

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій
Кафедра землеробства, геодезії та землеустрою

ПРОГНОЗ І ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЇВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Методичні рекомендації

для виконання практичних робіт
здобувачами другого (магістрського) рівня вищої освіти
ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія»
денної та заочної форм здобуття вищої освіти



МИКОЛАЇВ

2023

УДК 631.53.04-047.72
П78

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 18.05.2023 р., протокол № 9.

Укладачі:

- В. В. Гамаюнова – д-р с.-г. наук, професорка, завідувачка кафедри землеробства, геодезії та землеустрою, Миколаївський національний аграрний університет;
І. В. Смірнова – канд. с.-г. наук, асистентка кафедри землеробства, геодезії та землеустрою, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

- О. М. Дробітько – канд. с.-г. наук, директор ФГ «Олена» Вознесенського району Миколаївської області;
М. І. Федорчук – д-р с.-г. наук, професор кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет.

ЗМІСТ

Вступ	4
Практична робота 1. Розрахунок потенційної урожайності.....	7
Практична робота 2. Розрахунок норм добрив і системи їх використання під запланований урожай.....	13
Практична робота 3. Прогноз оптимальних доз весняного підживлення озимих культур.....	20
Практична робота 4. Прогноз оптимальних доз добрив під ярі колосові культури.....	24
Практична робота 5. Прогноз азотних підживлень озимих зернових культур.....	28
Практична робота 6. Особливості програмування врожаїв на осушених землях.....	32
Практична робота 7. Методи розрахунку фотосинтетичного потенціалу посівів.....	35
Практична робота 8. Визначення вологості ґрунту, запасів та балансу вологи.....	39
Довідник формул	43
Умови задач	45
Додатки	59
Список рекомендованої літератури	62

ВСТУП

Об'єктом «Прогнозу та програмування врожаїв сільськогосподарських культур» – є створення моделі отримання врожаю з максимально можливим урахуванням чинників, які його визначають: кліматичних умов, родючості ґрунту, технології вирощування, біологічних особливостей виду (сорт, гібрид).

Програмування врожаїв направлене на впорядковану організацію агрофітоценозу як системи для досягнення максимальної його продуктивності.

Завдання викладання дисципліни «Прогноз і програмування врожаїв сільськогосподарських культур» полягає в тому, щоб формувати у здобувачів вищої освіти міцні знання та уміння з управління продукційним процесом створення заданої врожайності на основі абстрактного моделювання фізичної суті чи функціональних залежностей росту та розвитку рослин.

Прогноз і програмування врожаїв сільськогосподарських культур має за мету – теоретично реалізувати максимальне акумулювання сонячної енергії, найбільш повне використання ґрунтово-кліматичних ресурсів, генетичного потенціалу районованих сортів, матеріальних і трудових ресурсів, одержання економічно доцільних рівнів урожаїв і гарантованих валових зборів продукції рослинництва на промисловій основі.

Дисципліна «Прогноз і програмування врожаю сільськогосподарських культур» є інтегральною дисципліною, яка стисло, структуризовано, в математичній формі узагальнює наукову інформацію, отриману з таких дисциплін як; «Фізіологія рослин», «ґрунтознавство з основами геології», «Агрохімія», «Агрометеорологія», «Рослинництво», «Кормовиробництво», «Інформатика і обчислювальна техніка» і використовує її для управління продукційним процесом формування врожаю. Знання, одержані при вивченні дисципліни «Прогноз і програмування врожаїв», широко використовуються при опануванні наступних дисциплін: «Біотехнологія в рослинництві», «Буряківництво», «Математичне моделювання» та ін.

Результатом вивчення дисципліни «Прогноз і програмування врожаю сільськогосподарських культур» є сформовані у здобувачів вищої освіти знання та уміння.

Здобувач вищої освіти повинен знати:

- суть, принципи та етапи програмування врожаїв сільськогосподарських культур, як науки про управління продукційними процесами агрофітоценозу;

- показники, що характеризують стан, структуру і властивості засобів та прийомів виробництва рослинної продукції і є необхідними для створення інформаційно-логічних моделей, - базисної основи управління процесом формування врожаїв;

- закономірності та взаємозалежності процесів, що проходять в системі: “грунт – рослина - клімат – господарські ресурси” і можуть бути враховані при розробленні кількісних моделей – інструментів управління формування заданої врожайності;

- рівні врожаю та чинники за якими їх визначають;

- особливості програмування врожаю за умов штучного зрошення та осушення;

- скласти баланс вологи та за умов зрошення, розробити систему повного забезпечення посівів вологою;

- програмне забезпечення прогнозування і програмування врожаю сільськогосподарських культур;

- існуючі моделі та програми в галузі науки і виробництва рослинницької продукції.

Здобувач вищої освіти повинен уміти:

- розрахувати для конкретної території потенційну врожайність (ПУ) за надходженням ФАР і проаналізувати потенційні можливості сортів;

- визначити потенційні можливості кліматичних умов і провести розрахунок урожайності за ресурсами вологи і тепла;

- виявити з урахуванням культури лімітуючі фактори врожаю;

- визначити на основі оптимального використання природних та господарських ресурсів прогнозовану врожайність;

- розрахувати фотосинтетичний потенціал, який забезпечує одержання запланованого врожаю;

- розрахувати для конкретного поля норми мінеральних добрив під запрограмований урожай культур сівозміни з урахуванням агрохімічних показників ґрунту, кліматичних умов місцевості, біологічних особливостей культури (сорт, гібрид). Використання поживних речовин з ґрунту і внесених добрив;

- розробити: а) систему агротехнічних заходів з вирощування культури;

б) систему заходів із захисту рослин від хвороб, шкідників та бур'янів;

- застосовуючи математичні методи в програмуванні врожаїв:

а) використовувати прогностичні, оперативні та коригувальні програми програмованого вирощування сільськогосподарських культур;

б) корелятивні взаємозв'язки та взаємозалежності;

в) графічні і графоаналітичні методи пошуку оптимальних рішень;

г) лінійне програмування, метод Монте-Карло, рендомізатор;

д) метод оптимального програмування врожаїв, запропонований

І. С. Шатиловим;

е) економіко-математичне програмування;

є) використання комп'ютера для визначення оптимального комплексу, що забезпечує одержання запланованої урожайності.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 РОЗРАХУНОК ПОТЕНЦІЙНОЇ УРОЖАЙНОСТІ

Завдання:

1. Провести аналіз потенційних можливостей сортів.
2. Визначити потенційну можливість кліматичних умов і розрахунок дійсно можливої урожайності.
3. Визначити продуктивність культури за родючістю ґрунту.

Визначення ресурсозабезпеченого врожаю є необхідним першочерговим розрахунком при програмуванні продуктивності культури. Це пов'язано, насамперед, з тим, що на першому етапі програмування необхідно визначитися з можливостями природних ресурсів і тими врожайми, які вони можуть сформувати. Відомо, що такими ресурсами є фотосинтетична активна радіація (ФАР), волога, тепло та природна родючість ґрунтів. Слід відзначити, що всі ці ресурси, крім родючості ґрунтів, коливаються по роках у різних межах і мають випадковий характер. Це пояснює необхідність розглядати ресурсозабезпечений урожай не тільки для середніх умов, що приводить до значного спрощення таких розрахунків і значно знижує достовірність висновків.

Одним з істотних факторів росту є аерація ґрунту, або наявність у ньому повітря, а значить, і кисню, необхідність якого загальновідома. Однак у зв'язку з тим, що водний і повітряний режими тісно між собою пов'язані, тому під оптимальним водним режимом розуміють оптимальний водно-повітряний режим, тобто цей показник враховується, але не безпосередньо, а опосередковано.

1. Аналіз потенційних можливостей сортів

Потенційний урожай - це найбільш можливий урожай, який визначається біологічними можливостями культури (сорту) і який можна одержати за ідеальних ґрунтово-кліматичних та агротехнічних умовах. Рівень цього врожаю залежить від величини використаної фотосинтетичної активної радіації (ФАР).

Формула для визначення цієї урожайності має такий вигляд:

$$ПУ = Q + K_0 / 100 \times C, \quad (1)$$

де ПУ - потенційна (максимально можлива) врожайність сухої речовини, т/га;

Q - сума ФАР, що надходить за вегетаційний період культури (сходи визрівання), кДж/га,

K_0 - коефіцієнт використання ФАР, який в ідеальних екологічних умовах складає 3-5 %;

C - кількість енергії яка накопичується одиницею сухої речовини ($C = 16,76 \times 10^6$ кДж/т $= 4 \times 10^6$ ккал/т).

2. Визначення потенційної можливості кліматичних умов і розрахунок дійсно можливої урожайності

Кліматично забезпечений ресурсами вологи врожай

Найбільш поширеним способом визначення кліматично забезпеченого врожаю за ресурсами вологи є залежність:

$$КУ_v = ПВ/К, \text{ т/га}, \quad (2)$$

де ПВ - продуктивна волога, мм;

К - коефіцієнт сумарного водоспоживання культури, мм/т.

Ця залежність одержана з відомої умови

$$E = K \times Y, \text{ мм}, \quad (3)$$

де Y - урожайність культури, т/га;

E - сумарне водоспоживання, мм.

При цьому кількість продуктивної вологи (ПВ) в такому разі відповідає можливим витратам води на сумарне водоспоживання (ПВ = E). Тобто в даному випадку рослині пропонується кількість продуктивної вологи (ПВ), яка може бути використана нею на сумарне водоспоживання (E).

Однак загально відомо, що коефіцієнт сумарного водоспоживання (K) не є величиною сталою, а залежить від рівня агротехніки і, зрештою, від величини врожаю: $K=f(Y)$. Це пояснюється своєрідним ефектом взаємокомпенсації факторів росту, який полягає в тому, що, наприклад, внесення мінеральних добрив підвищує концентрацію ґрунтового розчину, і, як результат, відбувається зменшення кількості вологи, необхідної для створення одиниці органічної речовини. Інакше кажучи, кожний агротехнічний, агрохімічний чи якийсь інший захід, що підвищує врожай, веде до більш економної витрати води, а значить, зменшення коефіцієнта сумарного водоспоживання.

Визначення самої величини продуктивної вологи (ПВ) є питанням досить складним, оскільки необхідно визначити її кількість на початок вегетаційного періоду в кожних реальних умовах.

Найбільш простим та поширеним способом визначення запасу продуктивної вологи може бути

$$ПВ = ВН + ОА, \text{ мм}, \quad (4)$$

де ВН - запас продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на початок, вегетаційного періоду культури, мм;

А - атмосферні опади за вегетаційний період культури, мм;

О - коефіцієнт використання атмосферних опадів, який складає 0,7-0,8.

Слід зазначити, що як початкові запаси продуктивної вологи в ґрунті (ВН), так і атмосферні опади в вегетаційний період (А) змінюються за роками в дуже широких межах. При цьому їх співвідношення може бути найрізноманітнішим. Крім того, співвідношення атмосферних опадів місяця чи декади конкретного вегетаційного періоду теж може бути будь-яким.

Наприклад, якщо в травні випала мінімальна кількість опадів, то в червні вони можуть бути якими завгодно.

Кліматично забезпечений ресурсами тепла врожай

Кліматично забезпечений ресурсами тепла врожай визначається в тому випадку, коли лімітуючим фактором є тепло. Крім того, такий розрахунок слід вважати доцільним при визначенні ролі тепла як фактора росту та його значення у формуванні врожаю.

Зараз відомо кілька способів визначення кліматично забезпеченого врожаю за ресурсами тепла (КУГТП). Однак враховуючи те, що тепло і волога як фактори росту, з одного боку, і характеристика погоди – з іншого, досить тісно пов'язані між собою, то існуючі методи розрахунку їх і включають. Тобто продуктивність посіву може бути лімітована як ресурсами вологи, так і ресурсами тепла. Така постановка питання тим доцільніша, що кожний конкретний вегетаційний період характеризується конкретним співвідношенням вологи і тепла - отже, дозволяє сформувати той чи інший врожай.

Одним із можливих способів такого визначення може бути розрахунок ресурсозабезпеченого врожаю за гідротермічним показником, який за А. М. Рябчиковим складає:

$$КУГТП = 2,2 \times ГТП - 1,0, \quad (5)$$

де КУГТП - урожай, який можна одержати завдяки гідротермічному потенціалу в абсолютно сухій біомасі, т/га;

ГТП - гідротермічний потенціал, бал.

$$\text{ГТП} = \text{ПВ} \times \text{T} / 36 \times \text{R} \times 4,19, \quad (6)$$

де ПВ - продуктивна волога, мм;

T - вегетаційний період культури, декади;

36 - кількість декад у році;

R - сумарний радіаційний баланс за період вегетації, який на 4-5% більший приходу ФАР, кДж/см²;

4,19 - коефіцієнт, який враховує співвідношення між калоріями і джоулями.

Усе це свідчить про те, що визначення такого врожаю (КУГТП) може бути доцільним лише для умов конкретного вегетаційного періоду зі своїми конкретними значеннями R та ПВ.

3. Продуктивність культури за родючістю ґрунту

Метою цих розрахунків є встановлення можливого врожаю сільськогосподарської культури, який можна одержати завдяки природній або ефективній родючості ґрунтів, тобто без внесення добрив. У практиці розрахунків існує два основні способи таких визначень: балансовий та з урахуванням окупності 1 бала бонітету ґрунту продукцією.

Балансовий спосіб полягає в тому, що врожайність культури визначається можливим використанням того чи іншого елемента (NPK) з ґрунту, розрахованого через винос цього елемента урожаєм за залежністю:

$$U_e = K_e \times OM \times h \times G_e / 100 \times C, \quad (7)$$

де U_e - урожай культури, який може бути одержаний за рахунок використання з ґрунту елемента живлення, ц/га,

OM - об'ємна маса ґрунту, т/м³;

h - глибина розрахункового шару ґрунту, см;

G_e - вміст елемента живлення в ґрунті, мг/100г ґрунту (береться з картограм);

K_e - коефіцієнт використання культурою елемента живлення із ґрунту, %;

C - винос поживного елемента урожаєм культури, кг/ц.

Об'ємна маса ґрунту в тому чи іншому шарі визначається польовим методом на кожному полі. З деяким наближенням для попередніх розрахунків вона може бути взята з додатку. З іншими складовими цієї залежності існує деяка неоднозначність. Це перш за все стосується розрахункового шару ґрунту (h). Взагалі прийнято за розрахунковий шар брати орний, який переважно складає 20-22 см.

Проте розрахунки показують, що збільшення цього шару на 1 см більше 20 см (при тому ж значенні K_e) підвищує величину розрахованої врожайності на 5%. Тому якщо в розрахунках брати значення h більшим за 20-22 см, то необхідно визначитися з коефіцієнтом використання елемента з кожного конкретного шару ґрунту. З іншого боку, сам коефіцієнт використання елемента також не є величиною постійною. Він залежить як від вмісту в ґрунті інших елементів, так і від забезпеченості такими екологічними факторами, як волога і тепло.

