діючої речовини в добривах, %).

5.2. Розрахунок норм добрив при сумісному внесенні мінеральних і органічних добрив

При сумісному використанні мінеральних та органічних добрив розрахунок доз НРК на програмовану врожайність виконують за формулою:

$$D = \frac{100 \cdot B - (П \cdot K_n + H \cdot K_z)}{K_y \cdot C}, \quad (15)$$

де Д – доза певного виду добрив у фізичній масі, ц/га;

В – винос елемента живлення запланованою врожайністю, основної та відповідної кількості побічної продукції, кг/га (дод. К);

П – вміст у ґрунті рухомої форми поживного елемента, кг/га;

K_n – коефіцієнт використання поживної речовини з ґрунту, %;

K_y – коефіцієнт використання поживної речовини з добрив, %;

С – вміст діючої речовини в добривах, %;

Н – загальна кількість поживного елемента в гної або інших органічних добривах, кг/га;

K_r – коефіцієнт використання поживного елемента з гною або інших органічних добрив, %.

Розрахунок норм добрив на заплановану врожайність овочевих рослин оформлюють у вигляді таблиці (табл. 1).

Приклад розрахунків норм добрив

Завдання. Розрахувати кількість добрив під заплановану врожайність огірка сорту Джерело 40 т/га в умовах Харківської області. Ґрунт – чорнозем типовий. Під огірок унесено 40 т/га гною.

Порядок виконання роботи

1. Вміст у ґрунті поживних речовин визначається зональною агрохімічною лабораторією, за одержаними результатами складають картограми вмісту P_2O_5 , K_2O . У разі відсутності картограми забезпеченості рухливими формами азоту використовують наведені середні показники вмісту його в різних ґрунтах (дод. З).

2. Винесення азоту визначають множенням запланованої врожайності на винесення 1 т основної та побічної продукції (дод. К):

$$40 \cdot 4,3 = 172 \text{ кг/га (табл. 1).}$$

3. Щоб розрахувати вміст доступних для рослин запасів елементів живлення N, P_2O_5 , K_2O , кг/га, необхідно показник вмісту поживних речовин ґрунту (мг/100 г) помножити на 30, оскільки кожен міліграм елемента живлення в 100 г ґрунту відповідає 30 кг на 1 га в орному (0–30 см) шарі ґрунту:

$$10 \cdot 30 = 300 \text{ кг/га.}$$

Розрахунок норм добрив на заплановану врожайність

Пор. №	Показник	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Вміст у ґрунті, мг/100 г (орний шар)	10	9	17
2	Винесення поживних речовин з урожаєм, кг/га	172	36	120
3	Вміст у ґрунті доступних елементів, кг/га	300	270	510
4	Коефіцієнт використання поживних речовин з ґрунту, %	20	5	10
5	Буде використано із гною, %	30	40	60
6	Можливе винесення урожаєм з гною, %	60	40	144
7	Потрібно внести з мінеральними добривами, кг/га	52	–	–
8	Буде використано з добрив NPK, %	70	25	70
9	Необхідно внести на заплановану врожайність з урахуванням використання добрив, кг	74	–	–
10	Діюча речовина мінеральних добрив, %	34	19	40
11	Кількість мінеральних добрив, які слід внести в туках, кг/га	218	–	–

4. Коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунту, гною та мінеральних добрив наведено в дод. Л. При внесенні підстилкового гною для визначення кількості поживних речовин використовують такі середні показники його хімічного складу: N – 5 кг, P₂O₅ – 2,5 кг, K₂O – 6 кг на 1 т гною.

5. Коефіцієнт використання NPK з гною знаходимо з дод. К.

6. Можливе винесення поживних речовин з урожаєм із гною дорівнює добутку кількості внесеного гною, показника вмісту поживної речовини в 1 т і коефіцієнта використання з гною:

$$40 \cdot 5 \cdot 0,3 = 60 \text{ кг/га.}$$

7. Для визначення кількості мінеральних добрив, які необхідно внести, вміст у ґрунті доступних елементів множать на коефіцієнт використання поживних речовин із ґрунту, додають вміст азоту в 40 т/га гною ($40 \cdot 5 = 200$) з урахуванням коефіцієнта використання азоту з гною (30 %) і віднімають від виносу: $172 - 300 \cdot 0,2 + (40 \cdot 5) \cdot 0,3 = 52$ кг/га. При високій забезпеченості ґрунту поживними речовинами, а також під час планування низьких урожаїв розрахунки можуть показати, що вносити мінеральні добрива не треба (у нашому прикладі щодо P_2O_5 , K_2O).

