

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агротехнологій

Кафедра рослинництва та садово–паркового господарства

УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ПРОДУКЦІЇ
РОСЛИННИЦТВА

Методичні рекомендації

для виконання практичних робіт здобувачами початкового рівня
(короткий цикл) вищої освіти ОПП «Менеджмент» спеціальності
073 «Менеджмент» денної форми здобуття вищої освіти

Миколаїв
2022

УДК 633/635.002.6
У66

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від 19.05.2022 р., протокол № 9.

Укладач:

А. В. Панфілова – д-р с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

О. М. Дробітько – канд. с.-г. наук, директор ФГ «Олена» Вознесенського району Миколаївської області;
Т. В. Качанова – канд. с.-г. наук, доцент кафедри землеробства, геодезії та землеустрою, Миколаївський національний аграрний університет.

ЗМІСТ

Вступ	4
Практична робота 1. Рослини і умови їх життя	6
Практична робота 2. Методи розрахунку норм мінеральних добрив. Проектування сівозмін. Основи насіннєзнавства	13
Практична робота 3. Хліба I та II групи	23
Практична робота 4. Зернові бобові культури	31
Практична робота 5. Загальна характеристика олійних культур	38
Практична робота 6. Програмування врожаїв	43
Список рекомендованої літератури	64
Додатки	66

ВСТУП

Розв'язання проблеми координування аграрних відносин з метою надійного забезпечення населення високоякісною сільськогосподарською продукцією вимагає подальшої інтенсифікації сільськогосподарського виробництва і, зокрема, галузі рослинництва. В основі інтенсифікації повинні лежати наукові досягнення та розробки з питань біології, технології та економіки.

Основними складовими елементами технології вирощування всіх сільськогосподарських культур є: добір сортів (гібридів), розміщення культури в сівозміні після кращих попередників, ґрунтозахисна система обробітку ґрунту, система застосування добрив на основі розрахункових норм та діагностики, підготовка насіння до посіву, посів, догляд за посівами, збирання врожаю та підготовка його до зберігання. У зв'язку з цим, у майбутніх фахівців, зокрема і економічного профілю, у процесі вивчення навчальної дисципліни «Управління виробництвом продукції рослинництва» формується агрономічне міркування та виробляється здатність творчо аналізувати дані, як по окремих культурах, так і по галузі рослинництва в цілому, вміння організовувати та управляти виробничими процесами, розраховувати економічну ефективність технологій чи окремих технологічних прийомів.

Навчальна дисципліна «Управління технологіями виробництва продукції рослинництва» є компонентою освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти початкового (короткий цикл) рівня вищої освіти за спеціальністю 073 Менеджмент галузі знань 07 Управління та адміністрування та узгоджується з її метою – підготовка молодших бакалаврів за початковим рівнем (короткий цикл) вищої освіти, здатних розв'язувати типові завдання та здійснювати професійну діяльність у сфері менеджменту, що передбачає набуття загальних й фахових компетентностей та може характеризуватися певною невизначеністю умов.

Метою практичних робіт з дисципліни є формування у майбутніх фахівців технологічної підготовки з виробництва рослинницької продукції, ознайомлення здобувачів вищої освіти з основними фундаментальними положеннями управління виробництвом продукції рослинництва, принципами функціонування агрофітоценозів, з проблемами ресурсно-економічного спрямування у аграрній сфері, а також з сучасними принципами і стратегіями

сталого розвитку, шляхами і засобами гармонізації процесів економічного розвитку суспільства.

В результаті виконання практичних робіт студенти повинні ознайомитися з основними засадами розробки, удосконалення та реалізації прогресивних технологій у рослинництві в умовах різних форм власності і господарювання; програмувати в господарствах максимально можливих рівнів урожайності сільськогосподарських культур; здійснювати біологічний контроль за станом посівів та управляти процесами формування врожаю; розробити заходи щодо поліпшення якості та зменшення втрат рослинницької продукції.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. Рослини і умови їх життя

Завдання: 1. Дати визначення основним законам землеробства і рослинництва.

2. Вивчити органи рослин та їх функції.

2.1. Вивчити будову кореневої системи.

2.2. Вивчити будову стебла, листка, квітки, плода, насіння.

1. Основні закони землеробства і рослинництва

Урожайність польових культур визначається певними законами, які враховують взаємодію факторів та умов вегетації рослин – водний, поживний, світловий, тепловий, повітряний режими.

Знання законів землеробства, які визначають головні теоретичні положення його як науки і практичні заходи, запобігає багатьом помилкам і сприяє ефективному використанню землі як основного засобу виробництва у сільському господарстві. Розглянемо найважливіші з них.

Закон рівнозначності та незамінності факторів життя, сформульований В. Вільямсом, є основним загальнотеоретичним законом землеробства. Він стверджував, що всі фактори життя рослин абсолютно рівнозначні й незамінні. Згідно з цим законом, рослини мають бути забезпечені всіма факторами без винятку для створення умов, необхідних для їх життєдіяльності, і замінити один фактор іншим неможливо, тому що всі вони однаково необхідні для рослин незалежно від того, в якій кількості ці фактори використовуються – у макро- чи мікрокількостях.

Закон обмежувального фактора був сформульований уперше німецьким вченим Ю. Лібіхом як закон мінімуму відносно елементів живлення. Відповідно до нього продуктивність рослин прямо залежить від рівня забезпечення їх тими поживними речовинами, які містяться в ґрунті у найменшій (мінімальній) кількості. Пізніше у досліджах Г. Гельрігеля це було встановлено щодо забезпечення рослин водою, дослідженнями Ю. Сакса – щодо забезпечення теплом, а Е. Вольні – світлом, теплом і поживними речовинами. Таким чином, виявилось, що цей закон стосується не тільки елементів живлення, а всіх факторів життя.

У міру підвищення забезпеченості рослин найбільш дефіцитним для них фактором зростає їх продуктивність доти, доки не стане обмежувальним інший фактор. Тоді потрібно підвищувати забезпечення рослин цим іншим фактором. Якщо ж різко підвищувати забезпечення якимось одним фактором, не змінюючи рівні інших, то продуктивність рослин може обмежуватись не дефіцитом фактора, а його надмірною кількістю. Отже, як недостатнє, так і надмірне забезпечення рослин будь-яким фактором життя обмежує їх продуктивність. Це **відповідає закону мінімуму, оптимуму і максимуму**, який за своєю суттю тісно пов'язаний з попереднім і згідно з яким найвища врожайність культурних рослин досягається за умови забезпечення їх факторами життя в оптимальних кількостях.