Найпродуктивнішими ґрунтами є чорноземи типові, звичайні та південні. Деяко поступаються їм опідзолені лісостепові ґрунти. Ще менш родючі темно каштанові ґрунти в посушливих районах і дерново-підзолисті в районах достатнього та надмірного зволоження. Загальна оцінка бонітету ґрунтів України наводиться в додатку.

У другому випадку бонітет ґрунту оцінюють співвідношенням кількісних показників властивостей фактичних до еталонних:

$$B = Af/E \times 100, \quad (8)$$

де Af - фактичний показник властивостей ґрунту;

E - еталонне значення властивостей ґрунту.

Із основних показників властивостей ґрунту виділяють вміст гумусу, рухомого фосфору (P_2O_5) і для легких за механічним складом - обмінного калію (K_2O) як таких, що мають найтісніший зв'язок з величиною врожаю культури. Вміст гумусу враховується в шарі 0-100 см, а фосфор та калій - у шарі 0-20 см.

Якщо вміст гумусу представлено у відсотках по окремих шарах профілю, то визначають його вміст в т/га в кожному шарі, а після цього підсумовують цю величину по окремих шарах в метровому горизонті:

$$G = 100 \times h \times OM \times C, \quad (9)$$

де h - шар ґрунту, м,

OM - об'ємна маса цього шару, т/м³;

C - вміст гумусу в даному шарі, %.

У випадку, коли вміст гумусу представлений тільки у верхньому шарі ґрунту (0-20 см), для шару 0-100 см значення в т/га збільшують в 3,5 рази.

Знаючи фактичні та еталонні значення показників властивостей ґрунту (табл. 1.1), по залежності 8 визначають бонітет кожного з них (якщо $Af > E$, то $B = 100\%$).

Таблиця 1.1

Еталонні показники властивостей ґрунту

Показники	Методи визначення			
	Мачігін	Чіріков	Кірсанов	Маслова
Гумус, т/га	500	-	-	-
P ₂ O ₅ , мг/100 г	5	18	26	-
K ₂ O, мг/100 г	40	20	18	20

Після цього з одержаних даних бонітету визначають його середній бал. Зрозуміло, що така оцінка є більш обґрунтованою за достатнього природного зволоження чи в умовах зрошення.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

РОЗРАХУНОК НОРМ ДОБРИВ І СИСТЕМИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ПІД ЗАПЛАНОВАНИЙ УРОЖАЙ

Завдання:

1. Розробити системи агротехнічних заходів з вирощування культури.
2. Вивчити методи, що використовуються при проведенні польових дослідів з добривами.
3. Балансово-розрахунковий метод.

1. Розробити системи агротехнічних заходів з вирощування культури

Розробка системи удобрення в сівозміні пов'язана з правильним визначення норм добрив під кожен культуру сівозміни. Норми добрив розраховують в залежності від біологічних особливостей культур, кліматичних і погодних умов, рівня агротехніки, потенціальної і ефективної родючості ґрунту, забезпеченості органічними і мінеральними добривами господарства та інші умови.

Найбільш поширеними методами розрахунку добрив є метод визначення норм добрив, що ґрунтуються на використанні результатів польових дослідів з добривами, за нормами витрат добрив на одиницю урожаю, за окупністю добрив та ресурсним потенціалом ґрунтів, балансово-розрахункові методи визначення норм добрив за виносом поживних речовин всім урожаєм або запланованим приростом його і розрахунок норм мінеральних добрив на програмований урожай з урахуванням бонітету ґрунту, урожайної ціни бонітувального балу та окупності добрив урожаєм.

2. Вивчити методи, що використовуються при проведенні польових дослідів з добривами

Метод базується на встановленні норми добрив на основі результатів багаторічних польових дослідів на типових для зони ґрунтах. Рекомендовані норми мінеральних добрив під культуру є середніми для кожного типу ґрунту в межах регіону. При розрахунках норм добрив для кожного поля сівозміни під культуру вони корегуються відповідно агрохімічних показників забезпеченості рухомими поживними речовинами. При цьому вводяться поправки на

вміст поживних речовин у ґрунті, попередник і удобрення його мінеральними і органічними добривами.

Розрахунки добрив за даним методу М. В. Лісовий, Л. М. Пальчук та Б. С. Носко рекомендують проводити за формулою:

$$H = \frac{(N_1 - (M \times K_1)) - (O \times B \times K_2)}{100} : K_3 \times K_4, \quad (10)$$

де: Н - уточнена норма мінеральних добрив (азотних, фосфорних чи калійних) у поживних речовинах, кг/га д.р.;

N_1 - рекомендована норма мінеральних добрив, кг/га д.р.;

М - кількість поживної речовини, внесеної з мінеральними добривами під попередник, кг/га д.р.;

О - кількість органічних добрив, внесених під попередник, т/га;

В - вміст поживної речовини в органічних добривах, %;

K_1 і K_2 - коефіцієнти використання поживної речовини на другий рік після внесення відповідно з мінеральних та органічних добрив, %;

K_3 - коефіцієнт поправки на вміст поживної речовини у ґрунті;

K_4 - коефіцієнт поправки на попередник.

Коефіцієнт поправки на агрохімічні показники ґрунту розраховують за формулою:

$$K_3 = 2 - П / П_{ср}, \quad (11)$$

де: П - фактичний вміст рухомих форм поживних речовин у ґрунті, мг/100 г;

$P_{ср}$ - середній вміст поживної речовини у ґрунті, мг/100 г (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Середній вміст рухомих поживних речовин у ґрунті,
мг на 100 г ґрунту**

N за		P ₂ O ₅ за			K ₂ O за			
Тюріни -ним- Кононо -вою	Корн- філдом	Кірса- новим	Чиріко- вим	Мачи- гіним	Кір- сано- вим	Чирі- кови м	Мачи- гіним	Масло- вою
Для зернових і кормових культур								
4,5	17,5	7,5	7,5	2,3	10	10	15	12,5
Для технічних і овочевих культур								
5	20	10	10	3	12	12	20	15

Метод за нормативами витрат добрив на одиницю врожаю

Це – найпростіший із розрахункових методів. У ньому

використовують такі показники: планова урожайність ($У_{п}$), нормативні витрати добрив для одержання 1 ц урожаю ($Н$), поправочні коефіцієнти на вміст поживних речовин у ґрунті ($К$). Норми мінеральних добрив розраховують за формулою:

$$Д = У_{п} \times Н \times К, \quad (12)$$

Приклад: Планується одержати врожайність буряків цукрових 300 ц/га. Агрохімічні показники ґрунту, мг/100 г: N – 5,0; P₂O₅ - 9,0; K₂O - 16.

Нормативна витрата елементів живлення на 1ц коренеплодів, кг: N - 0,45; P₂O₅ - 0,45; K₂O - 0,51.

На 1 га посіву необхідно внести, кг/га д.р.

$$Д_N = 300 \times 0,45 \times 1,0 = 135;$$

$$Д_{P_{2O_5}} = 300 \times 0,45 \times 1,1 = 148;$$

$$Д_{K_{2O}} = 300 \times 0,51 \times 0,7 = 107.$$

Метод за окупністю добрив

Для його розрахунку використовують показник природної родючості ґрунтів – бонітет ($Б$), оціночні шкали балів бонітету для вирощування сільськогосподарських культур ($Ц$), нормативи окупності органічних та мінеральних добрив (O_0 та O_m), які розроблено або уточнено на основі результатів польових дослідів. Розрахунок ведуть у два етапи. Спочатку визначають загальну норму азотних, фосфорних і калійних добрив за формулою:

$$Д_{NPK} = (У_{п} - БЦ - D_0 \times O_0) : O_m, \text{ кг/га} \quad (13)$$

Потім розподіляють її на окремі види за співвідношенням N:P:K, оптимальним для даної культури.

Приклад: На чорноземах типових Кіровоградської області з вмістом N - 4,5; P₂O₅ – 10; K₂O – 12 мг на 100 г ґрунту, бонітет яких становить 70 балів, заплановано одержати 50 ц/га зерна пшениці озимої, під яку внесено 30 т/га гною. Ціна одного бала бонітету ґрунтів становить 0,49 ц, окупність органічних добрив – 0,28 ц/т, мінеральних добрив – 4,3 ц/т.

Балансово-розрахунковий метод

Балансово-розрахунковий метод полягає в тому, що норми добрив на запланований урожай встановлюють з урахуванням виносу поживних речовин запланованим урожаєм сільськогосподарських культур, наявності у ґрунті рухомих поживних речовин, коефіцієнтів використання поживних речовин з ґрунту, органічних та мінеральних

добрив, післядії внесених під попередник органічних і мінеральних добрив.

Найбільш досконалим є балансовий метод за виносом елементів живлення основною та побічною продукцією.

Балансовий метод розрахунку норм мінеральних добрив по кожному елементу живлення

По цьому методу норма мінерального добрива визначається по кожному поживному елементу: враховується виніс даного елемента урожаєм рослин, коефіцієнт використання елемента живлення з добрив, вміст його в ґрунті і коефіцієнт використання цього елемента рослиною з ґрунту за формулою:

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

де D – норма мінерального добрива, кг/га д.р.;

B - винос елемента живлення програмованим урожаєм, кг/га (додаток А);

P - вміст в ґрунті поживного елемента в доступній формі, кг/га;

K_n - коефіцієнт використання поживного елемента з ґрунту, % (додаток Б);

K_y - коефіцієнт використання поживного елемента з добрив, % (додаток В).

При розрахунку кількості азоту, що поступає за рахунок фіксації бульбочковими бактеріями бобових культур враховується його надходження.

Завдання: Розрахувати норми мінеральних добрив для одержання запрограмованого врожаю вівса 3,7 т/га у районі Миколаївському районі Миколаївській області. Тип ґрунту, де вирощується овес – чорнозем типовий. Вміст в мг на 100 г ґрунту: N-7,9; P₂O₅ – 9,4; K₂O-11,3.

Балансовий метод розрахунку норм мінеральних добрив з урахуванням дії і післядії мінеральних і органічних добрив

Норми мінеральних добрив за цим методом розраховують за формулою:

$$H = \frac{(B \times U \times 100 - P \times 30 \times K_n - O^1 \times B_o \times K^1_o - M^1 \times K^1_m - O \times B_o \times K_o)}{K_m}, \quad (15),$$

де: H – норми поживної речовини (азоту, фосфору, калію), кг/га д.р.;

В - винос елемента живлення 1 ц основної і відповідної кількості побічної продукції, кг/га (додаток А);

У - запланований урожай, ц/га;

П - вміст елемента живлення у ґрунті, мг/100 г;

30 - глибина розрахункового шару ґрунту, см;

$K_{\text{п}}$ - коефіцієнт використання елементів живлення з ґрунту, % (додаток Б);

О, O^1 - доза органічних добрив, що необхідно внести безпосередньо під культуру (О), або яку внесли під попередник (O^1), т/га;

B_0 - вміст елемента живлення в 1 т органічних добрив, кг;

K_0 , K^1_0 - коефіцієнти використання поживної речовини з органічних добрив відповідно у перший та другий рік, %;

M^1 - кількість елемента живлення, внесеного під попередник з мінеральними добривами, кг/га;

K_m , K^1_m - коефіцієнт використання поживних речовин з мінеральних добрив відповідно у перший та другий рік.

Завдання: Розрахувати норми мінеральних добрив для одержання програмованого врожаю пшениці озимої 6 т/га в умовах Миколаївській області. Тип ґрунту – чорнозем опідзолений, вміст в мг на 1 кг ґрунту: N-70; P_2O_5 - 80; K_2O – 90. Під пшеницю озиму внесено 20 т органічних добрив.

Розрахунок норм мінеральних добрив на програмований урожай з урахуванням бонітету ґрунту, урожайної ціни бонітувального балу та окупності добрив урожаєм

Даний метод можна назвати комплексним, тому що бальна оцінка ґрунту дозволяє комплексно враховувати властивості ґрунту, вплив добрив на урожайність сільськогосподарських культур.

Щоб розрахувати кількість мінеральних добрив для отримання запланованого приросту урожаю, необхідно від величини запрограмованого урожаю відрахувати урожай, який може бути отриманий за рахунок природної родючості ґрунту і післядії добрив, внесених під попередник. Потім, виходячи із величини нормативної окупності добрив урожаєм конкретної культури, розраховують кількість добрив, необхідних для отримання запланованого приросту урожаю.

Розрахунок ведуть за формулою:

$$K_M = \frac{PrU - B \times C \times C_{пр.} - K_o \times O_o - K_{o.пр.} \times O_1 \times O_o - K_{M.пр.} \times O_2 \times O_M}{O_M}, \quad (16)$$

де K_M – необхідна кількість мінеральних добрив, кг/га д.р.;

PrU – програмована урожайність, ц/га;

B – бонітет ґрунту поля, для якого програмується урожай, балів;

C – ціна одного балу бонітету, ц/га;

$C_{пр.}$ – поправочний коефіцієнт до бонітету ґрунту на попередник;

K_o – запланована кількість органічних добрив, т/га;

$K_{o.пр.}$ – кількість органічних добрив, внесених під попередник, т/га;

O_o – окупність 1 т органічних добрив урожаєм сільськогосподарських культур, ц;

O_1 – коефіцієнт післядії органічних добрив;

$K_{M.пр.}$ – кількість мінеральних добрив, внесених під попередник, ц;

O_2 – коефіцієнт використання в післядії мінеральних добрив;

O_M – окупність 1 ц поживної речовин мінеральних добрив урожаєм сільськогосподарських культур, ц.

Розрахунок конкретної кількості кожного елемента живлення, яка необхідна для одержання запрограмованого приросту врожаю, у відповідності з співвідношенням NPK і поправочними коефіцієнтами на вміст цих поживних елементів в ґрунті проводять за формулою:

$$K_{ел} = \frac{K_M \times a_{ел} \times O_{ел}}{a_M}, \quad (17)$$

де $K_{ел}$ – кількість конкретного (азотного, фосфорного або калійного) мінерального добрива, необхідного для одержання запрограмованого приросту врожаю, кг/га д.р.;

K_M – сумарна кількість мінеральних добрив, необхідних для запрограмованого приросту, кг/га д.р.;

a_M – сума частин в відношенні N:P₂O₅:K₂O (наприклад, якщо N:P₂O₅:K₂O=1:1:0,7, то $a_M=1+1+0,7=2,7$);

$a_{ел}$ – величина частини одного елемента у відношенні N:P₂O₅:K₂O;

$O_{ел}$ – поправочні коефіцієнти на вміст поживного елемента в ґрунті.

Завдання: Визначити необхідну кількість мінеральних добрив, кг/га д.р. для одержання запрограмованого приросту врожаю буряку цукрового в господарстві Вознесенського району Миколаївської

області. Запрограмований урожай коренеплодів буряка цукрового 47 т/га. Попередник пшениця озима. Середньозважений бонітет поля 69, ціна одного балу бонітету ґрунту по буряку цукровому 4,2 ц/га, поправочний коефіцієнт до бонітету ґрунту (чорнозем типовий важко суглинистий) – 1,22. Під пшеницю озиму внесено по 50 кг P_2O_5 і K_2O в сумі 1 ц/га. Під буряк цукровий планується внести 30 т/га гною. Окупність 1 т органічних добрив приростом урожаю складає 1,7 ц/га, а одного центнера мінеральних добрив (NPK) – 30,6 ц. Коефіцієнт використання післядії мінеральних добрив – 0,15.