8. Використання поживних речовин овочевими рослинами з мінеральних добрив наведено в дод. Л.

9. Визначають унесення азотних добрив, наприклад у вигляді аміачної селітри (формула 15). У знаменник підставляють коефіцієнт використання азоту з мінеральних добрив (70 %) і відсоток азоту в аміачній селітрі (34 %):

$$D = \frac{100 \cdot 172 - (10 \cdot 30 \cdot 20 + 40 \cdot 5 \cdot 30)}{70 \cdot 34} = 2,18 \text{ ц/га.}$$

Розрахунки щодо P_2O_5 , K_2O в цьому випадку не проводимо, оскільки зазначені елементи є в надлишку.

10. Якщо планують унесення тільки мінеральних добрив без гною, норма аміачної селітри має бути такою (формула 14):

$$D = \frac{100 \cdot 172 - 10 \cdot 30 \cdot 20}{70 \cdot 34} = 4,71 \text{ ц/га} .$$

Норма суперфосфату становитиме:

$$D = \frac{100 \cdot 36 - 9 \cdot 30 \cdot 5}{25 \cdot 19} = 4,74 \text{ ц/га} .$$

Норма калійної солі становитиме:

$$D = \frac{100 \cdot 120 - 17 \cdot 30 \cdot 10}{70 \cdot 40} = 2,46 \text{ ц/га} .$$

Висновок: таким чином, для одержання рівня врожайності плодів огірка сорту Джерело 40 т/га на чорноземі типовому при внесенні 40 т/га гною слід уносити N_{74} , а без гною – $N_{471}P_{474}K_{246}$.

Завдання для самостійної роботи

Завдання 1. Розрахувати кількість добрив під заплановану врожайність томата сорту Лагідний 40 т/га в умовах Запорізької області. Грунт – чорнозем опідзолений. Під томат унесено 30 т/га гною.

Завдання 2. Розрахувати кількість добрив під заплановану врожайність перцю солодкого сорту Дружок 20 т/га в умовах Миколаївської області. Грунт – чорнозем типовий. Під перець унесено 60 т/га гною.

Завдання 3. Розрахувати кількість добрив під заплановану врожайність моркви сорту Оленка 50 т/га в умовах Черкаської області. Грунт – чорнозем потужний малогумусний. Під моркву внесено 20 т/га гною.

Контрольні питання

1. Методи визначення оптимальних норм добрив під овочеві рослини.
2. Строки і способи внесення добрив під овочеві рослини.
3. Удобрення капусти.
4. Удобрення огірків і помідорів.
5. Дайте визначення поняття "винос поживних речовин".

6. СКЛАДАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ПРОГРАМОВАНОГО ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧЕВИХ РОСЛИН

Технологічний процес включає комплекс технологічних операцій (два чи більше види роботи), які необхідно виконувати для зміни вихідного стану оброблюваного поля, рослини, продукту до такого, що задовольняє вимоги сучасної технології. Усі технологічні процеси у вигляді планових способів вирощування у визначеній послідовності наводять у вигляді схеми. Вона містить сукупність конкретних зведень про способи, прийоми і засоби виробництва овочевого продукту, виконуваних у поточному році, у конкретних ґрунтово-кліматичних та екологічних умовах. Типова технологічна схема відображає досягнутий рівень виробництва овочів у спеціалізованих господарствах. Її можна використовувати в практичній роботі технолога протягом багатьох років до появи істотних змін технології та організаційно-технічних умов. Вона є основою для складання конкретних технологічних схем у господарстві щороку.

Операційну карту розробляють на кожен вид роботи, що дозволяє під час виконання дотримуватися послідовності й безперервності технологічного процесу та контролювати їх і терміни проведення операцій. У ній деталізують графічно і розрахунками умови виконання операції, її якісні показники і нормативи витрат праці й засобів.