В землеробстві діє ще один надзвичайно важливий закон – **закон сукупної дії факторів**, основи якого сформулював німецький учений Лібшер, а суть його полягає в тому, що найвища продуктивність рослин досягається за умов забезпечення їх усіма факторами життя в оптимальних кількостях і співвідношеннях. При цьому спостерігається найвища ефективність від дії кожного фактора та позитивної взаємодії між усіма факторами. Цей закон вказує на те, що для отримання найвищих урожаїв культурних рослин потрібно комплексно застосовувати заходи оптимізації забезпечення їх усіма факторами: і водою, і поживними речовинами, і повітрям, і теплом, і світлом.

Досить важливу роль у землеробстві відіграє дотримання положень **закону повернення поживних речовин у ґрунт**. У середині ХІХ ст. він був сформульований Ю. Лібихом як закон повернення поживних речовин у ґрунт, і суть його полягала в тому, що всі поживні речовини, використані рослинами на створення врожаю, потрібно повертати в ґрунт з добривами. Якщо цього не робити, то ґрунт поступово виснажується і врожайність вирощуваних на ньому рослин знижується. З часом цей закон уточнювався, поглиблювався і тепер розуміється так, що за систематичного обробітку ґрунту, використання інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур та впливу інших чинників з нього не тільки забираються поживні речовини, відчужені з урожаєм, а й втрачаються енергетичні ресурси, змінюються властивості ґрунтового середовища в бік погіршення (деградації). Тому, згідно з цим законом, для збереження родючості

грунту необхідно за допомогою заходів землеробства відновлювати в ньому всі фактори життя і властивості, втрачені ґрунтом у зв'язку з формуванням урожаю вирощуваних культур.

Відомий у землеробстві й **закон плодозміни**, згідно з яким за однакових ґрунтово–кліматичних і технологічних умов вищу врожайність сільськогосподарських культур забезпечує вирощування їх при правильному чергуванні в сівозміні, а не беззмінно на одному полі. При цьому найвищої продуктивності сівозміни можна досягти за умови щорічної зміни в ній культур, найбільш віддалених за біологією та технологією вирощування.

2. Органи рослин та їх функції

2.1. Вивчення будови кореневої системи

Органи вищих рослин поділяють на вегетативні і репродуктивні (генеративні). Тіло рослини складається з вегетативних органів, які виконують основні функції його життєдіяльності. До них належать корінь, стебло і листок. Стебло з листками і бруньками називають пагоном. Репродуктивні органи призначені для безстатевого і статевого розмноження. У покритонасінних до них належить квітка і її похідні – насінина і плід. Деякі види рослини можуть розмножуватись і за допомогою вегетативних органів.

Корінь – один із вегетативних органів високоорганізованих рослин. Головні функції кореня – закріплення рослин в ґрунті, поглинання з ґрунту води і мінеральних речовин і транспортування їх до інших органів рослин. У деяких рослин корінь є місцем відкладання запасних органічних речовин (коренеплід), а також органом вегетативного розмноження (коренепаросткові рослини).

Сукупність усіх коренів рослини, які утворюються внаслідок їх наростання і галуження, створюють кореневу систему.

Розрізняють два основних види кореневої системи – стрижневу і мичкувату (рис. 1).

Стрижнева коренева система створена головним коренем, що чітко виділяється, і бічними. Такі корені формуються у дводольних рослин (соняшника, картоплі, гороху та ін.).

Мичкувата коренева система утворена додатковими і бічними коренями, що утворюються на нижній частині стебла. Головний корінь, що розвивається із зародкового корінця, різко сповільнює свій

ріст, а додаткові і бічні корені швидко ростуть; згодом головний корінь неможливо відрізнити, а в деяких видів він відмирає. Мичкувата коренева система характерна для більшості видів однодольних рослин (пшениці, жита, мишію та ін.).

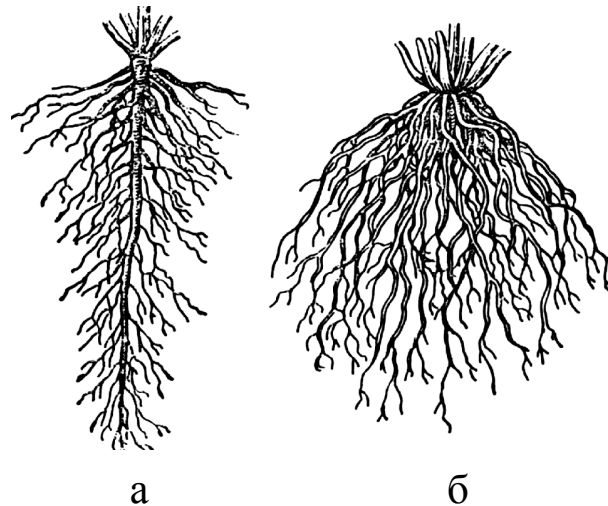


Рис. 1. Типи корневих систем: а – стрижнева, б - мичкувата

Симбіоз бактерій з коренями бобових рослин.

Важливим хімічним елементом, який засвоюють рослини, є азот. Азот рослини дістають з ґрунту з солей азотистої і азотної кислот, а також з амонійних сполук. Дуже багато азоту є в атмосфері. Однак зелені рослини не можуть засвоювати атмосферний азот. Його можуть використовувати лише бактерії, що живуть у ґрунті.

Крім деяких вільно живучих у ґрунті бактерій, здатних засвоювати азот повітря (молекулярний азот), існують спеціальні бактерії – ризобії, які можуть фіксувати азот тільки перебуваючи в тілі рослини. Це так звані бульбочкові бактерії. Вони проникають в корені рослин переважно через щілини, які утворюються в головному корені при виході назовні бічного кореня. В коровій паренхімі бактерії живуть і розмножуються. При цьому утворюються вирости, які називають бульбочками (рис. 2).

Всередині бульбочок знаходиться багато бульбочкових бактерій, які мають властивість фіксувати атмосферний азот, що дифундує в ґрунт і бульбочки. В бульбочках бактерії зв'язують атмосферний азот в аміак, який потім перетворюється на інші сполуки азоту, життєво потрібні для рослин. Рослини, з якими живуть бульбочкові бактерії, зокрема рослини, які відносяться до родини бобових (горох, соя, люпин, конюшина та ін.).