Визначити норму кожного з поживних елементів (NPK) для одержання програмованого приросту коренеплодів цукрового буряку. Співвідношення $N:P_2O_5:K_2O$ складає 1:1:0,7, поправочний коефіцієнт на вміст поживного елемента в ґрунті: 0,8 для азотних добрив, 0,9 – фосфорних і калійних.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

ПРОГНОЗ ОПТИМАЛЬНИХ ДОЗ ВЕСНЯНОГО АЗОТНОГО ПІДЖИВЛЕННЯ ОЗИМИХ КУЛЬТУР

Завдання:

1. Обґрунтування загальних положень програмування.
2. Вибір системи удобрення.
3. Весняне азотне підживлення пшениці озимої.
4. Весняне азотне підживлення ріпаку озимого.

1. Обґрунтування загальних положень програмування

Метою інтенсифікації землеробства є одержання високих, стабільних та достатньо прогнозованих врожаїв сільськогосподарських культур. Вирішення цієї проблеми можливе при умові визначення кількісного впливу основних факторів росту на продуктивність культури, встановлення ступеня забезпеченості цими факторами в тих чи інших природно-кліматичних умовах та можливістю і необхідністю їх регулювання, що і є основою прогнозу і програмування врожаю.

2. Вибір системи удобрення

Система удобрення сільськогосподарських культур розробляється на ротацію сівозміни з урахуванням переважаючих в ній типів ґрунтів, їх середньозважених показників родючості, перспективи розвитку сільськогосподарського виробництва і застосування добрив.

Для підвищення агротехнічної і економічної ефективності системи удобрення, розробленої на ротацію сівозміни, щорічно складається план застосування добрив під урожай наступного року. Необхідність розробки щорічного плану обумовлюється такими причинами: неоднаковою родючістю ґрунтів полів сівозміни; фактичним накопиченням органічних добрив і завезенням мінеральних добрив в господарство; порушенням рекомендованої структури посіву по різних причинах.

На Україні найчастіше вирощують такі озимі культури як пшениця озима, ячмінь озимий, жито озиме, ріпак озимий. Пшениця озима – основна зернова продовольча культура нашої країни.

3. Весняне азотне підживлення пшениці озимої

Особливості росту і розвитку рослин пшениці озимої і поглинання поживних речовин визначають високі її потреби до родючості ґрунту. Тому пшениця озима може формувати високі врожаї тільки на високородючих ґрунтах чи за внесення достатньої кількості органічних і мінеральних добрив.

Пшениця озима дуже вибаглива до умов живлення. Це пояснюється тим, що коренева система її характеризується невисокою здатністю засвоювати поживні речовини з важкодоступних сполук ґрунту.

Виніс елементів живлення пшеницею озимою визначається перш за все її врожайністю. При цьому високоврожайні сорти пшениці озимої відрізняються підвищеними вимогами до забезпеченості мінеральними речовинами, особливо азотом.

Загальновідомо, що ефективність весняного підживлення озимих культур азотними добривами досить висока. Багаторічними спостереженнями було встановлено, що в умовах достатнього забезпечення вологою доцільність цього заходу досягає 90-100%, а по мірі зростання посушливих умов 50-70% і менше. Таким чином, визначальними умовами ефективності весняного азотного підживлення є умови забезпеченості посівів вологою.

Крім того існують рекомендації щодо коригування дози азотного підживлення залежно від строків відновлення вегетації. При ранніх строках відновлення весняної вегетації дозу зменшують порівняно з розрахунковою, а при пізній – збільшують. Це відхилення складає близько 3% на кожний день відхилення від середньої багаторічної дати відновлення вегетації.

Зазначене вище дозволяє стверджувати, що при проведенні двох весняних підживлень (по мерзлоталому ґрунті і у фазі кушіння-трубкування) доза першого може бути обґрунтована співвідношенням опадів, а другого – строком відновлення вегетації.

Так у живленні, наприклад пшениці озимої, виділяють два відповідальних періоди, коли споживається порівняно невелика кількість елементів живлення, але нестача їх приносить великої шкоди для формування майбутнього урожаю. Перший період – осінній, другий – ранньовесняний.

У ранньовесняний період найбільш чутливі рослини пшениці озимої до азотного живлення. Навесні рослина рано відновлює свій ріст і потребує посиленого живлення азотом. У ранньовесняний

період часто спостерігають пригнічення і навіть загибель пшениці озимої внаслідок того, що потреба рослин в елементах живлення не відповідає наявності їх у ґрунті. Рослини погано відростають і можуть загинути.

Особливо гостро нестачу азоту рослини відчують тоді, коли вміст його в ґрунті низький. В таких випадках вносять повне мінеральне добриво в дозі по 20-30 кг/га NPK або одне азотне в дозі 30-40 кг/га. Підживлення проводять рано навесні поверхнево по мерзлоталому ґрунті. Обов'язкове ранньовесняне підживлення, перш за все азотними добривами, на зріджених посівах зі слаборозвиненими рослинами.

Підживлення стимулює ріст і розвиток рослин. Добрива сприяють відростанню листків, регенерації кореневої системи, утворенню пагонів і підвищують енергію кущіння. На нормально розвинених посівах ранньовесняне підживлення проводити не слід, так як це може сприяти утворенню непродуктивних пагонів. Такі посіви підживлюють азотними добривами в період кінець кущіння – початок виходу рослин у трубку.

Дозу азотних добрив встановлюють з урахуванням запланованого врожаю і результатів ґрунтової і листової діагностики. У тому випадку, якщо добрива раніше не вносили, рекомендується проводити два підживлення азотними добривами: рано навесні поверхнево по мерзлоталому ґрунті та період кінець кущіння – початок виходу рослин у трубку.

У ранньовесняний період мікробіологічні процеси в ґрунті пригнічені, що обумовлює недостатню кількість там мінеральних сполук азоту. Тому при вирощуванні озимих культур застосування ранньовесняного підживлення азотними добривами спрямоване на посилення живлення рослин.

Одним із способів підвищення ефективності добрив при підживленні є наближення строків їх внесення до періоду інтенсивного поглинання елементів живлення рослинами. При внесенні N_{90} навесні по снігу (5-7 см) урожайність пшениці озимої складала 3,5 т/га, при внесенні N_{90} після сходження снігу і стоку надлишкової вологи – 4,39 т/га порівняно з 3,18 т/га без внесення азоту.

Кореневе підживлення проводять у період догляду за рослинами, міжрядного обробітку дисковими сівалками, культиваторами-рослинопідживлювачами, розкидачами добрив.

Позакореневі підживлення проводять у період інтенсивної вегетації рослин в основному в цілях підвищення якості врожаю.

Для підвищення вмісту білка ефективно обприскування посівів розчином сечовини. В багатьох випадках внесення сечовини, мікроелементів і засобів захисту рослин поєднують.

На Поліссі та Лісостепу весняне підживлення пшениці озимої азотними добривами є обов'язковим. Частина азотних добрив від річної норми необхідно перерозподілити у весняне підживлення.

У Степовій зоні осіннє і весняне підживлення азотними добривами забезпечує однакові прирости врожаю. Тому всю норму азотних добрив вносять до сівби, однак внесення частини добрив в підживлення підвищує якість зерна.

У виробництві широко застосовують прикореневе підживлення пшениці озимої азотними добривами. Його проводять на початку весняного кушіння пшениці, коли ґрунт достатньо підсох і можна проводити польові роботи. На посівах озимих гранульовану аміачну селітру вносять звичайними зерновими дисковими сівалками впоперек основного посіву на глибину 5-6 см.

У районах достатнього зволоження в перше підживлення (в фазі кушення) навесні вносять 30% N, в другу (в фазі виходу в трубку) – 50% N, але не більше N₈₀. У посушливих умовах і за швидкого підсихання ґрунту 50% N вносять у перше підживлення зерновими сівалками, 50% - в друге фазу виходу в трубку за наявності вологи в ґрунті.

4. Весняне азотне підживлення ріпаку озимого

Для одержання врожаю ріпаку на рівні 35-40 ц/га необхідно внести 150-180 кг N на га. В осінній період N вносять лише на полях, малозабезпечених N, а весною кращі результати отримують за внесення добрив у три етапи:

- ✓ перший – по мерзлоталому ґрунті (20-30% норми);
- ✓ другий – через 2-3 тижні (40-50% норми);
- ✓ третій – через 2-3 тижні (10-20% норми).

Отже підживлення проводять у період вегетації рослин. Добрива вносять розкидним або стрічковим способом. Основне призначення підживлення – покращити умови живлення рослин, посилити формування певних органів рослини, вплинути на відтік речовин і підвищити якість продукції. Необхідність підживлення встановлюють на основі результатів ґрунтової і листкової діагностик.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

ПРОГНОЗ ОПТИМАЛЬНИХ ДОЗ ДОБРИВ ПІД РАННІ ЯРІ КОЛОСОВІ КУЛЬТУРИ

Завдання:

1. Фактори, які впливають на ефективність використання внесених добрив.
2. Загальні тенденції ефективності використання добрив.

1. Фактори, які впливають на ефективність використання внесених добрив

Основною метою агрохімічного обґрунтування врожаю сільськогосподарської культури є визначення необхідних доз органічних та мінеральних добрив для одержання запрограмованого врожаю. Загально відомо, що ефективність внесених добрив визначається коефіцієнтом (відсотком) їх використання культурою, а залежність цього коефіцієнта дуже багатofакторна і досить складна.

Фактори, які впливають на ефективність використання внесених добрив, можна розділити на екологічні (природні) та організаційно-технологічні.

Вологість ґрунту є одним з основних і досить істотних факторів впливу на ефективність внесених добрив. За відсутності вологи в ґрунті поживні речовини не можуть бути використані рослинами, адже для їх кореневого живлення необхідна наявність ґрунтового розчину. Крім того, вологість стійкого в'янення чи зав'ядання (критична мінімальна вологість ґрунту) є тим вищою, чим більше в ґрунті водорозчинних солей, а отже, і елементів живлення. Однак і надлишок вологи веде до зниження ефективності використання поживних речовин ґрунту і добрив. Це пояснюється перерозподілом кількості повітря в ґрунті, можливим вимиванням елементів у глибоші шари та істотними їх втратами за наявності водної ерозії.

Найбільш повне використання поживних речовин та найвища ефективність добрив, і як наслідок – найкращий ріст та розвиток рослин, забезпечуються лише за оптимальних для даних умов значень вологості ґрунту.

Дослідженнями встановлено, що добрива є одним із факторів, який обумовлює зниження витрат води на формування одиниці врожаю. Проте підвищення продуктивності посіву пояснює збільшення загальних витрат води на одиницю площі, тобто зі

збільшенням урожайності сумарне водоспоживання зростає. Це дозволяє стверджувати наявність залежності між витратами води (сумарне водоспоживання), рівнем живлення та врожаєм культури.

Повітряний режим ґрунту, або його аерація, є необхідною умовою розвитку аеробної мікрофлори, аеробного розкладу органічної речовини, дихання кореневої системи рослин і т. п.

Вплив повітряного режиму на ефективність використання добрив визначається перш за все впливом на розвиток кореневої системи та її здатність до засвоювання поживних речовин із ґрунту. Як зазначено вище, повітряний режим ґрунту тісно пов'язаний з водним. Для більшості ґрунтів оптимальним вважається таке співвідношення, за якого капілярні пори зайняті вологою, а некапілярні – повітрям. Мінімальна аерація, яка може забезпечити газообмін між ґрунтовим повітрям та атмосферою, складає близько 15% .

Надмірна вологість, як наслідок, низька аерація, а значить, і невелика концентрація кисню в ґрунтовому повітрі, веде до підвищення кислотності ґрунту, відновлювальних процесів, утворення рухомих захисних форм заліза. При зворотному співвідношенні – утворюються малорухомі окиси заліза. Відповідно до цього змінюється і вміст у ґрунті відновлених і окислених сполук марганцю, сірки, азоту.

Слід зазначити, що причиною низької аерації ґрунту може бути також велика його щільність. При цьому стримування росту кореневої системи буде залежати не тільки від недостатнього повітряного обміну, але й від механічного фактора.

Тепловий режим ґрунту разом з водним та повітряним значною мірою впливає на розвиток тих чи інших ґрунтових біохімічних процесів, пов'язаних з мікробіологічною діяльністю. Тому в різні періоди вегетації залежно від теплових умов можуть змінюватися темпи мінералізації органічної речовини, нітрифікації або іммобілізації фосфору, сірки та інших елементів живлення, відповідно знижуючи чи підвищуючи загальну потребу в добривах.

Температура ґрунту впливає на ефективність добрив шляхом дії на швидкість руху води, рухомість солей, на темпи надходження поживних речовин і, як результат, на розвиток кореневої системи.

При звичайних температурах (20-25°C) окремі види добрив за ефективністю розміщуються в такій послідовності: N→P→K, а при підвищених (35°C) P→N→K.

Вплив механічного складу, структури та агрохімічних властивостей ґрунту на ефективність використання добрив полягає в тому, що різні за механічним складом та гумусністю ґрунти обумовлюють різні підходи до побудови системи живлення рослин. Глинисті ґрунти удобрюють не дуже часто, але відносно великими дозами; піщані – частіше і малими дозами. Пояснюється це різною вбирною здатністю, їх водопроникністю та аерацією, активністю біохімічних процесів. Глинисті, більш важкі ґрунти, сильніше вбирають поживні елементи добрив, що знижує їх концентрацію в ґрунтовому розчині і запобігає вимиванню. Внесення великих доз на легких ґрунтах, особливо при значних опадах, призводить до значних втрат поживних елементів і знижує ефективність добрив.

2. Загальні тенденції ефективності використання добрив

Під впливом багаторічного систематичного внесення добрив змінюються вміст і форми органічної речовини та основних поживних елементів. Внесення мінеральних добрив збільшує накопичення органічної речовини за рахунок післяжнивних та корневих залишків.

Узагальнення І. І. Синягіна дозволяють визначитись із загальними тенденціями ефективності використання добрив:

- а) зберігається висока ефективність азотних добрив, а нерідко спостерігається навіть її підвищення;
- б) знижується ефективність фосфору при внесенні надлишкових його доз або високих доз гною;
- в) підвищується ефективність калійних добрив;
- г) послаблюється реакція культури на мінеральні добрива на фоні високих доз гною;
- д) зростає ефективність мінеральних добрив за систематичного внесення одних на фоні інших (наприклад, азоту на фоні фосфору чи фосфору та калію);

При розробці системи живлення культури з метою більш ефективного використання добрив важливим є встановлення необхідного співвідношення основних елементів живлення (N, P, K), яке повинне відповідати хімічному складу врожаю. Іншими словами, співвідношення внесення мінеральних добрив повинно бути таким, щоб вони в сумі з тими елементами, які можуть бути використані з ґрунту, відповідали б їх співвідношенню у врожай культур.