Їх створюють для оптимальних умов праці, що відповідають середнім даним про стан ґрунту, рослин і погодні умови, а також з урахуванням використання машин. Указують вид робіт, склад агрегату, його оптимальну схему з урахуванням попереднього обробітку ґрунту, біологічних особливостей рослини, конструкції робочих органів сільськогосподарських машин та їх вплив, регулювання, налагодження, швидкість руху агрегату та інші технологічні вимоги на проведення операцій.

Технологічну схему складають за формою, наведеною в дод. Р.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баранов В.Д. Программирование урожая сельскохозяйственных культур / В.Д. Баранов, И.Г. Тараканов – Москва: Изд-во ун-та Дружбы народов, 1990. – 69 с.
2. Болотських О.С. Операційні технології виробництва овочів / О.С. Болотських – Київ: Урожай, 1988. – 342 с.
3. Виробництво овочів в умовах зрошення / О.С. Болотських, Є.М. Горбатенко, С.О. Дуднік, Н.П. Рубцов– Вид. 2-ге, допов. і перероб. – Київ: Урожай, 1977. – 136 с.
4. Каюмов М.К. Программирование урожая сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 317 с.
5. Краткий агроклиматический справочник Украины / под ред. К.Т. Логинова. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1976.
6. Лысогоров С.Д. Программирование урожаев при орошении / С.Д. Лысогоров – Київ: Вышш. шк., 1987. – 86 с.
7. Михеев Е.Н. Программирование урожаев / Е.Н. Михеев // Научно обоснованная система орошаемого земледелия. – Киев: Урожай, 1987. – С. 88–93.
8. Патрон П.И. Комплексное действие агроприемов в овощеводстве / П.И. Патрон – Кишинев: Штиинца, 1981. – 284 с.
9. Программирование урожаев в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур // Сб. науч. тр. ВНИИ орошаемого земледелия. – Волгоград, 1988. – 144 с.
10. Программирование урожаев – в основу прогрессивных технологий / под ред. А.А. Собко. – Киев: Урожай. – 152 с.

11. Сухарев И.П. Сельскохозяйственные мелиорации / И.П. Сухарев, В.В. Колпаков – Москва: Агропромиздат, 1988. – 319 с.
12. Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожаев / Х.Г. Тооминг – Ленинград: Гидрометеоздат, 1977. – 200 с.
13. Чирков Ю.И. Основы агрометеорологии / Ю.И. Чирков – Ленинград: Гидрометеоздат, 1988. – 248 с.
14. Шатилов И.С. Принципы программирования урожаев / И.С. Шатилов // Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. – Москва: Колос, 1975. – С. 7–17.