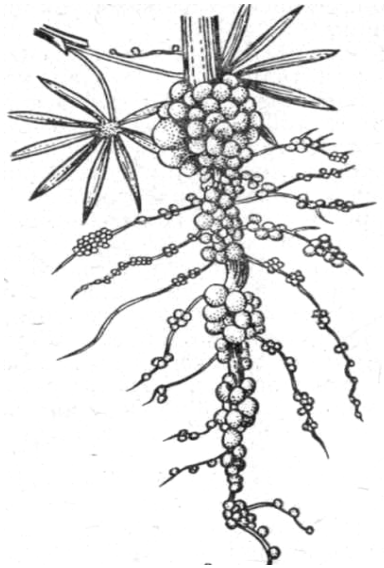


Рис. 2. Бульбочки на коренях люпину

2.2. Вивчення будови стебла, листка, квітки, плода, насіння

Надземною частиною рослини є **стебло**, на якому формуються листки, квітки, плоди. Стеблом від коренів до листків разом з водою переміщуються елементи мінерального живлення, а від листків до кореня – продукти фотосинтезу. У стеблах поживні речовини можуть відкладатися про запас.

За формою (на поперечному зрізі) стебла бувають циліндричними, тригранними, чотиригранними, багатогранними, плоскими, крилатими (на стеблі розвиваються листкоподібні вирости).

За консистенцією розрізняють трав'янисте, дерев'янисте, порожнисте стебло (соломина) та з серцевиною. Трав'янисте стебло формується і відмирає за один вегетаційний період; дерев'янисте – багаторічне, з добре розвинутою деревиною; порожнисте – в середині порожнє, без серцевини; в стеблі з серцевиною середина виповнена паренхімою (наприклад, стебло соняшника).

За напрямком росту стебла є такі: прямостояче (талабан); чіпке (огірок); витке (березка); лежаче (гарбуз); повзуче (суниця); припідняте (спориш).

Листок – це вегетативний орган, що виконує функції фотосинтезу, дихання та випаровування (асиміляції, дисиміляції і транспірації) і забезпечує органічне живлення рослини. Крім того, листок є органом вегетативного розмноження та органом відкладання поживних речовин.

Листки більшості рослин мають черешки, листкові пластинки та прилистки. Розрізняють прості і складні листки. У *складних* є кілька листочків, що прикріплюються черешками до загального черешка. *Складні листки бувають* перистими, трійчастими і пальчастими. *Перисті поділяються на:* парно- і непарноперисті, у яких верхівка закінчується листочком. *Трійчасті* листки складаються з трьох простих листочків. У *пальчастих* їх більше трьох.

Поверхня листків укрита епідермісом, зовнішні клітини якого містять жироподібну речовину – кутин. Між клітинами епідермісу багато отворів, або продихів (500-700 на 1 мм²). Продихи регулюють випаровування води та надходження повітря в тканини листків.

Пластинка листка густо пронизана провідними пучками (жилками). По провідних пучках у листок надходить вода з мінеральними речовинами, а також по них відтікають синтезовані органічні речовини.

Квітка – вкорочений, видозмінений пагін, з якого утворюються плоди і насіння. Вона *складається* з квітконіжки, квітколожа, оцвітини (чашолистика та пелюстки), пиляків і маточки.

Квітки розміщуються на кінцях пагонів або у півхах листків і зібрані в різні типи суцвіть – колос, волоть, кошик, зонтик, китицю та ін. (рис. 3).

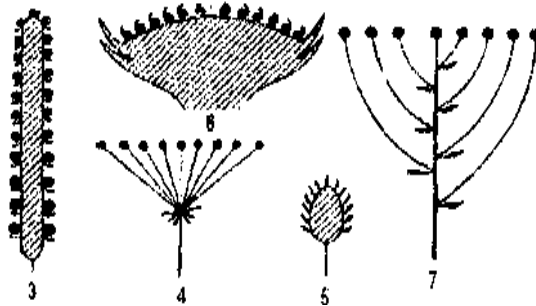


Рис. 3. Схема суцвіть: 1 – китиця, 2 – колос, 3 – початок, 4 – зонтик, 5 – головка, 6 – кошик, 7 – щиток

Розрізняють одно- та двостатеві квітки. У одностатевих є лише пиляки або маточка, а у двостатевих – пиляки і маточка. Рослини, в яких утворюються двостатеві квітки або чоловічі і жіночі квітки, **називаються однодомними**. У **двodomних рослин** чоловічі квітки утворюються на одній рослині, а жіночі – на іншій (коноплі). Більшість рослин *перехреснозапилні*: квітки їх запилюються пильком інших рослин (жито, кукурудза, буряки, соняшник). До

самозапильних рослин належать пшениця, ячмінь, горох, квасоля та інші.

Після запилення квіток відбувається запліднення: із насінневого зародка розвивається насінина, а із зав'язі – плід.

Насінина складається із зародка, запасних речовин та покривних оболонки. У зародка є корінець, сім'ядолі, брунька, стебельце.

Культурні рослини належать до покритонасінних і **поділяються на два класи**: одно- та двосім'ядольні. У насінин більшості двосім'ядольних ендосперм не утворюється, запасні поживні речовини відкладаються в сім'ядолях зародка.

Плід – найхарактерніший орган покритонасінних рослин. Він утворюється у результаті процесів, які відбуваються у квітці після запліднення. Слід, однак, зауважити, що плоди можуть розвиватися без запліднення і утворення насіння. Таке явище (партенокарпія) дуже поширене, особливо серед видів з великою кількістю насінних зачатків у плоді (банан, інжир, ананас, томат). В одних видів партенокарпія можлива і без запліднення (цитрусові, перець), в інших воно необхідне як стимулюючий фактор (орхідні).

Плоди у рослин бувають сухими, соковитими, одно- та багатонасінними.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 2.

Методи розрахунку норм мінеральних добрив. Проектування сівозмін. Основи насіннізнавства

- Задання:**
1. Вивчити добрива, їх властивості, класифікацію.
 2. Розрахувати дози добрив на запланований врожай.
 3. Дати визначення сівозміни України. Провести проектування сівозміни для господарства.
 4. Вивчити основи насіннізнавства.

1. Добрива, їх властивості, класифікація.

Одним із найважливіших прийомів регулювання умов живлення сільськогосподарських рослин протягом вегетаційного періоду, а також підвищення родючості ґрунтів, є застосування добрив. Вони не тільки підвищують урожайність культур, але і поліпшують їх якість.

Система застосування добрив – це комплекс науково-обґрунтованих прийомів раціонального використання органічних і мінеральних добрив, що забезпечує одержання запланованої врожайності й підвищення родючості ґрунту.