Наявність у ґрунті елементів живлення визначають з картограм. Однак якщо з рухомого фосфору і обмінного калію достовірність подальших розрахунків не викликає сумніву, то дані з азоту, що легко гідролізується, порівняно малонадійні. Це пояснюється значною його рухомістю, перш за все, унаслідок екологічних причин (волога, тепло).

Ефективність гною залежить від ґрунтових і кліматичних умов зони. Найбільші прирости врожаю від внесення гною одержують у районах з високим рівнем природного зволоження на легких за механічним складом і бідних за родючістю ґрунтах. Чим посушливі умови і родючіші ґрунти, тим нижча ефективність органічних добрив.

Відомо, що одна тонна змішаного гною на солом'яній підстилці містить в середньому 5 кг азоту, 2,5 кг фосфору і 6 кг калію. З цієї кількості в перший рік використовується: азоту – 20-30%, фосфору – 30-50%, калію – 50-70%. Враховуючи, що весь калій гною знаходиться у доступній для рослин мінеральній формі, а азот і фосфор – в основному у вигляді органічних сполук, гній слід вважати перш за все калійним добривом, яке вимагає доповнення азотом та фосфором з урахуванням необхідного співвідношення за хімічним складом врожаю.

Слід зазначити, що такі поживні залишки, як солома, яка вміщує в середньому 0,45-0,67% N, 0,20 P₂O₅ і 0,75-1,0 K₂O, може бути основною для створення органічних добрив як у вигляді різного виду компостів, так і безпосередньо в ґрунті. В останньому випадку її подрібнюють і заорюють, попередньо внісши 40-60 кг/га азоту (0,7-1,0 кг на тонну соломи) для створення необхідних умов для гуміфікації.

Перелічені фактори значною мірою взаємопов'язані та істотно впливають на ефективність добрив, внесених під запрограмований урожай сільськогосподарської культури. Тобто кожному конкретному співвідношенню вказаних факторів відповідають конкретні умови, які і визначають ефективність використання поживних елементів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

ПРОГНОЗ АЗОТНИХ ПІДЖИВЛЕНЬ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Завдання:

1. Теоретичні основи складання системи удобрення для озимих зернових культур.
2. Весняне підживлення озимих зернових культур азотними добривами.
3. Літнє підживлення озимих зернових культур азотними добривами.

1. Теоретичні основи складання системи удобрення для озимих зернових культур

Застосування добрив під озимі зернові культури залежить від обраної технології, наявності елементів живлення в ґрунті, попередника, сорту та планової урожайності. Озимі зернові культури є дуже вибагливими до родючості ґрунту. Добрива підвищують їх урожайність на всіх типах ґрунтів.

Система удобрення цих культур складається з основного удобрення, внесення добрив у рядки під час сівби та підживлень під час вегетації. В основному удобренні, яке вносять під основний обробіток ґрунту, використовують гній, гнойові компости та 80–90% фосфорно – калійних добрив. Азотні добрива під основний обробіток ґрунту вносять тільки тоді, коли солону або іншу побічну продукцію використовують як органіку із розрахунку 10–12 кг діючої речовини на тонну такої “сирої” органіки, бо мікроби, які розкладають цю органіку, на початкових стадіях процесу забирають для свого розмноження вільний азот ґрунту, який потім, після мінералізації органіки, повертається в ґрунт у значно більшій кількості.

Водночас потрібно враховувати, що на початкових стадіях свого розвитку, озимина добре забезпечена азотом лише після таких попередників, як пар чорний, горох, еспарцет, люцерна, конюшина, соя та інші бобові. У разі вирощування озимих після інших непарових попередників азоту часто не вистачає. Тому безпосередньо перед сівбою, під час сівби або в період осінньої вегетації у підживлення вносять азот.

Враховуючи високу рухомість азоту в ґрунті, а також динаміку споживання його рослинами озимих культур, основну кількість цього

важливого елементу вносять навесні. Слід також зазначити, що останніми роками, через зниження вмісту гумусу і родючості ґрунтів, ефективність застосування азотних добрив на всіх культурах, у тому числі й на озимині, значно зросла. Тому без внесення достатньої кількості азоту одержати врожай високоякісного зерна в більшості випадків неможливо. З огляду на те, що в осінньо-зимовий період значна частина азоту вимивається з верхнього шару ґрунту в глибші шари, визначаючи дози азоту для ранньовесняного підживлення, користуються даними про наявність вологи та мінерального азоту в метровому шарі ґрунту (0-100 см).

2. Весняне підживлення озимих зернових культур азотними добривами

Азотні добрива застосовують шляхом підживлень. Лише після гірших попередників та на бідних дерново – підзолистих ґрунтах доцільно під передпосівну культивуацію вносити N 25–30. Підживлення проводять у кілька строків у найбільш відповідальні фази розвитку рослин. Для підвищення врожайності, а особливо, для підвищення якості зерна проводять ще й пізні азотні підживлення, починаючи від фази виходу рослин у трубку до молочної стиглості зерна. Необхідність таких підживлень, а також норми внесення азоту при їх проведенні визначають методом діагностики листків та тканин озимини.

Перше підживлення проводять способом розсівання гранульованої форми азотних добрив на початку весняного відростання рослин (II етап органогенезу), дозою N 30–40. Це становить 20–30% від розрахункової норми на вегетацію. Воно прискорює укорінення рослин, листкоутворення, загальну куцистість.

Друге підживлення таким же способом проводять на початку виходу рослин в трубку (IV етап органогенезу) для збільшення продуктивної куцистості, дозою – 50% від норми азоту на вегетацію (40–60 кг).

Третє підживлення проводять у період від фази "флагового" листка і колосіння до початку формування зерна (VII, VIII, IX етапи органогенезу) для підвищення озерненості колоса і виповненості зерна. Це підживлення більше, ніж попередні, впливає на якість зерна. Використовують його або розсіюючи гранульовану форму

азотного добрива, або обприскуючи посіви водним розчином азотних добрив.

В останньому випадку слід використовувати сечовину (не більше як 20% - ий водний розчин), бо розчини аміачної селітри виявляють сенсibiliзуючу гербицидну дію і обпікають листки і інші органи рослин.

Якщо вирощують сильний або цінний сорт і є можливість одержати сильне зерно, але попередніх підживлень недостатньо, тоді проводять додаткове, понад розрахункову норму, якісне підживлення розчином сечовини або плаву дозою N 25–35 кг/га у фазі наливу зерна. Цим підживленням можна підвищити вміст білка на 1–2% і клейковини на 2–4% і більше.

Перше підживлення ефективніше проводити прикореневим внесенням добрив на глибину 4–5см дисковими сівалками. В цьому випадку можна внести одночасно і фосфорно – калійні добрива, якщо з якоїсь причини не всю їх дозу було внесено до сівби. Питання проведення III підживлення спірне і до нині.

Ефективність використання азоту з туків у цьому підживленні знижується. Тому його недоцільно проводити у зонах недостатнього зволоження та в роки з посушливою погодою в цей період. Отже, в степових богарних районах усю розрахункову кількість добрив слід використати в перше, або перше і друге підживлення, керуючись станом розвиненості посівів та враховуючи величину загальної норми азоту.

3. Літнє підживлення озимих зернових культур азотними добривами

Для створення оптимальних умов формування продукції зернових культур з високим вмістом білка і клейковини застосовують позакореневе підживлення азотними добривами. За сприятливих умов вміст білка і клейковини в зерні збільшується відповідно на 1–3,5 % і 2–4 %. Одночасно з цим покращується якість клейковини. Азотні добрива вносять у вигляді розчинів різної концентрації.

Позакореневе підживлення проводять в період колосіння або цвітіння озимих зернових культур. Найкращою формою із азотних добрив для підживлення є сечовина. Її водний розчин має нейтральну реакцію, завдяки чому, концентрація азоту може бути вищою. Дозу сечовини в розчині доводять до 20–30 %. Азот в сечовині міститься в

амідній формі, яка, проникаючи в рослину, зразу використовується ними для синтезу амінокислот.

Сечовина – фізіологічно активна речовина, яка підсилює гідроліз азотовмісних органічних речовин у вегетативній масі і сприяє відтоку азоту з листків у зерно. Позакореневе підживлення на високих агрофонах, при хорошому удобренні до сівби та рано весною не проводять.

При внесенні розчину сечовини треба дотримуватись розмірів крапель – 50–100 мк. Так як, краплі більшого розміру стікають, а дрібніші не долітають до рослини. При нормі витрат азоту 30 л/га 65 кг сечовини розчиняють у 150 л води і одержують 200 л розчину густиною 1,1 г/см³. Підживлення зернових культур проводять в другій половині дня, за похмурої погоди. Не рекомендується проводити підживлення за температури повітря вище 20⁰С, бо за таких умов можливі опіки рослин. Необхідність підживлення і дози азотних добрив визначають за вмістом азоту в листках рослин.

Отже, для підвищення вмісту білка в зерні велике значення має літнє підживлення азотними добривами. Ефективність цього заходу залежить від метеорологічних умов і перш за все від вологості верхнього шару ґрунту та тривалості бездощового періоду після внесення азотних добрив.

Літнє підживлення рекомендується в тому випадку, якщо вологість ґрунту (0–20 см) складає 50–80% НВ. При цьому атмосферні опади, які випадають після проведення підживлення (особливо більше 20 мм за добу), можуть істотно знизити його ефективність.

Якщо вологість ґрунту складає 25–50 % НВ, то підживлення можна рекомендувати тільки у разі випадання опадів більше 5 мм до фази цвітіння.

Підживлення не слід проводити, якщо вологість ґрунту більше 80 % НВ або менше 25% НВ. Його можна рекомендувати провести пізніше (до цвітіння), якщо подальші погодні умови забезпечать оптимальну вологість (50–80 % НВ).

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЇВ НА ОСУШЕНИХ ЗЕМЛЯХ

Завдання:

1. Загальна характеристика ґрунтів на осушуваних землях України.
2. Водний режим осушуваних земель та кліматично забезпечений водним фактором урожай.
3. Значення меліорованих земель у продовольчому і ресурсному забезпеченні.

1. Загальна характеристика ґрунтів на осушуваних землях України

Осушувані ґрунти гігоморфного ряду на території України різні за генезисом, морфологією, агрохімічними та водно-фізичними властивостями. Найбільш поширені дернові, глейові, дерново-підзолисті-глейові і поверхнево - оглеєні, лучно-болотні та торфові низинні ґрунти.

Ф. Н. Дудинець вважає, що всі вони за рівнем родючості, особливостями меліорації та можливостями широкого запровадження методу програмування врожаїв можуть бути поділені на три групи.

Перша група об'єднує староорні мінеральні землі, які до проведення меліорації періодично перезволожувались, однак використовувались у системі польових сівозмін. Ці землі осушують, як правило, закритим дренажем, частіше за все гончарним, і використовують під найбільш інтенсивні культури (буряк цукровий, льон, картопля, пшениця озима, кукурудза та інші) із застосуванням високих доз органічних та мінеральних добрив. На цих землях за рахунок оптимізації водно-повітряного режиму ґрунтів досягається відносна стабілізація врожаїв, що дозволяє широко і ефективно впроваджувати їх програмування.

Друга група включає осушені мінеральні землі, які до меліорації використовувались тільки під сіножаті та пасовища, були постійно або тривалий час перезволожені. Ці землі частіше за все характеризуються більш високим, ніж звичайні землі, вмістом гумусу та азоту, таким же або навіть більш низьким - фосфору і калію. Найбільш характерною особливістю цих земель є сильно виражений мікрорельєф, наявність оглеювання, близьке залягання підґрунтових

вод. Тому поряд з осушенням необхідно широко впроваджувати агро меліоративні заходи (глибоке рихлення, щільювання, вузько загінна оранка), вирівнювання поверхні поля, інтенсивне рихлення впродовж вегетації просапних культур. У відповідності з проектами меліорації цих земель їх слід використовувати головним чином у польових та кормових сівозмінах, а також для створення високопродуктивних луків та пасовищ.

Впровадження методу програмованого вирощування культур на таких землях можливе після попереднього їх окультурення протягом 2-5 років.

Третя група земель включає осушені торфові ґрунти. За родючістю, особливостями меліорації та землеробства вони дуже відрізняються як від звичайних земель, так і від осушуваних мінеральних. Осушують їх, як правило, системою відкритих каналів із застосуванням кротового, а інколи і матеріального (в процесі реконструкції) дренажу. Частіше за все такі ґрунти характеризуються високим вмістом азоту, кальцію та незначним вмістом калію, міді та фосфору. Без застосування мінеральних добрив на них неможливо отримати навіть задовільного врожаю сільськогосподарських культур. Оскільки торфові ґрунти характеризуються високою вологозабезпеченістю, то регулювання їх водного режиму є першочерговою умовою для програмування врожаїв. У зв'язку зі специфічними властивостями цих ґрунтів (мінералізація торфу, можливість його дефляції тощо) у проектах закладена специфічна структура посівних площ на них. Так, при потужності торфу до 0,5 м їх рекомендують займати багаторічними злаковими травами, при 0,5-1,0 м – використовують в зерно - трав'яних сівозмінах і тільки при потужності торфу більше 1,0 м – в кормових сівозмінах з 50% багаторічних трав.

2. Водний режим осушуваних земель та кліматично забезпечений водним фактором урожай

Осушування як вид гідротехнічних меліорацій має на меті оптимізацію водно-повітряного режиму перезволожених ґрунтів. При цьому проблема полягає в тому, щоб відвести надлишок вологи з ґрунту не тому, що вона є шкідливою для рослин, а тому, що таким чином можна створити умови для забезпечення оптимального повітряного режиму ґрунту. Тому, як неодноразово зазначалося, оптимальний водний режим забезпечує і оптимальний повітряний.

Зрозуміло, що виконання цих умов можливе тільки на системах подвійного регулювання – осушувально-зволожувальних та осушувально-зрошувальних. Хоча в деяких випадках(на важких за механічним складом ґрунтах) вистачає тільки осушувальної системи, оскільки проблема може полягати лише у своєчасному відводі надлишкової води. Крім того, в окремих випадках вирішальну роль в оптимізації водно-повітряного режиму ґрунтів можуть відігравати агро меліоративні заходи (планування поверхні, вузько-загінна оранка, грядово-гребенева технологія, аераційне кротування тощо), які застосовують самостійно або на фоні вибіркового дренажу.

3. Значення меліорованих земель у продовольчому і ресурсному забезпеченні держави зумовлено їхньою високою (порівняно з богарними) продуктивністю. При розгляді сучасних підходів до використання землі слід окремо зупинитися на меліорованих (зрошуваних та осушуваних) землях.