Додатки

Додаток А

Середньомісячне та річне значення сумарної ФАР, кДж/см²

Зона, область	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	За рік
Полісся	5,44	3,79	16,76	21,36	28,91	31,00	31,42	26,81	18,85	11,73	4,60	3,77	209,50
Волинська	4,60	8,79	16,76	21,36	28,91	31,84	30,16	25,97	18,43	10,89	3,77	3,35	204,89
Житомирська	5,09	8,38	15,92	20,95	29,33	31,80	31,42	26,81	18,43	10,89	4,19	3,35	206,58
Закарпатська	5,85	8,38	18,85	20,95	29,33	31,00	32,28	28,07	20,11	12,98	5,86	4,19	218,71
Івано-Франківська	5,85	9,63	17,17	20,95	28,07	28,91	30,58	26,39	18,89	12,98	6,28	4,60	210,33
Львівська	5,85	9,63	16,76	21,78	28,91	31,42	31,42	27,23	19,27	12,15	4,60	4,12	213,27
Рівненська	5,32	8,19	16,36	21,36	29,33	31,84	31,42	26,39	17,43	11,41	4,19	3,35	208,24
Чернігівська	4,60	8,38	16,34	21,36	24,33	31,00	31,42	26,87	18,43	10,05	4,10	3,35	205,31
Лісостеп	5,44	9,21	16,76	22,20	30,16	32,26	32,68	28,91	20,11	11,73	5,02	3,77	217,88
Вінницька	5,85	9,21	17,17	22,62	31,00	33,10	33,52	36,87	20,53	12,57	5,02	4,19	223,32
Київська	5,02	8,79	15,92	22,20	30,16	32,26	32,26	27,23	19,27	11,31	4,60	3,35	212,43
Полтавська	5,44	9,21	15,92	22,20	30,58	31,84	33,52	28,07	20,11	11,31	5,02	3,77	216,62
Сумська	4,60	8,38	16,34	21,36	29,33	30,58	31,42	26,81	18,85	10,47	4,19	3,35	205,72
Тернопільська	5,85	9,63	16,76	22,20	29,33	33,84	32,26	27,93	20,11	12,15	4,40	4,19	216,20
Харківська	5,44	9,21	16,76	22,20	31,00	33,10	33,52	28,91	22,53	11,75	5,44	3,77	227,09
Хмельницька	5,85	9,21	16,76	22,20	30,16	32,26	32,68	27,33	20,11	12,15	4,60	3,77	217,04
Черкаська	5,44	9,21	16,76	22,62	31,42	33,00	33,52	28,91	20,95	12,15	5,02	4,19	223,32
Чернівецька	6,70	10,05	18,43	21,36	28,49	30,58	31,24	27,23	20,11	12,57	5,86	5,02	218,29
Степ	6,28	9,63	17,59	23,88	32,68	34,35	35,61	30,58	22,62	12,24	6,28	4,60	237,57
Луганська	5,86	9,63	17,59	22,62	30,58	34,35	34,35	29,74	21,36	12,57	5,86	4,19	228,77
Дніпропетровська	5,86	9,21	16,76	23,04	31,84	33,93	34,77	30,16	21,78	13,40	5,86	4,19	230,86
Донецька	5,86	9,21	17,17	23,46	31,48	33,52	35,19	30,16	21,36	13,40	5,86	4,19	234,28
Запорізька	5,86	9,21	17,59	23,88	32,26	34,35	36,03	30,58	22,62	14,26	6,28	4,19	237,15
Кіровоградська	5,86	9,21	16,76	22,62	31,42	33,10	33,93	28,49	21,36	12,98	5,02	4,19	225,00
Крим	7,54	10,05	18,43	25,97	34,35	36,45	37,29	32,68	24,72	16,34	7,54	5,86	258,10
Миколаївська	5,86	9,21	17,17	23,46	32,26	33,52	36,45	30,16	22,66	14,24	5,86	4,60	235,47
Одеська	6,28	9,63	18,01	24,30	33,52	34,52	35,61	31,00	23,46	14,66	6,28	5,44	246,37
Херсонська	6,28	9,63	18,01	24,30	33,95	35,19	39,43	31,84	24,30	15,08	6,28	5,02	246,37

Середньомісячна і середньорічна кількість опадів в обласних центрах України¹, мм

Місто	Середньомісячна кількість опадів												Річна сума опадів
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Вінниця	25	26	24	41	59	74	72	69	44	41	37	32	544
Дніпропетровськ	35	29	31	35	41	65	53	40	30	37	37	39	477
Донецьк	32	29	29	37	49	57	57	45	27	37	41	42	478
Житомир	32	29	31	38	53	66	78	75	50	41	43	34	570
Запоріжжя	31	27	26	35	39	57	50	45	30	30	36	37	443
Івано-Франківськ	26	25	28	45	63	88	93	80	49	41	37	28	603
Кіровоград	28	26	26	34	45	65	65	49	34	36	33	33	474
Київ	39	38	41	45	56	72	74	66	46	44	48	41	610
Луганськ	22	19	24	33	46	55	52	43	31	35	33	26	419
Луцьк	26	27	29	35	53	77	78	71	49	40	35	33	553
Львів	35	38	38	48	64	89	99	83	52	47	44	41	678
Миколаїв	28	25	25	29	39	68	43	42	27	33	31	32	422
Одеса	28	25	21	26	34	47	35	31	28	35	33	31	374
Полтава	27	24	26	34	45	66	65	54	32	42	36	34	485
Рівне	29	29	30	3	52	67	77	72	47	42	40	32	551
Сімферополь	43	34	33	32	41	65	61	34	36	36	42	44	501
Суми	31	26	29	37	48	64	76	64	41	44	43	37	540
Тернопіль	28	28	27	42	61	85	87	73	46	46	38	30	590
Ужгород	54	49	45	50	62	91	78	79	60	62	60	62	752
Харків	36	30	33	38	48	68	65	51	34	44	42	39	528
Херсон	25	21	20	25	37	46	36	33	25	30	28	28	354
Хмельницький	28	28	28	40	51	73	85	68	51	45	40	28	565
Черкаси	24	20	27	38	57	72	75	57	41	38	34	29	512
Чернівці	29	30	34	52	69	86	90	71	54	44	35	30	624
Чернігів	31	32	32	39	48	60	67	62	44	39	48	37	539

¹Краткий агроклиматический справочник Украины/ под ред. К.Т. Логнікім. -Ленинград: Гидрометеоздат, 1976.