Проте висока ефективність досягається лише у разі відповідності їх доз, термінів та способів внесення добрив біологічним вимогам рослин з урахуванням ступеня забезпечення поживними елементами ґрунту.

Правильне поєднання основного, припосівного удобрення і підживлень забезпечує потребу рослин в елементах живлення і найвищу окупність добрив урожаєм.

Основне внесення добрив. Під час основного обробітку ґрунту слід внести органічні та мінеральні добрива. Норми внесення добрив визначають згідно з системою удобрення та планом їх використання. У степовій зоні 80 – 90 % планової норми фосфорних і калійних мінеральних добрив використовують як основне удобрення, решту вносять у рядки під час сівби і в підживлення.

Припосівне удобрення – це внесення добрив під час сівби. У рядки частіше вносять гранульований суперфосфат або гранульовані комплексні добрива (нітрофоску) по 80 – 100 кг/га.

Підживлення – це внесення добрив під час вегетації рослин для посилення живлення в певні періоди їх розвитку.

Розрізняють підживлення кореневі і позакореневі. При корневих підживленнях добрива вносять у ґрунт культиваторами, рослинопідживлювачами в міжряддя просапних культур (біля рядка рослин). При позакореновому підживленні розчин добрива вносять на листки та інші наземні органи рослин. Його застосовують здебільшого для посилення живлення азотом та мікроелементами.

Характеристика основних видів мінеральних добрив.

Мінеральні добрива поділяють на прості і комплексні (складні, змішані і комбіновані). Прості містять у своєму складі один елемент живлення, а комплексні – два і більше.

Азотні добрива

Аміачна селітра (NH_4NO_3) містить 34 % азоту в аміачній і нітратній формах. Це гранульований продукт білого або червонуватого кольору, легко розчиняється у воді, фізіологічно слабокисла сіль. Розчиняється в ґрунтовій волозі. Аміачну селітру можна застосовувати під усі сільськогосподарські культури за будь-якого способу внесення на всіх ґрунтах.

Сечовина [карбамід – $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] містить 46% азоту. Це гранульована речовина білого кольору, добре розчиняється у воді. Сечовину можна застосувати на всіх ґрунтах за будь-якого способу внесення. Це найкраще добриво для позакоренового підживлення рослин.

Сульфат амонію [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] містить 21 % азоту, білий або сіруватий кристалічний порошок, що легко розчиняється у воді, має незначну гігроскопічність, фізіологічно кисле добриво. Його можна застосувати під усі культури як основне добриво.

Фосфорні добрива

Суперфосфат звичайний [$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4$] випускається переважно у вигляді темно-сірого гранульованого продукту, містить 20% фосфору, якого до 75% розчиняється у воді, хімічно кисле добриво. Гранульований суперфосфат не злежується, добре розсівається.

Суперфосфат можна застосовувати на всіх ґрунтах під усі культури як основне і припосівне удобрення, а також у підживлення.

Суперфосфат подвійний [$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$] – концентроване гранульоване добриво. Містить 45 P_2O_5 , у тому числі до 42 % P_2O_5

водорозчинного. На відміну від простого суперфосфату не містить гіпсу. Використовують так само, як суперфосфат звичайний.

Калійні добрива

Хлористий калій (KCl) містить 60 % K_2O , випускається у вигляді білого крупного кристалічного порошку або в гранулах, малогігроскопічний. Його можна змішувати майже з усіма формами добрив. Застосовують як основне і припосівне добриво, а також у підживлення.

Калійна сіль (40%) – продукт змішування хлористого калію з розмеленим силвінітом або каїнітом. Добриво малогігроскопічне, в сухому стані розсівається задовільно. Його можна вносити під різні культури, але особливо під цукрові буряки, які позитивно реагують на натрій.

Комплексні добрива

Амофос ($NH_4H_2PO_4$) містить 12% N і 50% P_2O_5 , випускається переважно у вигляді сірого гранульованого продукту, не злежується, добре розчиняється у воді. Застосовують як універсальне добриво під усі культури на всіх ґрунтах.

Діамофос [$(NH_4)_2HPO_4$] містить 20% N і 50% P_2O_5 . Застосовують так само, як і амофос.

Нітроамофоска – потрійне гранульоване добриво рожевого або білого кольору, що містить по 17% азоту, фосфору і калію у водорозчинній формі. Застосовують як універсальне добриво.

2. Розрахунок доз добрив на запланований врожай.

Норми добрив під окремі культури встановлюють за рекомендаціями науково–дослідних установ з урахуванням рівня родючості ґрунту, біологічних особливостей рослин, водного режиму, агротехніки. Норми мінеральних добрив прийнято виражати в кілограмах поживних речовин на 1 га. Для азотних добрив – у азоті (N), для фосфорних – в фосфорному ангідриді (P_2O_5), для калійних – в окисі калію (K_2O).

Поживні речовини добрив називають діючою речовиною. Знаючи встановлену норму поживних речовин для культури на гектар і вміст їх у добриві, розраховують норму добрив в фізичній вазі на 1 кг.

Розрахунок норми добрив проводять за формулою:

$$X = \frac{a * 100}{b}, \text{ де}$$

x – норма добрив у фізичній вазі, кг/га;

a – норма поживних речовин, кг/га;

b – вміст діючої речовини в добриві, %.

Наприклад, під пшеницю озиму необхідно внести N_{90} . У господарстві є аміачна селітра. Знаючи, що в аміачній селітрі міститься 34% азоту, визначаємо необхідну кількість аміачної селітри:

$$X = \frac{90 * 100}{34} = 265 \text{ кг/га}$$

Дещо по іншому розв'язуємо задачу за наявності в господарстві комплексних добрив.

Наприклад, необхідно розрахувати, скільки слід внести сечовини і амофосу під сою, якщо рекомендована норма $N_{40}P_{60}$.

У даному разі розв'язання починаємо з комплексного добрива (амофосу) за елементом вміст якого в добриві більший. Амофос містить азоту 12% і фосфору – 50%.

Хід розв'язання такий:

1) визначаємо, скільки амофосу по вмісту фосфору необхідно внести під сою:

$$x = \frac{100 * 60}{50} = 120 \text{ кг/га}$$

2) Скільки азоту міститься в 120 кг амофосу?

$$x = \frac{120 * 12}{100} = 14 \text{ кг}$$

3) Скільки азоту необхідно довести під сою з простими добривами?

$$40 \text{ кг/га} - 14 \text{ кг/га} = 26 \text{ кг/га}$$

4) Скільки сечовини необхідно внести під сою?

$$x = \frac{100 * 26}{46} = 56,5 \text{ кг/га}$$

Розрахунок доз елементів живлення на запланований урожай.