Станом на 2001 рік в Україні налічувалось 5,629 млн га таких земель, із них 2,33 млн га зрошуваних (переважно в областях Південного Степу і Лісостепу) і 3,298 млн га осушуваних (у зоні Полісся, на Прикарпатті та Закарпатті). Вартість меліорації вказаних земель обійшлася минулим поколінням майже у 20 млрд грн. Ці землі концептуально розглядали як джерело забезпечення сталого виробництва сільськогосподарської продукції, особливо у роки з несприятливими погодними умовами. Потрібно зазначити, що раніше вони цілком виконували цю функцію. Становлячи близько 14% загальної площі сільгоспугідь у 90-х роках минулого століття, ці землі забезпечували виробництво 20% продукції рослинництва, у тому числі овочів - 60, кормів - 28, рису - 100, льоноволокна - 36, зерна - 12,5%.

Значення меліорованих земель у продовольчому і ресурсному забезпеченні держави зумовлено їхньою високою (порівняно з богарними) продуктивністю. Як свідчать статистичні дані врожайність зернових та кормових культур в областях Південного Степу на зрошуваних землях перевищувала врожайність вказаних культур на богарі відповідно в 1,8 і 2,7 рази.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №7

МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПОСІВІВ

Завдання:

1. Розрахунок фітометричних показників посіву, який забезпечує одержання запрограмованого урожаю пшениці озимої.
2. Розрахунок фітометричних показників посіву, який забезпечує одержання запрограмованого урожаю кукурудзи на зерно.

Проведення фітометричних вимірів у посівах при різному поєднанні факторів дозволяє програмувати вирощення високопродуктивних рослин “ідеального типу”, з найбільшою ефективністю використовуючи умови для нагромадження урожаю.

1. Розрахунок фітометричних показників посіву, який забезпечує одержання запрограмованого урожаю пшениці озимої

Основні показники, які враховують при розрахунку урожайності: середня (L_{cp}) і максимальна (L_{max}) площа листя, тривалість вегетаційного періоду (T_v), фотосинтетичний потенціал (ФП), запланований вихід біомаси і зерна на 1 тис. одиниць ФП ($M_{фп}$), середній вихід зерна з одного колосу.

Ці показники визначають за формулами:

$$\text{ФП} = L_{cp} \times T_v, \quad (18)$$

$$L_{cp} = \text{ФП} : T_v, \quad (19)$$

$$T_v = \text{ФП} : L_{cp}, \quad (20)$$

Фотосинтетичний потенціал – це число робочих днів листкової поверхні посіву. За узагальненими даними – 1000 одиниць ФП забезпечує збір 2-3 кг зерна пшениці озимої.

Приклад: При програмуванні врожаю пшениці озимої 50 ц/га зерна (Y_z) за період вегетації – 100 днів ($T_v = 100$ днів) – сумарний фотосинтетичний потенціал повинен становити:

$$\begin{aligned} \text{ФП} &= 10^3 \times (Y_z : M_{фп}), \\ \text{ФП} &= 10^3 \text{ тис. м}^2/\text{га} \times \text{днів} \times (50 \text{ ц/га} : 2 \text{ кг}) = 2,5 \text{ млн м}^2/\text{га} \times \\ &\quad \text{днів.} \end{aligned}$$

Знаючи тривалість вегетаційного періоду і величину фотосинтетичного потенціалу, визначаємо середній розмір асиміляційного апарату за формулою:

$$L_{cp} = \text{ФП} : T_v = 2,5 \text{ млн м}^2/\text{га} \times \text{днів} : 100 \text{ днів} = 25 \text{ тис. м}^2/\text{га}.$$

У фазі колосіння такий посів повинен мати максимальну площу листя 45,8 тис. м²/га (25 тис. м²/га × 1,83).

Цій площі листя повинна відповідати певна густина і норма висіву, якщо вважати, що з кожного колосу буде одержано 1 г зерна, то при програмованій урожайності 50 ц/га на кожному гектарі повинно бути 5 млн колосків або 500 колосків на 1 м² (50 ц : 1г), а при продуктивній куцистості 1,2 відповідно – 4,2 млн рослин/га або 420 рослин на м² (5 млн колосків/га : 1,2).

При загальному виживанні рослин до збирання ($V_{\text{зар}}$) – 70% і польовій схожості 95% на кожний гектар необхідно висіяти 6,3 млн схожого насіння = $(50 \times 1000) : (1,2 \times 70) \times 95$.

При визначенні фактичної норми висіву (кг/га), яка у великій мірі залежить від посівних якостей наявного в господарстві насіння, необхідно вносити поправку на його посівну придатність.

Посівну придатність (ПП) визначають у відсотках за формулою:

$$ПП = \frac{Ч \times С}{100} = \frac{98,8 \times 97}{100} = 95,8 \approx 96\%,$$

де Ч – чистота насіння, %,

С – схожість насіння, %.

Фактична норма висіву (Н) розраховується за формулою:

$$H = \frac{K \times M \times 100}{П}, \quad (21)$$

де Н – норма висіву, кг/га;

К – рекомендована норма висіву, у т. ч. зерна/га (6,3 млн шт. зерна/га);

М – маса 1000 насінин (38 г);

ПП – посівна придатність (96%).

Фактична норма висіву становитиме: $H = \frac{6,3 \times 38 \times 100}{96} = 249 \text{ кг/га}$.

Для програмованих урожаїв пшениці озимої на зерно 50, 55 і 60 ц/га розрахуйте фітометричні показники, визначить норми висіву насіння для оптимальної густоти посіву і запишіть в таблицю 7.1.

Таблиця 7.1

Розрахунок фітометричних показників і норм висіву насіння пшениці озимої

Показники	Програмована врожайність, ц/га		
	50	55	60
1	2	3	4
Максимальна площа листя (L_m тис. м ² /га)	45,8		

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4
Середня площа листя (L_{cp} тис. $m^2/га = L_m : 1,83$)	25		
Тривалість вегетаційного періоду (T_v), днів	100		
Фотосинтетичний потенціал посіву (ФП у т.ч. $m^2/га \times$ днів $= L_{cp} \times T_v$)	2,5		
Вихід зерна з одного колоса (Y_i), г	1		
Число продуктивних колосків до збирання, на $1m^2$ ($Y_{prog} : Y_i = ПК$)	500		
Продуктивна куцистість (К)	1,2		
Число продуктивних рослин до збирання на $1m^2$ ($Ч = ПК : К$)	420		
Вживання рослин до збирання ($B_{вж}$), %	70		
Норма висіву, у т. ч. схожого насіння/га	6,3		
Норма висіву, кг/га	249		

2. Розрахунок фітOMETричних показників посіву, який забезпечує одержання запрограмованого урожаю кукурудзи на зерно

Основні показники, що враховують при розрахунку врожайності: середня (L_{cp}) і максимальна (L_m) площа листя, тривалість вегетаційного періоду (T_v), фотосинтетичний потенціал (ФП), запланований вихід біомаси і зерна на 1 тис. одиниць ФП ($M_{фп}$), середній вихід зерна з одного качана.

Ці показники визначають за вище наведеними формулами.

1000 одиниць ФП формують 2,7-3,5кг зерна кукурудзи.

Приклад: При програмуванні урожаїв кукурудзи на зерно 70 ц/га (Y_z) за період вегетації – 140 днів ($T_v = 140$ днів) – сумарний фотосинтетичний потенціал повинен становити:

$$ФП = 10^3 \times (Y_z : M_{фп}),$$

$$ФП = 10^3 \text{ тис. } m^2/га \times \text{днів} \times (70 \text{ ц/га} : 2,7) = 2,6 \text{ млн } m^2/га \times \text{дні}.$$

Знаючи тривалість вегетаційного періоду і величину ФП, визначаємо середній розмір асиміляційного апарату за формулою 19:

$$L_{cp} = ФП : T_v = 2,6 \text{ млн } m^2/га \times \text{дні} : 140 \text{ днів} = 18,5 \text{ тис. } m^2/га.$$

У фазі максимального розвитку рослин кукурудзи такий посів повинен мати максимальну площу листя 35,2 тис. $m^2/га$ ($18,5 \text{ тис. } m^2/га \times 1,9$). Цій площі листя повинна відповідати певна густина і норма висіву. Якщо на кожному качані формується 190г зерна, то необхідно мати на кожному гектарі 36,8 тис. продуктивних рослин ($70 \text{ ц/га} : 190 \text{ г}$). Загальне вживання рослин до збирання ($B_{заг}$) 82%.

На кожний гектар необхідно висіяти 44,9 тис. насіння (36,8 тис./га : 82 × 100). Враховуючи польову схожість кукурудзи (92%), на один гектар треба висіяти 48,8 тис. насінин.

Фактична норма висіву (Н) розраховується за формулою:

$$H = \frac{K \times M \times 100}{П},$$

де Н – норма висіву, кг/га;

К – рекомендована норма висіву, у т. ч. зерна/га (0,0488 млн шт. зерна/га); М – маса 1000 насінин, г (300 г); ПП – посівна придатність, (93%).

Фактична норма висіву становитиме:

$$H = \frac{0,0488 \times 300 \times 100}{93} \approx 16 \text{ кг/га}$$

Розрахуйте фітометричні показники і норми висіву кукурудзи на зерно на програмований урожай 70, 85, 90 ц/га і запишіть в таблицю 7.2.

Таблиця 7.2

Розрахунок фітометричних показників і норм висіву кукурудзи на зерно

Показники	Програмована урожайність, ц/га		
	70	85	90
Максимальна площа листя (L_m тис. м ² /га)	35,2		
Середня площа листя (L_{cp} тис. м ² /га = $L_m : 1,9$)	18,5		
Тривалість вегетаційного періоду (T_v), днів	140		
Фотосинтетичний потенціал посіву (ФП млн м ² /га × днів = $L_{cp} \times T_v$)	26		
Вихід зерна з одного качана, г	190		
Задане число продуктивних рослин до збирання, тис./га	36,8		
Загальне виживання насіння і рослин до збирання, %	82		
Норма висіву, тис. насіння / га	48,8		
Норма висіву, кг/га	16		

ПРАКТИЧНА РОБОТА №8 ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТУ, ЗАПАСІВ ТА БАЛАНСУ ВОЛОГИ

Завдання: Розрахувати баланс вологи в ґрунті в 2022 і 2023 роках.

Опади не повністю просочуються в ґрунт. Частина їх стікає по поверхні землі, частина затримується рослинним покривом та випаровується. Кількість опадів, які просочилися у ґрунт, залежить від його водопроникності, тобто від здатності ґрунту вбирати і пропускати воду, а швидкість просочення – від механічного складу, розміру пор і структури ґрунту.

Ґрунти з грудкуватою (діаметром понад 10 мм) структурою та значним вмістом пилової фракції (частинки менш як 0,25 мм) гірше пропускають воду. Якщо вони складаються з агрономічно цінних фракцій (0,25-10 мм), то вода при опадах і таненні снігу легко проникає в поверхневі і глибокі шари.

Здатність ґрунту вміщувати і утримувати ту чи іншу кількість води називається вологоємністю.

При заповненні водою усіх проміжків і пор (некапілярних та капілярних) ґрунт досягає найменшої, або гранично польової, вологоємності. Якщо водою заповнені тільки капілярні пори, а крупні некапілярні – повітрям, ґрунт має капілярну вологоємність. Оптимальне співвідношення між об'ємами пор, зайнятих повітрям та водою, дорівнює 50%.

Ґрунт має здатність вбирати і утримувати на поверхні часток пароподібну вологу. Цю здатність ґрунту називають гігроскопічністю.

Зв'язана вода утворюється при взаємодії сухого ґрунту з водою. Навколо ґрунтових частинок створюється водяна оболонка, яка утримується силами притягання. Проте ці сили надійно зв'язують тільки внутрішні шари води, а самі швидко зменшуються із зростанням товщини оболонки. Внутрішні шари оболонки називають міцно зв'язаними водою, а зовнішні – плівковими.

Вільна вода у ґрунті знаходиться під впливом капілярних сил і сил тяжіння. Вода у капілярних проміжках ґрунту називається капілярною. Пори тут мають розмір у діаметрі до 2 мм. Рух капілярної води здійснюється за законом капілярності.

Частина води у ґрунті заповнює крупні пори діаметром понад 2 мм, переміщується під впливом сили тяжіння. Така вода називається між капілярною, або гравітаційною.

Капілярна вода піднімається від рівня ґрунтових вод, хоч вона може бути і не зв'язана з цим рівнем. Тоді опади, які потрапляють в ґрунт, утримуються в його верхніх шарах. Вода, що утримується у ґрунтових капілярах і не має зв'язку з ґрунтовою водою, називається підвішеною капілярною. Вона є основним джерелом живлення рослин.

Вологість, за якої ґрунт перестає віддавати воду рослинам і вони починають в'янути, називається вологістю в'янення. Волога, яка перевищує цю величину, є продуктивною і доступна для рослин.

Уся волога, запаси якої нижчі за вологість в'янення, для рослин не доступна (так званий мертвий запас). Вологість в'янення у природних умовах залежить від механічного складу ґрунту і вмісту в ньому гумусу. У піщаних ґрунтів вона мала – до 1-3% , у глинистих – 12–15%. Вологість в'янення може перевищувати величину максимальної гігроскопічності в 1,2–2 рази.

Загальний запас вологи у ґрунті залежить від декількох величин, основною з яких є вологість. Щоб визначити вологість термостатно-ваговим методом, буром беруть проби ґрунту на відповідних глибинах (до 1 м).

Потім ці проби зважують, висушують у термостаті при температурі 100-105°C до постійної маси.

Вологість ґрунту визначають за формулою:

$$V = \frac{P_v}{P_{gr}} 100, \quad (22)$$

де V – вологість ґрунту, процент від фактичної маси вологого ґрунту;

P_v – маса води у пробі ґрунту, що випарувалась під час сушіння, г;

P_{gr} – фактична маса вологого ґрунту у пробі, г.

Загальний запас води у ґрунті (W) обчислюють за формулою

$$W = 0,1vdh, \quad (23)$$

де d – щільність ґрунту, г/см³;

h – глибина шару ґрунту, см;

0,1 – коефіцієнт переведення запасу вологи з метрів кубічних на 1 га в мм.

Для визначення запасів доступної для рослин вологи від загальних запасів її в ґрунті віднімають недоступну вологу. Динаміка запасів вологи у кореневмістному шарі ґрунту визначається водним балансом. Витратну частину водного балансу можна записати у вигляді:

$$\Sigma = K \times U_{\text{пр}}, \quad (24)$$

де Σ – загальне (сумарне) водоспоживання культури, враховує витрати на транспірацію та випаровування з поверхні ґрунту, м³/га;

K – коефіцієнт загального (сумарного) водоспоживання культури, м³/т;

$U_{\text{пр}}$ – урожайність продукції, т/га.