Додаток В

**Вміст води та енергетична цінність основних видів овочевих рослин сирих овочів
(за даними проф. О. С. Болотського, акад. А. А. Покровського)**

Пор. №	Вид рослин	Вміст води, %	Вміст сухої речовини, %	Енергетична цінність сухої речовини, кДж/кг
1	Капуста білоголова	90,6	10,0	12450
2	Томат польовий	92,7	7,3	10820
3	Томат тепличний	94,6	5,4	14745
4	Огірок польовий	96,5	4,5	15180
5	Цибуля ріпчаста	85,0	15,0	12000
6	Морква	87,0	13,0	10610
7	Буряк столовий	86,1	14,9	13490
8	Перець солодкий	90,0	10,0	10500
9	Баклажан	91,5	9,0	11760
10	Часник	71,1	28,9	15360
11	Редька зимова	89,1	10,9	13030
12	Кабачок	92,2	7,8	14480
13	Картопля	75,0	25,0	13911
14	Горох овочевий	80,0	20,0	15084
15	Кавун	89,5	10,5	15164
16	Пастернак, селера коренева	88,5	11,5	11974
17	Зеленні рослини	88,0	12,0	9630

Додаток Д

**Коефіцієнти водоспоживання основних овочевих рослин
(витрати вологи на 1 т продукції)**

Пор. №	Вид рослин	Витрати вологи на 1 т продукції, м ³
1	Капуста білоголова	70–96
2	Томат	80–120
3	Огірок	110–130
4	Цибуля ріпчаста	110–150
5	Морква	80–100
6	Буряк столовий	100–120
7	Баклажан	118–120
8	Перець	80–120
9	Баштанні	100–110

Додаток Е

Середній бал та середня ціна бала різних ґрунтів при вирощуванні овочевих рослин

Тип ґрунту	Гранулометричний склад ґрунту			
	середній		середній та важкий	
	балів	ціна бала, кг/га	балів	ціна бала, кг/га
Чорнозем типовий	66	287	72	323
Чорнозем південний	52	336	56	340
Темно-каштанові та каштанові	42	393	45	386
Сірі лісові опідзолені	36	180	40	260

Додаток Ж

Окупність 1 кг NPK і 1 т органічних добрив урожаєм овочевих рослин

Тип ґрунту	Окупність, кг		
	1 кг NPK	1 т органічних добрив	1 т органічних добрив разом з мінеральними
Чорнозем типовий	39	38	24
Чорнозем південний	60	44	32
Темно-каштанові та каштанові	60	46	34
Сірі лісові опідзолені	25	22	20

Додаток З

Середній вміст рухомого азоту в орному шарі ґрунтів різних типів

Тип ґрунту	Вміст азоту, мг/100 г
Сірі лісові опідзолені	5–8
Темно-сірі опідзолені	8–10
Чорноземи опідзолені та вилужені	9–11
Чорноземи потужні малогумусні	12–14

Додаток К

Винос поживних речовин овочевими рослинами

Вид рослин	Урожайність, т/га	Винесення продукцією						Загальне винесення, кг/га			Винесення 1 т основної та побічної продукції, кг		
		N		P ₂ O ₅		K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		основною	побічною	основною	побічною	основною	побічною						
Капуста білоголова	66,6	131	130	33	25	99	82	261	58	181	4,3	0,9	3,0
Томат	39,9	37	63	22	8	97	8	110	30	115	2,6	0,8	2,9
Огірок	31,5	56	40	17	15	69	31	96	32	100	3,0	0,1	3,1
Цибуля ріпчаста	23,0	-	-	-	-	-	-	99	26	40	4,3	1,1	1,8
Морква	56,9	134	146	60	19	100	43	280	79	143	4,9	1,3	2,5
Буяк столовий	40,0	87	38	17	7	76	28	125	24	104	3,1	0,6	2,6