Крім використання середніх, рекомендованих науково-дослідними установами доз елементів живлення, досить широке поширення в практиці одержав балансовий метод розрахунків доз добрив на запланований урожай.

У баланово–розрахунковому методі визначення доз добрив використовують дані за вмістом рухомих форм поживних речовин у ґрунті, які подано в агрохімічних картограмах, дані про використання поживних речовин з ґрунту та мінеральних добрив (табл. 1), показники виносу поживних речовин урожаєм сільськогосподарських культур на 1 ц основної з урахуванням відповідної кількості побічної, продукції (табл. 2).

Таблиця 1

Орієнтовані коефіцієнти використання поживних речовин з ґрунту і мінеральних добрив

Культура	З ґрунту			З мінеральних добрив		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зернові культури	0,2 – 0,3	0,1 – 0,15	0,1 – 0,2	0,6 – 0,8	0,2 – 0,3	0,6 – 0,7
Горох, соя	0,3 – 0,4	0,1 – 0,15	0,1 – 0,15	0,5 – 0,8	0,3 – 0,4	0,7 – 0,8
Буряки цукрові, картопля	0,25–0,35	0,1 – 0,15	0,1 – 0,4	0,6 – 0,8	0,6 – 0,8	0,7 – 0,8
Соняшник	0,3 – 0,4	0,1 – 0,18	0,1 – 0,25	0,6 – 0,8	0,3 – 0,4	0,7 – 0,9
Помідори	0,4	0,15	0,4	0,7	0,3	0,8

Таблиця 2

Винос поживних речовин (N₁P₁K) урожаєм сільськогосподарських культур на 1 ц основної, з урахуванням відповідної кількості побічної продукції, кг

Культура	Азот	Фосфор	Калій
Пшениця озима	3,2	1,1	2,0
Жито озиме	3,0	1,2	2,2
Ячмінь озимий	2,6	1,1	2,0
Ячмінь ярий	2,5	1,0	2,0
Овес	3,0	1,3	2,5
Кукурудза	3,0	1,1	3,2
Сорго	3,5	1,0	1,7
Гречка	3,2	1,4	3,9
Горох	6,0	1,4	2,0
Соя	7,0	1,5	2,0
Буряк цукровий (коренеплоди)	0,6	0,2	0,8
Буряк кормовий	0,4	0,14	0,5
Картопля	0,6	0,3	1,4
Соняшник	6	2,6	12,0
Льон (насіння)	7,5	4,0	7,0
Капуста	0,33	0,13	0,44
Помідори	0,26	0,04	0,36
Багаторічні трави	1,7	0,5	1,5
Кукурудза (зелена маса)	0,25	0,1	0,35

З органічних добрив (гною) коефіцієнт використання елементів живлення в перший рік становить: N – 0,3, K₂O – 0,4, P₂O₅ – 0,6.

При розрахунку доз елементів живлення на запланований урожай вважається, що 1 мг нітратного азоту (N – NO) і легкозасвоюваних P₂O₅ і K₂O (за Мачичіним) на 100 г орного шару звичайного, південного і темно-каштанового ґрунту дорівнює приблизно 40 кг/га поживної речовини.

Розрахунок добрив ведеться за формулою:

$$D = \frac{U * B - PxKz}{Kd}, \text{ де}$$

D – доза внесення мінеральних добрив, кг/га діючої речовини;

U – запланований урожай, ц/га;

B – винос елементів живлення урожаєм, кг/у основної продукції;

Kz, *Kd* – коефіцієнти використання поживних речовин відповідно з ґрунту і мінеральних добрив.

Приклад. Розрахувати дозу азоту одержання 60 у/га зерна озимої пшениці за умови, що в одному шарі ґрунту чорнозему південного вміст нітратного азоту (N – NO₃) складає 120 кг/га. З таблиці 2 видно, що винос азоту озимою пшеницею складає 3,2 кг/у, коефіцієнт використання азоту з ґрунту 0,3, з мінеральних добрив 0,8. Підставляючи ці дані в формулу, розраховуємо:

$$D_N = \frac{60 * 3.2 - 120 * 0.3}{0.8} = 195 \text{ кг/га}$$

Таким чином, щоб одержати урожайність зерна 60 ц/га пшениці озимої необхідно внести 195 кг/га азоту.

3. Сівозміни України. Проектування сівозмін.

Сівозміною називають науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур і парів у часі й на території або тільки в часі.

Розрізняють три групи сівозмін: польові, кормові і спеціальні. Польові сівозміни насичені в основному зерновими та просапними культурами. Їх поділяють на зернопарові, зернопаропросапні, зернопросапні, зернотрав'яні, зернотрав'янопросапні (плодозмінні, травопільні, просапні, травопільно-просапні, сидеральні) .

У кормових сівозмінах більше половини площі зайнятого кормовими культурами. Вони можуть бути прифермськими та лукопасовищними.

Спеціальні сівозміни запроваджують для культур, вирощування яких потребує спеціальних умов і прийомів. За призначенням вони можуть бути овочевими, конопляними, махорковими, рисовими, ґрунтозахисними та ін. Сівозміни такого типу здебільшого п'яти-, восьмипільні.

Кожна сівозміна має заплановану для неї земельну площу, певну кількість полів і установлений порядок чергування культур. Перелік сільськогосподарських культур і парів у порядку їх чергування називається **схемою сівозміни**. Наприклад: 1 – чорний пар; 2 – озима пшениця; 3 – цукровий буряк; 4 – кукурудза на зерно; 5 – ярий ячмінь; 6 – горох; 7 – озима пшениця; 8 – соняшник.

Кожна сівозміна складається з полів і ланок. **Полями сівозміни** називають однакові за площею ділянки ріллі, на які її розбивають відповідно до схеми при "нарізанні" полів. **Ланка сівозміни** – частина сівозміни, що складається з двох – трьох культур або чистого пару і однієї – трьох культур, наприклад: чорний пар – озима пшениця – цукрові буряки. Кожна культура може займати одне, декілька полів або частину поля. Поля сівозміни, в яких окремо розміщені посіви кількох однорідних за агротехнікою вирощування культур, називаються збірними. Найчастіше – це просапні, ярі, зернові, озимі та трав'яні збірні поля.