Надходження вологи за водним балансом складається:

1) з атмосферних опадів

$$10\mu A, \quad (25)$$

де μ – коефіцієнт використання атмосферних опадів, залежить від місцевості;

A – середньобогаторічна кількість атмосферних опадів за вегетаційний період, мм;

10 – коефіцієнт для переведення опадів з міліметрів на метри кубічні на 1 га;

2) із запасів вологи у ґрунті за період вегетації

$$(W_{\text{п}} - W_{\text{к}}) = 100 \times h \times \alpha \times (V_{\text{п}} - V_{\text{к}}), \quad (26)$$

де $W_{\text{п}}$ – запас вологи в ґрунті на початок вегетаційного періоду, м³/га;

$W_{\text{к}}$ – запас вологи у ґрунті на кінець вегетаційного періоду, м³/га;

h – глибина кореневмісного шару ґрунту, м;

α – розрахункова об'ємна маса ґрунту, г/см³;

$V_{\text{п}}$ – вологість ґрунту на початок вегетаційного періоду, процент від маси вологого ґрунту;

$V_{\text{к}}$ – вологість ґрунту на кінець вегетаційного періоду.

3) із запасів вологи у ґрунті ($W_{\text{г}}$), які надходять капілярним шляхом у верхні шари ґрунту при близькому (менше 3 м) заляганні ґрунтових вод.

Отже, остаточна формула водного балансу ґрунту має такий вигляд:

$$M = \Sigma - 10\mu A + (W_{\text{п}} - W_{\text{к}}) + W_{\text{г}}, \quad (27)$$

Розв'язання задач ДОВІДНИК ФОРМУЛ

№ п/п	Формула	Значення індексів, одиниці виміру
1.	<p>Посівна придатність насіння, %:</p> $пп = \frac{ч \times с}{100}$	<p>Ч – чистота насіння, %; С – схожість насіння, %.</p>
2.	<p>Норма висіву з поправкою на посівну придатність, кг/га або млн шт./га:</p> $НВ = \frac{НВ_{рек} \times 100}{ПП}$	<p>НВ_{рек} – рекомендована норма висіву, кг/га або млн шт./га.</p>
3.	<p>Вагова норма висіву, кг/га:</p> $НВ_{ваг} = \frac{НВ_{кіл} \times А \times 100}{ПП}$	<p>НВ_{кіл} – кількісна норма висіву, млн шт./га; А – маса 1000 насінин, г.</p>
4.	<p>Кількісна норма висіву, млн шт./га:</p> $НВ_{кіл} = \frac{НВ_{ваг}}{А}$	<p>А – маса 1000 насінин, г; НВ_{ваг} – вагова норма висіву, кг/га.</p>
5.	<p>Окружність колеса сівалки, м:</p> $O = \pi \times D$ $O = 2\pi \times R$	<p>Д – діаметр колеса сівалки, м; Р – радіус колеса сівалки, м; π – число 3,14.</p>
6.	<p>Площа засіяної ділянки, м²:</p> $S = Ш \times Д_0$	<p>Ш – ширина засіяної ділянки, м; Д₀ – шлях, що проходить сівалка за певну кількість обертів колеса, м.</p>
7.	<p>Довжина засіяної ділянки, м:</p> $S = Ш \times Д_0$	<p>О – окружність колеса сівалки, м; п – кількість обертів колеса.</p>

8.	<p>Розрахункова норма висіву за кількістю обертів колеса сівалки, кг:</p> $НВ_{роз} = \frac{НВ_{рек} \times Ш \times n \times Д \times \pi}{10^4 \times Кз}$	<p>НВ_{рек} – рекомендована норма висіву, кг/га або млн шт./га; Ш – ширина захвату сівалки, м; Д – діаметр колеса сівалки, м; n – кількість обертів колеса; π – число 3,14; К_з – коефіцієнт зсуву колеса сівалки (0,93-1,0).</p>
9.	<p>Норма висіву культури в травосуміщі, кг/га або млн шт./га:</p> $НВ_{тр} = \frac{НВч \times Уо}{ПП}$	<p>НВ_ч – норма висіву культури у чистому вигляді, кг/га або млн шт./га; У_о – частка участі культури в травосуміщі, %; ПП – посівна придатність насіння, %.</p>
10.	<p>Довжина рядків на 1 га посіву, м</p> $Др = \frac{S}{Ш_m}$ $Др = \frac{Г}{Р}$	<p>S – площа на 1 га, м²; Ш_м – ширина міжрядь, м; Г – густина стояння рослин, млн шт./га; Р – кількість рослин на 1 м рядку.</p>
11.	<p>Відстань між рослинами в рядку, м:</p> $В_p = S / Ш_m \times Г$	<p>S – площа на 1 га, м²; Ш_м – ширина міжрядь, м; Г – густина стояння рослин, млн шт./га або тис. шт./га</p>
12.	<p>Урожайність с/г продукції з базисною вологістю, ц/га:</p> $У_б = \frac{У_ф \times С_{р.ф}}{С_{р.б}}$	<p>У_ф – фактична урожайність, ц/га; С_{р.ф} – частка сухої речовини с/г продукції з фактичною вологістю, %; С_{р.б} – частка сухої речовини с/г продукції з базисною вологістю, %.</p>

УМОВИ ЗАДАЧ

1. Зернові хліба першої групи

1. Визначити норму висіву пшениці озимої за масою, якщо на 1 га висівають 5 млн схожих насінин. Маса 1000 насінин – 40 г, схожість – 95, чистота 98%.
2. Визначити норму висіву насіння пшениці озимої за кількістю насінин, якщо норма за масою становить 230 кг/га, маса 1000 насінин – 45 г, посівна придатність насіння – 90%.
3. При установці сівалки СЗ-3,6 на норму висіву виявилось, що за 20 обертів колеса 12 сошників висипають 1252 г зерна. Чи правильно встановлено норму висіву сівалки, якщо задана норма – 212 кг/га? Діаметр колеса – 120 см.
4. Установка сівалки на норму висіву показала: агрегат, що складається з трактора і двох сівалок СЗ-3,6, в кожному з яких засипано по 100 кг зерна, повністю висіяв насіння на гонах довжиною 660 м при русі туди і назад. Чи потрібне коригування норми висіву? Перекриття між сівалками – 15 см. Задана норма висіву – 220 кг/га.
5. Пшеницю озиму посіяно сівалкою СЗС-2,1. Норма висіву – 198 кг/га. На якій відстанні будуть розміщені насінини одна від одної в рядку? Маса 1000 насінин – 43 г, чистота насіння – 98%.
6. Який шлях пройде агрегат, що складається з трактора ДТ-75 та трьох сівалок СЗ-3,6, щоб засіяти пшеницею озимою 100 га, якщо ширина перекриття становить 15 см?
7. Яка густина продуктивного стеблостою пшениці озимої, посіяної звичайним рядковим способом, якщо відстань між рослинами у рядку – 2,5 см, а продуктивна куцистість – 1,35?
8. При сівбі пшениці озимої агрегатом, що складається з трактора і двох сівалок СЗ-3,6, залишаються незасіяними два рядки у вигляді технологічної колії. Яка частка (%) площі залишиться незасіяною, якщо перекриття між сівалками становить 15 см? Яка частка (%) площі буде засіяна подвійною нормою висіву?
9. Визначити щільність продуктивного стеблостою пшениці озимої перед жнивими, якщо на 1 погонний метр рядка припадає 38 рослин з продуктивною куцистістю 1,42.
10. При визначенні площі листків пшениці озимої у фазі колосіння, посіяної з міжряддями 15 см, виявилось, що листки всіх рослин з 1 пог. м рядка мали масу 90 г. Маса 100 см²

- листіків – 1,58 г. Яка площа листкової поверхні пшениці озимої на 1 га?
11. При ранньовесняному підживленні пшениці озимої витрачається 30 кг/га азоту. Скільки аміачної селітри потрібно для підживлення 150 га, якщо вона містить 34% азоту?
 12. Підживлення пшениці озимої проводять агрегатом, що складається з трактора ДТ-75 і двох сівалок СЗ-3,6. На 1 га посіву вносять 90 кг аміачної селітри. Яка площа буде підживлена агрегатом за 7-годинну зміну і скільки буде витрачено селітри, якщо середня швидкість трактора – 4,5 км/год? На розвороти і завантаження сівалок добривами витрачають 20% робочого часу.
 13. Агрегат з обприскувачем ОПШ-15 обробляє посіви пшениці озимої 40%-ю аміною сіллю 2,4-Д з витратою на 1 га 0,8 кг діючої речовини. Агрегат рухається зі швидкістю 6 км/год і протягом робочого дня працює 5,5 год чистого часу. Скільки потрібно гербіциду (за препаратом) для обробки 198 га посіву і скільки робочих днів буде працювати агрегат?
 14. При збиранні врожаю пшениці озимої прямим комбайнуванням втрати на 1 м² становили три колоси з вмістом 28 зерен у кожному та 140 зерен висипалось на поверхню ґрунту. Крім того, в причіп ПТС-40, який містить урожай соломи з 1,5 га посіву, потрапило 320 кг зерна. Які загальні втрати зерна з 1 га під час збирання, якщо маса 1000 зерен становить 38 г?
 15. Визначити біологічну врожайність пшениці озимої з густрою 3,5 млн рослин на 1 га і продуктивною кущистістю 1,41. У кожному колосі 13 колосків з двома зернинами, маса 1000 зерен – 39 г.
 16. Тверда пшениця озима має густоту продуктивного стеблостою 352 колоса на 1 м². Кожен колос дає 1,2 г зерна. Втрати зерна під час збирання становлять 7%. Відходи при його очищенні – 14%. З 1 кг зерна фабрика виробляє 0,8 кг макаронів. Яка кількість макаронів буде одержана із зерна, зібраного з 45 га посіву?
 17. Яка норма висіву жита озимого за масою, якщо на 1 пог. м рядка посіву з міжряддями 15 см висівається 55 схожих насінин, що мають масу 1000 шт. – 27 г? Чистота насіння – 97, схожість – 95%.

18. Чи можливо одержати врожайність зерна жита озимого 28 ц/га, якщо до часу відновлення весняної вегетації на 1 пог. м рядка залишилося 25 живих рослин, з яких до збирання збереглося 92%? Продуктивна кущистість – 1,85. У кожному колосі було по 36 зерен з масою 1000 шт. – 28 г. Втрати під час збирання – 8%.
19. Визначити норму висіву тритикале на зелений корм за масою, якщо на 1 га висівають 4 млн схожих насінин з масою 1000 шт. – 46 г. Схожість насіння – 94, чистота – 96%.
20. Перед збиранням тритикале на зелений корм маса рослин на 1 пог. м рядка становила 450 г при міжряддях 15 см. Визначити збір з 1 га кормових одиниць і забезпеченість їх перетравленим протеїном, якщо втрати під час збирання становлять 20%, а 1 ц зеленої маси містить 18 к. од. та 1,56 кг перетравлено протеїну.
21. Чи можна встигнути двома комбайнами СК-6 «Колос» до початку збирання пшениці закінчити збирання ячменю озимого на площі 140 га, якщо середня продуктивність при прямому комбайнуванні 14 га за день? Збирати ячмінь озимий починають 25 червня, пшеницю озиму – 3 липня.
22. Визначте осінню і весняну загальну кущистість ячменю озимого, якщо на 1 пог. м рядка восени було 52, навесні – 40 рослин. При цьому на 1 га посіву нараховувалось восени 7,1, навесні – 14,4 млн стебел.
23. Біологічна врожайність ячменю озимого – 48 ц/га. При цьому на 1 пог. м рядка було 28 рослин з продуктивною кущистістю 1,7. Маса 1000 насінин – 36 г. Визначте середню кількість зерен у колосі.
24. Поле під ячмінь ярий після кукурудзи на зерно орють трактором ДТ-75 з плугом ПЛН-4-35, який рухається із середньою швидкістю 4,75 км/год. За скільки робочих днів один такий агрегат виоре поле площею 60 га? Чистий час оранки – 6 годин на день.
25. Чому дорівнює норма висіву ячменю ярого за масою для підсіву зрідженої пшениці озимої, якщо після підсіву ячменю ярого залишилося 55 рослин пшениці на 1 м²? Норма висіву ячменю ярого в чистому посіві – 4,8 млн схожих насінин на 1 га. Маса 1000 насінин – 40 г, посівна придатність насіння – 94%.

26. Визначити врожайність ячменю ярого, якщо під час збирання на 1 пог. м рядка нараховувалась 51 рослина з продуктивною кущистістю 1,6. У кожному колосі було по 54 колоски. Маса 1000 зерен – 41 г. Втрати під час збирання – 12 г/м².
27. Розрахуйте витрату насіння ячменю ярого для засіву 150 га при нормі висіву 4 млн/га схожих насінин. Посівна придатність насіння 90%, маса 1000 насінин – 42 г.
28. Біологічна врожайність вівса – 38 ц/га. При цьому кожна волоть має по 30 зерен, а маса 1000 зерен – 30 г. На якій відстані розміщені рослини в рядку перед збиранням, якщо продуктивна кущистість становить 1,45?
29. Зерно вівса, зібране з площі 30 га, засипано в засік прямокутної форми довжиною 20, шириною 5 та висотою 1,4 м. Визначити об'ємну масу зерна, якщо біологічна врожайність становить 27 ц/га, втрати під час збирання – 7%, а при очищенні відходить ще 13%.
30. У господарстві планується посіяти 60 га вівса, 115 – ячменю ярого, 120 – гороху і 90 га горохо-вівсяної сумішки на зелений корм. Сіють двома агрегатами, кожен з яких складається із двох сівалок СЗ-3,6. При сівбі агрегат рухається із швидкістю 6,5 км/год. Чистий час роботи за день – 5,5 год. За скільки днів ці агрегати закінчать сівбу ярих культур?

2. Зернові хліба другої групи та гречка

1. Визначити норму висіву кукурудзи за масою, якщо на 1 га необхідно висіяти 50 тис. схожих насінин з масою 1000 – 260 г. Схожість насіння – 90%, чистота – 99%.
2. Визначити площу живлення (см²) однієї рослини кукурудзи під час збирання, якщо на 1 га висіяно 52 тис. насінин, а до повної стиглості збереглося 77% від кількості рослин, що зійшли. Польова схожість насіння – 90%. Визначити також розміри сторін прямокутника, який становить площу живлення.
3. При сівбі кукурудзи з міжряддями 210 см відстань між рослинами становить 22 см. Яка густина рослин, тис./га?
4. При сівбі кукурудзи на 1 пог. м рядка лягло по 3,5 насінини. Маса 1000 насінин – 280 г. Для набубнявіння насіння вбирає 40% води від своєї маси. Якою буде маса насіння на 1 га на початку його проростання?