Додаток Л

Використання поживних речовин рослинами з ґрунту, органічних і мінеральних добрив, % (за І. С. Шатіловим та М. К. Каюмовим)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
З ґрунту	20-25	5-7	10-12
З гною в 1-й рік	30	40	60
З мінеральних добрив	60-70	25	60-70

Додаток М

Розрахункова глибина зволоження ґрунту залежно від періоду вегетації рослин, м

Вид рослин	Період вегетації	
	Перший	Другий
Капуста білоголова	0,4	0,6
Огірок	0,4	0,6
Томат	0,4	0,6-0,7
Баклажан	0,4	0,6-0,7
Цибуля ріпчаста	0,3	0,5
Буряк столовий	0,3-0,4	0,7-1,0
Морква	0,3-0,4	0,7-1,0

Додаток Н

Водно-фізичні властивості основних типів ґрунтів

Тип ґрунту	Об'ємна маса, г/см ³	Найменша вологоємність, %	Коефіцієнт в'янення рослин, %
Чорноземи типові крупнопилювато-легкосуглинкові	1,40	21,0	9,0
Чорноземи типові пилювато-середньосуглинкові	1,25	26,5	13,5
Чорноземи типові середньогумусні пилювато-важкосуглинкові	1,25	27,0	15,5
Чорноземи типові середньогумусні глинисті	1,25	30,0	18,0
Чорноземи південні солонцюваті середньосуглинкові	1,30	24,0	11,0
Темно-каштанові слабо солонцюваті важкосуглинкові	1,45	24,0	15,0
Темно-каштанові слабосолонцюваті важкосуглинкові	1,35	24,0	14,5
Каштанові солонцюваті важкосуглинкові	1,40	24,5	15,0
Чорноземи на пісках (дрібно піщані)	1,65	12,0	4,5

Додаток П

Поправкові коефіцієнти (Кп) виробничих умов на різних типах ґрунтів

Овочева рослина	Типи ґрунту		
	темно-каштанові	чорнозем південний	темно-сірі лісові
Морква, буряк столовий, петрушка коренеплідна, пастернак	0,60	0,60	0,65
Томат, перець, баклажан	0,80	0,75	0,75
Картопля рання	0,76	0,73	0,82
Зелені (овочеві) рослини	0,50	0,55	0,60

Технологічна схема вирощування овочевої рослини

Площа, га
 Норма внесення добрив:
 органічних, т/га
 мінеральних, кг д.р., кг/га в туках
 Схема розміщення рослин, см

Густота рослин, тис. шт./га
 Попередник
 Урожайність, т/га
 Сорт
 Норма висіву

Пор. №	Операція і якісний показник	Одиниці вимірювання	Обсяг робіт	Строк виконання, декада, місяць	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал, осіб		Норма виробітку за 7 годин	Тривалість операції, д/б	Затрати праці, люд.-год.	
					марка тракторів, автомашин	марка с.-г. машин	механізаторів	інших робітників			механізаторів	інших робітників
Основний обробіток ґрунту і внесення добрив												
Передпосівний (передсадивний) обробіток ґрунту												
Підготовка (обробка) насіння і сівба (садіння)												
Догляд за рослинами												
Збирання врожаю, післязбиральна обробка (сортування)												
	ВСЬОГО ВИТРАТ:											x
	на 1 га:											x
	на 1т:											x

Навчальне видання

Яровий Григорій Іванович
Романов Олексій Васильович
Дідух Наталія Олександрівна
Романова Тетяна Анатоліївна

ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЮ

практикум

Редактор А.І. Осика
Коректор І.О. Бутильська
Комп'ютерний набір і верстка Н.О. Дідух

Підпис. до друку _____. Формат 60x84/16. Гарнітура Таймс. Друк офсет.

Обсяг: 4,4 ум.-друк. арк., 3,0 обл.-вид. арк.

Тираж 100. Замовлення

Виробник – редакційно-видавничий відділ Харківського національного аграрного університету ім. В.В.Докучаєва, 62483, Харківська обл., Харківський р-н, п/в „Докучаєвське-2”, навч. містечко ХНАУ, тел. 99–72–70. Email: office@knau.kharkov.ua

Виготовлювач – дільниця оперативного друку ХНАУ.