Попередником називають сільськогосподарську культуру або пар, які вирощували на полі в минулому році. Щоб правильно оцінити значення попередника для будь-якої культури, треба вивчити історію поля протягом кількох попередніх років, звернути особливу увагу на систему удобрення, обробіток ґрунту та боротьбу з бур'янами.

При запровадженні сівозмін слід знати, які культури і в якій кількості найбільш доцільно висівати в господарстві, тобто потрібно визначити **структуру посівних площ** (співвідношення посівних площ окремих культур чи їх груп до землі в обробітку). Рациональна структура посівних площ є економічною основою кожної сівозміни, яка з урахуванням спеціалізації, ґрунтових, погодних і організаційно-господарських умов господарства забезпечує максимальний вихід продукції з кожного гектара землі за найменших затрат праці. Щоб правильно встановити площу посіву тієї чи іншої культури потрібно

знати валовий збір і планову урожайність. Установивши валовий збір і планову урожайність окремих культур, визначають їх посівні площі.

У кожному господарстві запроваджують систему сівозмін, що складається з польових, кормових і спеціальних. Кількість сівозмін у господарстві залежить від організаційно-економічних та природних умов, а саме: від наявності в господарстві значних земельних масивів, що суттєво відрізняються між собою родючістю, ступенем зволоження, рельєфом тощо.

4. Основи насіннезнавства

Якість насіння – найважливіший фактор урожайності, бо насіння є носієм біологічних і господарських властивостей рослини.

Насіння характеризується 3 групами якостей:

1. Посівні якості – сукупність властивостей насіння, що визначають ступінь їх придатності до посіву, тобто забезпечують одержання дружніх сходів.

2. Сортові якості – відповідні вимогам на сортову чистоту, репродукцію, типовість та ін.

3. Урожайні якості – здатність давати урожайність визначеної величини в конкретних умовах вирощування.

Основні показники якості насіння (посівної)

- чистота; – не пошкодзованість шкідниками;
- схожість; – не ураженість хворобами.

На ці показники посівної якості насіння існують державні стандарти, вимогам яких повинні відповідати насіння, призначене до сівби.

Крім основних показників якості насіння, існують ще допоміжні, а саме:

- енергія проростання; – сила росту;
- вирівняність; – вологість насіння;
- маса 1000 штук.

Чистота насіння – це вміст насіння основної культури в масі насіння, %. Якщо чистота насіння нижче від передбаченої стандартом, насіння не можна висівати. Домішки насіння бур'янів визначають в штуках на 1 кг насіння культури.

Схожість – це кількість нормально-пророслого насіння за встановлений для культури строк (7–10 днів залежно від культури), % від кількості висіяних насінин.

1. *Нормально-проросле насіння* – це насіння з добре розвиненим корінцем, що має здоровий вигляд, з добре розвинутим підсім'ядольним і надсім'ядольним коліном з нормальною верхівкою брунькою.

2. *Непроросле насіння* – набубнявіле насіння, яке до моменту кінцевих підрахунків схожості не проросло, але при натиску пінцетом не розвалюється; або тверде насіння, яке не набрякло і не змінило зовнішнього вигляду.

3. *Несхоже насіння* – це загниле насіння, з розкладеним ендоспермом, потемнілим або загнилим зародком, а також проростки із загнилими вегетативними частинами; ненормально-проросле насіння з різними відхиленнями.

Низька схожість призводить до зрідженості посівів і зниження врожайності навіть тоді, коли нормою висіву можна досягти однакової густоти сходів. Схожість насіння визначено в лабораторних умовах за стандартним режимом пророщування називають – *лабораторною*.

Сила росту – здатність проростків долати опір ґрунту підчас проростання. Характеризується вона двома показниками:

– кількість проростків, що з'явилися на поверхні у % до висіяного насіння;

– масою проростків у грамах у перерахунку на 100 проростків.

Енергія проростання визначається згідно зі схожістю за перші 3–4 дні пророщування, і характеризує швидкість та дружність проростання насіння. Виражають її в % нормального пророслого насіння проби. Чим вища енергія проростання, тим дружніші сходи, тим менше вони пригнічуються бур'янами, тим вища урожайність культури. Схожість насіння в лабораторних умовах вища, ніж при висіванні в полі.

Ваговитість насіння – маса 1000 повітряно сухих насінин, виражена в грамах. Від ваговитості залежить *натура зерна* - маса зерна в об'ємі 1л. Чим культурніше насіння, тим воно краще виповнене, тим вища його питома маса, тим більше поживних речовин міститься в ньому, тим скоріше і краще воно буде рости на перших фазах розвитку і тим вище буде врожай і краща його якість.

Вирівняність насіння – це однорідність його за розміром. Вирівняне за розміром і масою насіння дає рівномірні сходи, а при переробці – продукцію кращої якості.

Партія насіння вважається вирівняною, якщо основна маса насіння (>80%) при просіюванні лишається на двох суміжних решетах.

Вологість насіння – має велике значення для збереження його високих посівних якостей. Насіння зі стандартною вологістю довше зберігає схожість.

Нормальна вологість становить для:

- ячменю, жита, вівса, багаторічних і однорічних злакових трав 14–15%;
- проса – 13,5–16%;
- гречки, гороху – 14–17%;
- соняшнику – 7%;
- льону-довгунця, багаторічних бобових трав – 13%;
- овочевих культур – 12–16%;
- цукрових буряків – 14,5%.

При підвищеній вологості насіння швидко втрачає схожість, зігрівається, пошкоджується хворобами.

Забороняється висівати насіння, в якому є карантинні шкідники і хвороби. Якщо в насінні є не карантинні шкідники і хвороби в допустимих кількостях, його знезаражують просушуванням газацією (фумігацією), термічною обробкою або хімічним протруюванням.

Насіння, яке за якостями відповідає вимогам стандарту, називається – *кондиційним*, а решту – *некондиційним* (не придатне для сівби).

Для кожної категорії насіння передбачаються граничні норми сортової чистоти, засміченості схожості, вологості. Приклад: м'яка пшениця, 1–3 репродукції: чистота – 98%; засміченість масова менше 2%, кількісна менше 20 насінин на 1кг; схожість більше 92%; вологість менше 15,5%.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 3. Хліба I та II групи

Завдання: 1. Визначити особливості хлібів I та II групи. Вивчити морфологічні особливості зернових культур, процеси росту і розвитку зернових злакових культур.

2. Вивчити морфологічні та біологічні особливості пшениці. Визначити види м'якої і твердої пшениці.