5. Для сівби кукурудзи на зерно використовують сівалку СУПН-8, яка рухається із швидкістю 6,5 км/год. Скільки робочих змін потрібно, щоб засіяти ділянку площею 96 га за умови, що зміна триває 8 год, а непродуктивні затрати часу становлять 35%.
6. Розрахувати площу листової поверхні кукурудзи, густота стебел котрої при замірах листя становила 32 тис./га. Кожна рослина мала в середньому по 12 зелених листків завдовжки 70 і завширшки 7 см. Поправочний коефіцієнт для розрахунку площі листка – 0,81.
7. Біометричні показники структури врожаю кукурудзи на зрошенні такі: кількість рослин – 4,7 на 1 пог. м; кількість качанів на одну рослину – 1,12; середня кількість зерен у качані – 550; маса 1000 зерен – 275 г. Визначити біологічну урожайність (ц/га).
8. Кукурудза, яку збирають на зелений корм, посіяна з мідряддями 15 см. На 1 пог. м є п'ять рослин із середньою масою кожної 90 г. Під час збирання із стернею залишається 20% маси рослин, а втрати становлять 15%. Яка урожайність зеленої маси?
9. Задана норма висіву проса – 18 кг/га. Чи правильно встановлено сівалку на норму висіву, якщо агрегат із двох сівалок СЗ-3,6 на гонах завдовжки 850 м висіває 21,15 кг при русі в прямому і зворотному напрямках? Перекриття між сівалками – 15 см.
10. Яким способом посіяно просо, якщо на 1 га витрачено 21,9 кг насіння з масою 1000 насінин – 7 г? На 1 пог. м рядка висіяно 45 насінин. Чистота насіння – 96%.
11. Визначити масу 1000 насінин проса, яке посіяно смуговим двострічковим способом із такими елементами структури врожаю: на 1 пог. м рядка – 48 рослин; продуктивна кущистість – 1,4; середня кількість зерен у волоті – 200. Біологічна урожайність – 28 ц/га зерна.
12. Просо скошено у валки жнивваркою ЖВН-6. Комбайн під час обмолоту валків на довжині гонів 1200 м намолочує 1656 кг зерна. Середній вихід крупи з 1 га – 18,2 ц. Біологічна урожайність – 27 ц/га. Визначити: 1) процентний вихід крупи; 2) процент втрат під час збирання.

13. Визначити біологічну врожайність кукурудзи на зерно, якщо густота рослин становить 36 тис. на 1 га. На 100 рослин припадає 115 качанів, у кожному з яких по 560 зерен з масою 1000 шт. – 270 г.
14. Розрахувати біологічну врожайність кукурудзи, посіяної з міжряддями 210 см, якщо на 1 пог. м рядка перед збиранням було чотири рослини і на кожній – по 1,14 качана. Качан містить у середньому 650 зерен з масою 1000 шт. – 275 г.
15. Визначити процент втрат під час збирання урожаю кукурудзи з такими елементами структури: на 1 пог. м рядка – 2,5 рослини; на кожній рослині – 1,15 качана; в кожному качані – 14 рядів зерен і по 40 зерен у ряду; маса 1000 зерен – 258 г. Фактична урожайність зерна становила 48,6 ц/га.
16. Визначити вихід насіння з 1 га посіву проса з такими елементами структури: на 1 м² – 145 рослин з продуктивною кущистістю 1,18. У кожній волоті – 352 зернини, а маса їх 1000 – 6,5 г. Під час збирання втрати становлять 12%, а під час очищення і сортування відходить – 22%.
17. Визначити кількість зерен у волоті проса при урожайності зерна – 38 ц/га і густоті рослин – 1,4 млн/га. Продуктивна кущистість – 1,2, маса 1000 зерен – 6,5 г.
18. Гречку посіяно сівалкою СЗ-3,6 з нормою висіву 82 кг/га. Визначити кількісну норму висіву, якщо маса 1000 насінин становить 23 г, а чистота насіння – 98%.
19. Кожна рослина гречки сформувала по 800 квіток, з яких лише 12% утворили плоди. Визначити біологічну врожайність, якщо гречку посіяно двострічковим способом з відстанню між стрічками 45 см і між рядками у стрічці 15 см, відстань між рослинами в рядку під час збирання врожаю становить 2,5 см і маса 1000 насінин – 23 г.
20. Післяжнивно посіяно гречку на зрошуваних землях з нормою висіву 3 млн схожих насінин на 1 га. Визначити біологічну врожайність, якщо польова схожість насіння становила 70, виживання рослин – 65% і кожна рослина формувала по 60 зерен з масою 1000 шт. – 21 г.

3. Зернобобові культури

1. Горох посіяно сівалкою СЗС-2,1 з нормою висіву 312 кг/га. Маса 1000 насінин – 250 г, чистота насіння – 99, схожість –

- 95%. Скільки сходів буде одержано з розрахунку на 1 пог. м рядка, якщо польова схожість становить 90% від лабораторної?
2. На 1 га висіяно 1,16 млн насінин гороху. Норма висіву за масою становить 300 кг, маса 1000 насінин – 245 г. Яка посівна придатність насіння (%)?
 3. Горох посіяно з міжряддями 15 см і на 1 пог. м рядка покладено 18 насінин з масою 1000 шт. – 245 г. Скільки води вбирає насіння на 1 га під час набубнявіння?
 4. Горох має біологічну врожайність 26,9 ц/га. Густота стояння становить 14 рослин на 1 пог. м рядка при міжряддях 15 см. Скільки бобів утворено на кожній рослині, якщо кожен біб містить по чотири зернини із середньою масою 1000 шт. – 240 г?
 5. Перед збиранням урожаю на 1 пог. м було 13 рослин гороху з чотирма бобами та чотирма насінинами у кожному бобі при масі 1000 насінин – 230 г. Ширина міжряддя – 15 см. Якою буде фактична урожайність, якщо при скошуванні та обмолоті на 1 м² втрачено по 180 насінин?
 6. Визначити втрати урожаю при збиранні гороху при фактичній урожайності 20 ц/га. Елементи структури урожаю такі: 85 рослин на 1 м²; на рослині три боби з чотирма насінинами кожен; маса 1000 насінин – 235 г.
 7. Визначити норму висіву сої за масою, якщо на 1 м² висіяно 35 схожин насінин, маса 1000 насінин – 160 г і посівна придатність насіння – 97%.
 8. Сою посіяно буряковою сівалкою ССТ-12Б. На 1 пог. м рядка висіяно по 22 насінини. Визначити норму висіву за масою, якщо чистота насіння – 97% і маса 1000 насінин – 150 г.
 9. Сою без зрошення посіяно двострічковим способом з відстанню між стрічками 90 см і між рядками у стрічці – 45 см. Середня відстань між насінинами в рядку – 5,6 см, маса 1000 насінин – 155 г, чистота насіння – 95%. Які кількісна та за масою норми висіву?
 10. На 1 пог. м рядка сої, посіяної з міжряддями 45 см, перед збиранням урожаю було 15 рослин, кожна з яких формувала по 6 г насіння. Яка фактична урожайність, якщо втрати при збиранні становили 6,5%?
 11. Біологічна урожайність сої – 262 г/м², втрати під час збирання врожаю – 1,8 ц/га. Фактична вологість зерна під час

збирання – 22, базисна – 13%. Яка врожайність у перерахунку на базисну вологість зерна?

12. Скільки соєвої олії буде одержано з 1 га посіву сої з міжряддями 45 см і відстанню між рослинами в рядку 5 см, якщо кожна рослина сформувала 4,8 г насіння, втрати під час збирання врожаю становлять 2,1 ц/га? Вміст олії в насінні сої – 21%, повнота видобування її при холодному пресуванні – 92%.
13. Квасоллю посіяно двострічковим способом з відстанню між стрічками 45 см і між рядками у стрічці – 15 см. Густина рослин – 225 тис. на 1 га. Яка відстань між рослинами квасолі в рядку?
14. Визначити норму висіву нуту за масою, якщо на 1 пог. м рядка висіяно 12 насінин з масою 1000 шт. – 285 г і чистота насіння – 97%. Сіяли сівалкою СЗ-3,6.
15. Смуговий посів квасолі і кукурудзи на силос (шість рядків квасолі і шість рядків кукурудзи) має міжряддя 70 см. Відстань між рослинами квасолі в рядку перед збиранням урожаю – 6,5, кукурудзи – 37,5 см. Визначити біологічну врожайність обох культур, якщо одна рослина квасолі дає 10 г насіння, а кукурудзи – 700 г зеленої маси.

4. Кормові коренеплоди, бульбоплоди та баштанні культури

1. На зрошуваній ділянці буряки кормові посіяно з міжряддями 45 см. Норма висіву за масою – 13,6 кг/га при чистоті посівного матеріалу 97%. Яка середня відстань між клубочками в рядку, якщо маса 1000 шт. становить 38 г?
2. При прорідженні посіву буряків кормових за допомогою поперечного букетування ширина вирізу становить 30, букета – 20 см. Після букетування в кожному букеті залишається по дві рослини без ручного проріджування. Визначити густоту рослин до і після букетування, якщо ширина міжряддя – 45 см.
3. При обробці посіву буряків кормових гербіцидом бетанал, витрата якого становить 4 кг/га, агрегат з обприскувачем ОПШ – 15 рухається із середньою швидкістю 8 км/год. Скільки часу буде затрачено для обробки 50 га посіву одним агрегатом та скільки для цього потрібно гербіциду?
4. Перед збиранням урожаю буряків кормових, посіяних з міжряддям 60 см, рослини в рядку були на відстані 35 см. При цьому коренеплід мав середню масу 1,5 кг, а маса гички становила 15% від загальної біомаси. Визначити біологічну

врожайність коренеплодів та гички, а також співвідношення гичка : коренеплоди.

5. Господарство вирощує насіння буряків кормових на площі 7500 га. Яка має бути площа насінневої ділянки, якщо на 1 га товарного посіву витрачається 12 кг насінневого матеріалу? Висадки буряків мають густоту 35 тис. рослин на 1 га, і кожна рослина утворює 1250 клубочків з масою 1000 шт. – 30 г. Втрати при збиранні врожаю становлять 8%, вихід кондиційного насіння – 78%.
6. На висадках буряків кормових перед збиранням урожаю густота становила дві рослини на 1 пог. м рядка при міжряддях 70 см. Кожна рослина сформувала по шість стебел-квітконосів із 250 клубочків – 30 г. Визначити фактичну врожайність насіння, якщо втрати під час збирання його становлять 11%.
7. Моркву посіяно стрічковим способом з відстанню між стрічками 45 см і між рядками у стрічці – 15 см. Перед збиранням урожаю на 1 пог. м рядка було 15 коренеплодів із середньою масою кожного 65 г. Визначити фактичну врожайність, якщо втрати під час збирання урожаю становлять 12%.
8. Картоплю садять саджалкою КСМ-4. При цьому відстань між бульбами в рядку становить 34 см. Визначити вагову норму садіння, якщо середня маса однієї бульби – 55 г.
9. Для пророщування бульби картоплі з середнім діаметром 4,5 см складають в ящики розміром 45×63 см у два шари. Скільки потрібно ящиків для пророщування садивного матеріалу на площу 6 га, якщо норма садіння – 23 ц/га і питома маса бульб – 1,2 г/см³.
10. Оптимальна густота стеблостою картоплі – 200 тис./га. Фактично висаджено три бульби на 1 пог. м рядка при ширині міжрядь 60 см. Чи буде сформовано оптимальну густоту стеблостою, якщо з кожної бульби виросте в середньому по три стебла?
11. Площа живлення однієї рослини картоплі має вигляд квадрата зі стороною 45 см. Всі рослини утворили по три стебла, на кожному з яких розвинулось по два столони. Визначити біологічну врожайність картоплі, якщо середня маса бульби – 75 г.

12. Біологічна врожайність картоплі – 180 ц/га. Втрати під час збирання становлять 12, а під час транспортування та сортування – ще 15% від фактично зібраного врожаю. Скільки картоплі закладено на зберігання з площі 30 га?
13. Для забезпечення господарства власним садивним матеріалом картоплю висаджують влітку і одержують 140 ц/га бульб, з яких 70% мають стандартну масу (60 г) для садіння навесні. Скільки гектарів насінника треба посадити влітку, щоб забезпечити себе садивним матеріалом на площу 25 га, якщо на 1 га висаджують 45 тис. бульб і втрати під час зберігання становлять 20%.
14. Кормовий гарбуз посіяно з міжряддями 210 см. Насіння в рядку розміщене на відстані 40 см одне від одного. Визначити норму висіву за масою, якщо маса 1000 насінин – 400 г і чистота насіння – 98%.
15. При час обробітку міжрядь гарбуза, які мають ширину 210 см, встановлюється захисна зона завширшки 20 см. Який процент площі залишається необробленим? Скільки бур'янів на 1 га знищується під час обробітку міжрядь, якщо перед проведенням його їх було 24 шт. на 1 м²?
16. Кормовий гарбуз перед збиранням урожаю має густоту дві рослини на 150 см рядка. На кожній рослині сформувалось по три плоди із середньою масою 5 кг. Визначити біологічну врожайність, якщо міжряддя мають ширину 210 см.
17. Визначити середню масу плоду гарбуза, якщо біологічна врожайність його становить 820 ц/га і рослина утворює по два плоди та має площу живлення 16800 см².
18. Гарбуз на насіння посіяно на площі 25 га з міжряддями 210 см та густотою одна рослина на 1 пог. м рядка. Кожна рослина утворює по два плоди із середньою масою 8 кг. Втрати врожаю під час збирання – 8%, вихід кондиційного насіння з плодів – 1,5%. На яку площу посіву вистачить вирощеного насіння, якщо норма висіву його становить 4 кг/га?
19. Який об'єм займають гарбузи, зібрані з 40 га, якщо врожайність – 480 ц/га і середній діаметр плоду кулястої форми – 20 см? Питома маса плоду становить 0,78 г/см³.
20. Визначити ширину міжрядь на посіві гарбуза, якщо густота рослин становить 7500 на 1 га, а відстань між рослинами в рядку – 63,5 см.

5. Сіяні кормові трави

1. При сівбі озимої вико-пшеничної сумішки норма висіву вики становила – 2, пшениці – 3 млн схожих насінин на 1 га. Яка сумарна норма висіву за масою, якщо маса 1000 насінин вики – 34 і пшениці – 42 г? Посівна придатність насіння вики – 92, пшениці – 95%.
2. Суміш вики і пшениці озимих посіяна з міжряддям 15 см. Під час збирання на 1 пог. м рядка було 16 рослин вики і 28 – пшениці. Яка урожайність зеленої маси, якщо одна рослина вики мала середню масу 7,5 і пшениці – 8 г? Втрати врожаю під час збирання становили 14%.
3. Насінник вики озимої площею 15 га дає урожайність зерна та насіння вики по 28 ц/га, в т.ч. 25% вики з масою 1000 насінин – 34 г. На яку площу вистачить насіння з цього насінника, якщо на 1 га висівають по 2 млн схожих насінин вики і посівна придатність насіння – 92%?
4. Яка норма висіву (кг/га) суданської трави, якщо її сіють із міжряддями 15 см і на 1 пог. м рядка рядка розміщують по 27 схожих насінин з масою 1000 шт. – 13 г та посівною придатністю насіння – 91%?
5. Суданська трава першого укосу формує урожайність 180, з другого – 80 ц/га зеленої маси. Якою буде сумарна урожайність сіна з вологістю 20%, якщо вологість зеленої маси першого укосу становить 81, другого – 76%.
6. Якщо суданську траву збирали до викидання волотей, урожайність її становила у першому укосі – 38, другому – 42 і в третьому – 20%, а у фазі викидання волотей – відповідно 78, 16 і 6% від загальної урожайності маси. Яка сумарна урожайність зеленої маси, якщо урожайність у першому укосі становила при збиранні до викидання волотей і у фазі викидання їх відповідно 120 та 200 ц/га?
7. Суданська трава на насіння посіяна з міжряддями 30 см. До збирання збереглося 15 рослин на 1 пог. м із середньою продуктивною кущистістю 2,15. Яка урожайність насіння з 1 га, якщо в кожній волоті було по 150 насінин з масою 1000 – 14 г?
8. Яку площу можна засіяти насінням, одержаним із 10 га насінника суданської трави, якщо урожайність насіння становить 180 г/м², вихід кондиційного насіння – 80%, норма

- висіву на товарних посівах – 2 млн насінин на 1 га, маса 1000 насінин – 13 г, схожість – 85 і чистота насіння – 95%.
9. Люцерна на зрошенні дала врожайність зеленої маси 840 ц/га, в т. ч. по укосах: 1 – 300, 2 – 220, 3 – 140, 4 – 110 і 5 – 70 ц/га. В 1 кг корму з 1 укосу містилося 0,18, 2 – 0,20, 3 – 0,21, 4 – 0,23, 5 – 0,25 к. од. Яка середня забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном, якщо збір його за всі укоси становив 2655 кг?
 10. Визначити біологічну врожайність насіння люцерни, посіяної з міжряддями 45 см при середній відстані між рослинами в рядку – 4 см. На кожній рослині сформувалося по 90 бобів із чотирма насінинами в кожному. Маса 1000 насінин – 2 г.
 11. Для одержання максимальної врожайності зеленої маси необхідно мати 130 рослин люцерни на 1 м². При сівбі під покрив ячменю ярого норма висіву становить 15 кг/га насіння з посівною придатністю 85% і масою 1000 насінин – 1,8 г. Який відсоток від висіяного схожого насіння становитиме оптимальна густина рослин?
 12. Для сівби ріпаку озимого з житом озимим смугами завширшки 1,8 м заготовлено відповідно 252 і 3360 кг насіння. На яку площу вистачить цього насіння, якщо висівають його з міжряддями 15 см і на 1 пог. м треба висіяти 34 насінини ріпаку та 60 – жита? Маса 1000 насінин ріпаку – 4, жита – 30 г.
 13. Насінник ріпаку озимого посіяно з міжряддями 45 см. Перед збиранням урожаю на 1 пог. м рядка було по 20 рослин. Розрахуйте біологічну врожайність насіння, якщо на рослині сформувалось у середньому по 180 стручків, у кожному з яких утворилось по п'ять насінин. Маса 1000 насінин – 5 г.
 14. Густина рослин капусти кормової під час збирання становила 180 тис./га при середній масі рослини 240 г і вологості маси 90%. Визначити вихід кормових одиниць з 1 га посіву, якщо в 1 кг сухої речовини міститься 0,86 к. од. і втрати врожаю під час збирання становлять 12%.
 15. Біологічна врожайність насіння еспарцету – 14,2 ц/га. При міжряддях 15 см на 1 пог. м рядка було вісім рослин, кожна з яких сформувала по п'ять суцвіть. Скільки бобів утворилося в кожному суцвітті, якщо маса 1000 бобів становить 22 г?

6. Технічні культури

1. Сівалка ССТ-12Б висіває клубочки буряків цукрових на відстані 6,6 см один від одного. Визначити норму висіву за масою, якщо маса 1000 клубочків становить 20 г.
2. Перед букетуванням посів буряків цукрових мав густоту 12 рослин на 1 пог. м. Під час букетування виріз становив 27, довжина букета – 20 см. Яка густота рослин була сформована внаслідок букетування (тис./га)?
3. Під час проведення вздовж рядкового прорідження за допомогою УСМП-5,4 знищується 56% рослин буряків цукрових. Чи потрібне подальше формування густоти, якщо перед прорідженням вона становила 12 рослин на 1 пог. м, а кінцева густота повинна бути 100 тис. рослин на 1 га. Після прорідження і до збирання врожаю зберігається 90% рослин.
4. Під час збирання буряків цукрових середня відстань між рослинами в рядку становила 25 см. З 1 м² зібрано по 4000 г коренеплодів з гичкою. Визначити середню масу коренеплоду, якщо співвідношення між гичкою й коренеплодами – 1 : 4.
5. На збирання буряків цукрових поточним способом середня продуктивність комбайну РКС-6 становить 8 га за 8-годинний робочий день. Скільки вантажних автомобілів потрібно для обслуговування одного комбайна, якщо врожайність коренеплодів – 340 ц/га, в автомобіль завантажують 6,5 т, тривалість рейсу – 1 год 20 хв?
6. У маточнику густота рослин буряків цукрових перед збиранням становила п'ять на 1 пог. м. Загальний збір коренеплодів з 1 га – 280 ц/га при втратах під час збирання 8%. Визначити середню масу коренеплодів, закладених на зберігання, якщо вихід стандартної продукції – 80%.
7. Чому дорівнює норма висіву соняшнику (кг/га), який висівають сівалкою СУПН-8 з із густотою чотири схожих насінин на 1 пог. м рядка? Маса 1000 насінин – 70 г, чистота насіння – 99, схожість – 96%.
8. Перед післясходовим боронуванням відстань між рослинами соняшнику в рядку становила 25 см. Після боронування на 1 га залишилося 52 тис. рослин. Визначити процент рослин, знищених під час боронування.
9. Рослини соняшнику розташовані в рядку перед збиранням урожаю на відстані 40 см одна від одної і мають у середньому по

- 1160 насінин у кошику. Визначити фактичну урожайність, якщо маса 1000 насінин становить 65 г, а втрати під час збирання – 8% від біологічної урожайності.
10. Перед збиранням урожаю рослини соняшнику розташовані в рядку на відстані 30 см одна від одної. Біологічна врожайність становить 23 ц/га, маса 1000 насінин – 48,3 г. скільки насінин утворилось у кожному кошику? За густотою рослин та розміром кошиків визначити: із сортом чи з гібридом ми маємо справу.
11. Визначити втрати під час збирання врожаю соняшнику, якщо на 10 м^2 залишилось у середньому два кошики, кожен з яких містить 800 насінин. Крім того, на 1 м^2 розсипано по 40 насінин і в кожному кошику не вимолочено по 15 насінин. Густина рослин – 35 тис./га, маса 1000 насінин – 60 г.
12. Перед збиранням урожаю рослини рицини розміщені в рядку на відстані 35 см одна від одної. Ширина міжряддя – 70 см. На кожній сформувалося по одному суцвіттю з 25 плодами. Маса 1000 насінин – 400 г. Визначити біологічну врожайність рицини.
13. Перед збиранням урожаю коріандр, посіяний за схемою 45×15 см, має густоту 40 рослин на 1 пог. м рядка. Кожна рослина утворює в середньому по шість складних зонтиків, які, в свою чергу, складаються з п'яти зонтичків із сімома плодиками кожен. Визначити врожайність коріандру, якщо маса 1000 плодиків – 5,5 г, а втрати їх під час збирання – 9%.
14. Тютюн з густотою 6 рослин на 1 м^2 збирають 6 разів: перший раз зривають по 3 листки з рослини, другий – 4, третій – 5, четвертий – 5, п'ятий – 3 і шостий – 2. Визначити загальну врожайність сухого листя (з вологістю 10%), якщо середня маса одного сирого листка під час першого збирання становить 8 г, другого – 8,5; третього та четвертого – 9; п'ятого – 8 і шостого – 7 г. Вологість сирого листка під час всього періоду збирання – 76%.
15. Розрахувати врожайність насіння льону-довгунцю, якщо на 1 м^2 перед збиранням було 2000 рослин і на кожній з них сформувалося по три коробочки з трьома насінинами кожна. Маса 1000 насінин – 5 г. Втрати насіння під час збирання – 6%.

**Винос елементів живлення кг на 1 ц основної продукції з
врахуванням побічної (середні узагальнені дані)**

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озима пшениця	3,0-3,5	0,9-1,2	1,8-2,5
Яра пшениця	3,3-4,0	1,0-1,3	1,9-2,7
Озиме жито	2,9-3,3	1,1-1,4	2,2-3,0
Ячмінь	2,3-2,7	0,9-1,1	1,7-2,2
Овес	2,9-3,5	1,2-1,5	2,4-2,9
Кукурудза	2,9-3,3	0,9-1,2	3,0-3,5
Просо	3,0-3,5	0,9-1,2	2,0-2,7
Сорго	3,4-3,8	1,0-1,2	1,5-1,9
Рис	2,6-3,0	1,2-1,5	3,2-3,6
Гречка	2,9-3,5	1,3-1,6	3,6-4,2
Горох	6,0-6,8	1,3-1,6	1,9-2,2
Люпин (однорічний)	6,0-6,9	1,8-2,0	4,0-5,0
Соя	6,5-7,5	1,3-1,7	1,8-2,2
Картопля	0,5-0,7	0,2-0,4	1,3-1,6
Льон-довгунець – насіння - соломка	7,0-8,5	3,5-4,5	6,5-7,5
	1,15-1,4	0,8-0,9	1,6-1,9
Коноплі – соломка	1,8-2,2	0,5-0,7	0,9-1,2
Соняшник	5,0-7,0	2,5-2,8	13,5-19,5
Цукрові буряки	0,4-0,55	0,15-0,2	0,6-0,9
Кормові буряки	0,2-0,35	0,08-0,15	0,5-0,9

**Коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунтових
запасів (середні узагальнені дані)**

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озима пшениця	0,2-0,35	0,05-0,15	0,08-0,2
Яра пшениця	0,2-0,3	0,05-0,1	0,06-0,18
Озиме жито	0,2-0,35	0,05-0,15	0,08-0,29
Ячмінь	0,105-0,35	0,05-0,15	0,06-0,12
Овес	0,2-0,35	0,05-0,15	0,08-0,16
Кукурудза	0,25-0,4	0,06-0,18	0,08-0,3
Просо	0,15-0,35	0,05-0,13	0,06-0,15
Сорго	0,15-0,4	0,06-0,15	0,07-0,17
Рис	0,25-0,45	0,08-0,18	0,08-0,18
Гречка	0,15-0,35	0,05-0,15	0,06-0,15
Горох	0,3-0,55	0,09-0,18	0,06-0,19
Люпин (однорічний)	0,3-0,65	0,08-0,18	0,07-0,36
Соя	0,3-0,45	0,09-0,15	0,06-0,15
Картопля	0,2-0,35	0,07-0,15	0,09-0,4
Льон-довгунець – насіння - соломка	0,25-0,35	0,03-0,14	0,07-0,2
	0,22-0,32	0,03-0,12	0,06-0,18
Коноплі - соломка	0,2-0,35	0,08-0,15	0,06-0,15
Соняшник	0,3-0,45	0,07-0,17	0,08-0,24
Цукрові буряки	0,25-0,5	0,06-0,15	0,07-0,4
Кормові буряки	0,2-0,45	0,05-0,12	0,06-0,25

Коефіцієнти використання елементів живлення польовими культурами з мінеральних добрив (середні узагальнені дані)

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озима пшениця	0,55-0,85	0,15-0,45	0,55-0,95
Яра пшениця	0,45-0,75	0,15-0,35	0,55-0,85
Озиме жито	0,56-0,8	0,25-0,4	0,65-0,8
Ячмінь	0,6-0,75	0,2-0,4	0,6-0,7
Овес	0,6-0,8	0,25-0,35	0,65-0,85
Кукурудза	0,65-0,85	0,25-0,45	0,75-0,95
Просо	0,55-0,75	0,25-0,4	0,65-0,85
Сорго	0,55-0,8	0,25-0,35	0,65-0,85
Рис	0,6-0,85	0,25-0,3	0,75-0,9
Гречка	0,5-0,7	0,3-0,45	0,7-0,9
Горох	0,5-0,8	0,3-0,45	0,7-0,8
Люпин (однорічний)	0,5-0,9	0,15-0,4	0,55-0,75
Соя	0,5-0,75	0,25-0,4	0,65-0,85
Картопля	0,5-0,8	0,25-0,35	0,85-0,95
Льон-довгунець – насіння	0,55-0,7	0,15-0,35	0,65-0,85
Коноплі - соломка	0,55-0,65	0,15-0,3	0,65-0,8
Соняшник	0,55-0,75	0,25-0,35	0,65-0,95
Цукрові буряки	0,6-0,85	0,25-0,45	0,7-0,95
Кормові буряки	0,65-0,9	0,3-0,45	0,8-0,95

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Базова література

1. Землеробство : підручник / І. Д. Примак та ін. Київ : Центр навчальної літератури, 2020. 578 с.
2. Маренич М. М., Веревська О. В., Шкурко В. С. Прогнозування врожайності сільськогосподарських культур. Полтава : СІМОН, 2011. 115 с.
3. Оцінка методичних підходів щодо екологічного обґрунтування застосування добрив під сільськогосподарські культури / за ред. О. В. Харченка, В. І. Прасола. Суми : Університетська книга, 2011. 48 с.
4. Прогноз і програмування врожаїв сільськогосподарських культур : методичні рекомендації для виконання самостійної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форм здобуття вищої освіти/ уклад. В. В. Гамаюнова, І. В. Смірнова. Миколаїв : МНАУ, 2022. 32 с.
5. Прогноз і програмування врожаю сільськогосподарських культур : методичні рекомендації для підготовки студентів аграрних та технічних закладів вищої освіти III-IV рівнів акредитації до Всеукраїнської студентської олімпіади / уклад. Д. В. Бабенко, А. В. Дробітько, В. В. Гамаюнова, Н. В. Маркова, Т. М. Манушкіна, І. В. Смірнова, Т. В. Качанова. Миколаїв : МНАУ, 2020. 24 с.
6. Харченко О. В., Петренко Ю. М. Ресурсні рівні врожайності сільськогосподарських культур та їх екологічне оцінювання. Суми : ВВП Мрія, 2017. 56 с.
7. Харченко О. В., Прасол В. І., Кравченко С. М. Агроекономічні і екологічні основи програмування та програмування урожайності сільськогосподарських культур. Суми : Університетська книга, 2013. 237 с.

Допоміжна література

1. Марченко В., Гузь М., Паар Й. Механізація та технології обробітку ґрунту. Київ : Агроexpert, 2019. 200 с.
2. Адаптивні системи землеробства : підручник / В. П. Гудзь та ін. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 336 с.

Інформаційні ресурси

1. Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН : сайт. URL: <http://www.dnsgb.com.ua>.

Навчальне видання

**ПРОГНОЗ І ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЇВ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

Методичні рекомендації

Укладачі: **Гамаюнова** Валентина Василівна
Смірнова Ірина Вікторівна

Формат 60x84 1/16. Ум. друк. арк. 4,0.
Тираж 20 прим. Зам. № _____

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.