3. Кукурудза: вивчити морфологічні та біологічні особливості культури.

1. Особливості хлібів I та II групи.

За біологічними властивостями та морфологічними особливостями хлібні рослини поділяють на дві групи.

До хлібів першої групи належать: пшениця, жито, ячмінь, овес, тритикале.

Особливості хлібів першої групи:

1. На черевному боці зернівки є повздожжня борозенка;
2. Зернівка проростає кількома корінцями;
3. У колоску краще розвинуті нижні квітки;
4. Стебла здебільшого порожнисті;
5. Є озимі та ярі форми;
6. Для розвитку потребують довгого дня;
7. Невибагливі до тепла;
8. Вибагливі до вологи;
9. Ріст у післясходовий період досить швидкий.

До хлібів другої групи належать: кукурудза, просо, рис та сорго.

Особливості хлібів другої групи:

1. Зернівки не мають поздовжньої борозенки;
2. Зернівка проростає одним корінцем;
3. У колоску краще розвинуті верхні квітки;
4. Стебла здебільшого виповнені;
5. Тільки ярі форми;
6. Для розвитку потребують короткого дня;
7. Вибагливі до тепла;
8. Посухостійкі (за винятком рису);
9. Ріст у післясходовий період досить повільний.

Морфологічні особливості зернових культур

Хлібні злаки належать до родини тонконогових – *Poaceae* або злакових *Graminea*.

Будова злакових рослин. Усі хлібні злаки мають однакову будову.

Коренева система мичкувата, не має головного кореня. При проростанні насінин, із зародка формуються первинні або зародкові корінці. Пізніше з вузла кущіння виростає основна маса кореневої системи. Ці корінці називаються вторинними або вузловими.

Найбільш розвинута коренева система у жита, озимої пшениці. Основна частина кореневої системи розміщується в орному шарі ґрунту на глибині до 30 см. Окремі корені проникають у ґрунт на глибину до 1 м, іноді до 1,5–2 м.

Коренева система вівса і жита характеризується високою фізіологічною активністю – може засвоювати елементи живлення з важкорозчинних сполук ґрунту. У ярої пшениці й ячменю засвоювальна здатність менша, тому в ґрунт необхідно вносити легкорозчинні сполуки з добривами.

У кукурудзи і сорго досить часто розвиваються так звані повітряні корені, що відіграють в основному допоміжну роль і забезпечують стійкість рослин проти вилягання. На початкових етапах росту й розвитку рослин корені ростуть швидше ніж надземна частина рослини.

Стебло (соломина) у більшості культур порожнє або заповнене серцевиною, розділене вузлами на міжвузля. Міжвузлів у жита, пшениці, ячменю, вівса – 5–7, а у високостеблих культур, таких як кукурудза, сорго, може досягти 20 і більше. У кукурудзи і сорго стебло виповнене паренхімою, висотою 3–5 м, а в інших зернових – порожнисте висотою 70–150 см. З кожного вузла починає свій ріст листок. Ріст стебла відбувається за рахунок видовження і потовщення міжвузлів. Такий ріст називається інтеркалярним. Найкоротше нижнє міжвузля, кожне наступне довше за попереднє. Ріст стебла припиняється наприкінці цвітіння. Стебло у злакових рослин здатне до кущіння. Стебло порожнисте висотою 70–150 см. найкоротше нижнє міжвузля, кожне наступне довше за попереднє.

Листок лінійної форми. Складається з листкової піхви, яка у вигляді трубки охоплює стебло; листкової пластинки, що відходить під кутом до стебла. На місці переходу піхви у пластинку є тонка

прозора плівка, що називається язичком. Язичок щільно прилягає до стебла і перешкоджає потраплянню води у середину листової піхви. Біля основи листової піхви утворюються лінійні вирости, що називаються вушками. Нормального розвитку язичок і вушка досягають під час кушіння і можуть бути систематичною ознакою при визначенні роду до викидання рослинами суцвіть.

Суцвіття у зернових культур буває трьох типів: колос (пшениця, жито, тритикале, ячмінь), волоть (овес, просо, сорго, рис, кукурудза), качан (кукурудза).

Колос має колосовий стрижень, на виступах якого розміщуються колоски.

Волоть складається з основної осі і бокових гілок. На кінцях гілок останнього порядку є колоски.

Качан складається з стрижня і колосків, що вертикальними рядами розміщені у комірках стрижня.



Рис. 4. Суцвіття злакових рослин

а – колос пшениці; б, в, г – волоті відповідно вівса, проса, кукурудзи;
д – початок кукурудзи.

Колосок складається з однієї чи декількох квіток і двох колоскових лусок. Кожна квітка має дві квіткові луски – нижню (зовнішню) і верхню (внутрішню). Колосок у ячменю одноквітковий, у жита двоквітковий, у пшениці та вівса – багатоквітковий.

Зернові злаки бувають: перехреснозапильні – жито, кукурудза, сорго, а також самозапильні – пшениця, ячмінь, рис, просо, овес,

серед яких завжди трапляється невелика кількість перехреснозапильних рослин.

Плід – суха однонасінна зернівка, голозерна або плівчаста, якщо квіткові луски не від'єднуються від зернівки (ячмінь, овес, просо, рис).



Рис. 5. Зернівки хлібних культур

а – твердої пшениці; б – м'якої пшениці; в – жита; г – тритикале;
д – кукурудзи; е – проса; є – рису; ж – ячменю; з – вівса; и – сорго.

Ріст і розвиток зернових злакових культур

У процесі розвитку зернові проходять такі фази розвитку: сходи, кущіння, вихід у трубку, колосіння, цвітіння, досягання (молочна, воскова і повна стиглість).

Сходи. Фазу сходів характеризує вихід першого листка на поверхню ґрунту. Тривалість фази сходів у нормальних умовах коливається від 15 до 25 днів. При пізніх строках сівби рослини входять у зиму, маючи на рослині один-три листки. У такому разі фаза сходів продовжується навесні при відновленні вегетації, а її загальна тривалість разом з періодом зимового спокою становитиме 100–150 днів.

Кущіння – це поява бокових пагонів та вузлових коренів у рослин. Воно настає після утворення 3-х – 4-х листків. Підземний вузол, від якого відходять бічні пагони, **називається вузлом кущіння**. За відмирання вузла кущіння рослина гине. **Загальну куцистість** визначають за кількістю стебел на одній рослині, а за кількістю стебел, що дають урожай, визначають **продуктивну**

кущистість. Високі врожаї формуються за продуктивної кущистості 2-го – 3-го стебла. Краще кущатся – озимі, менше – ярі.

Вихід у трубку. Початком фази вважається момент, коли на головному пагоні з'являється перший стебловий вузол на відстані 2–5 см від поверхні ґрунту. Наступає ця фаза в озимих через 25–35 днів після відновлення весняної вегетації. Триває 25–30 днів. Холодна й хмарна погода сповільнюють ріст стебла.

Колосіння. Одночасно з інтенсивним ростом стебла, внаслідок різкого видовження передостаннього міжвузля, відбувається вихід колоса з піхви верхнього листка, що означає настання фази колосіння.

Цвітіння. За нормальних умов вегетації через 4–5 днів після виколошування настає цвітіння, що триває 3–6 днів. Починається цвітіння у пшениці з середини колоса й поступово переходить донизу і верхівки колоса. Жито, кукурудза, сорго – перехреснозапильні рослини, просо, овес, рис, пшениця, тритикале, ячмінь – самозапильні рослини.

Фази стиглості. Після цвітіння і запліднення із стінок зав'язі утворюється оболонка зернівки. Період формування зерна триває 12–16 днів і під кінець цього періоду відбувається настання **молочної стиглості**. Зерно в цій фазі нормальної величини, але ще зелене, молокоподібної консистенції. Вологість зерна становить 60–40%.

У **восковій стиглості** консистенція зерна нагадує віск, вологість зерна становить 40–20%. У кінці цієї фази зерно набуває нормального забарвлення, надходження поживних речовин у зерно і його ріст припиняються. У цей період починають роздільне збирання.

За **повної стиглості** вологість зерна становить 20–14%, воно стає твердим і втрачає зв'язок з материнською рослиною. Збирати зернові можна прямим комбайнуванням.

2. Пшениця. Визначення видів м'якої і твердої пшениці.

Пшениця, рід *Triticum* L. включає 22 види, з них найпоширеніші м'яка і тверда. З 22 видів трапляються також гілляста, культурна однозернянка, зандурі, полба (двозернянка), дика, польська, маха, спельта, карликова остиста, карликова безоста, круглозерна, ванська – загалом 15 видів.

М'яка або **звичайна пшениця** (*Tr. aestivum* L.) має довгий нещільний колос, лицьова сторона якого ширша за бічну. Колос може бути безостим і остистим, остюки коротші за колос і розходяться в

боки. Зерно має чітко виражений *чубок*, до зародка воно трохи ширше. Зародок виділяється нечітко. Зерно залежно від умов вирощування (особливо азотного фону живлення) може бути борошністим, напівскловидним або скловидним. Має ярі, напівозимі та озимі форми. Маса 1000 зерен – від 30 до 55 г. Найбільш цінні для випікання хліба сорти сильної м'якої пшениці.

Тверда пшениця (*Tr. durum* Desf) відрізняється від м'якої великим щільним колосом, у розрізі квадратним або дещо стиснутим, з більш широкою бічною стороною. Ості довші за колос, спрямовані паралельно до нього. Зерно крупне (45–65 г), подовжене, донизу звужується, у поперечному розрізі кутасте, переважно скловидне, із слабковираженим чубком, зародок чітко виділяється. Верхнє міжвузля соломки заповнене, листя неопушене.

Тверда пшениця дає високоякісне борошно – крупчатку для виробництва макаронів, вермішелі, манної крупи. У землеробстві домінують ярі форми, хоч уже виведено й озимі. Вирощують у Середній Азії, Сибіру, Поволжі, на Кавказі, Кубані, в Україні. За останні роки площа її в СНД досягла 6 млн га.

М'яка і тверда пшениці, а також інші (полонікум, тургідум, карликова, персикум, круглозерна) – це голозерні пшениці з неламким колосовим стрижнем. Після дозрівання колос не розпадається на окремі колоски. Зерно при обмолоті звільняється від колосових і квіткових лусок.

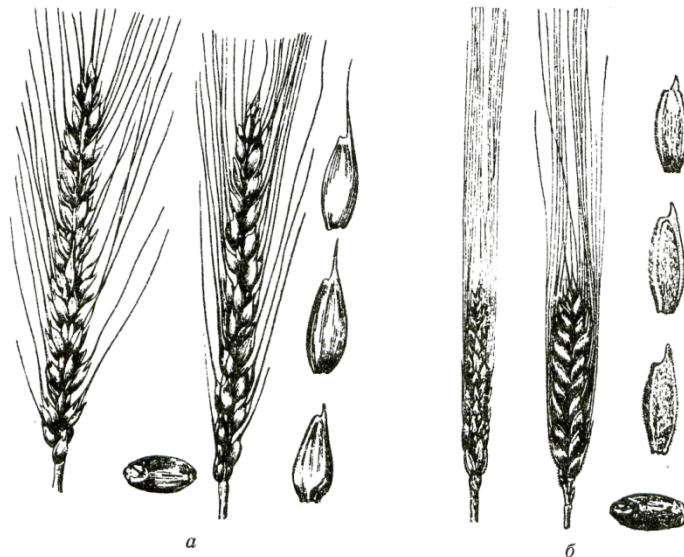


Рис. 6. Колос і зерно пшениці:
а – м'якої; б – твердої.

3. Кукурудза: морфологічні та біологічні особливості.

Морфологічні особливості

Рід кукурудзи представлений одним видом – кукурудзою культурною (*Zea mays* L.). Кукурудза однорічна трав'яниста рослина.

Коренева система мичкувата, добре розвинена, окремі корені проникають у ґрунт на глибину 2–3 м.

У кукурудзи розрізняють кілька ярусів коренів: зародкові, гіпокотильні, епикотильні, підземні вузлові та надземні стеблові (повітряні або опорні).

Стебло – міцна, груба, округла соломка, заповнена нещільною паренхімою. Висота його коливається від 60 - 100 см у ранньостиглих форм і до 5–6 м у пізньостиглих. Кількість міжвузлів у ранньостиглої кукурудзи 8–12, у пізньостиглої – до 30–40 і більше. У багатьох форм кукурудзи стебла здатні куштитися і утворюють пасинки.

Листки великі, із широкими довгими пластинками і коротким прозорим язичком. Листок зверху опушений. Розміщуються листки на стеблі почергово. Краї їх ростуть швидше ніж середина, тому вони хвилясті. На одній рослині може утворюватися від 8 до 40 листків. Кількість листків на стеблі відповідає кількості стеблових вузлів.

Кукурудза є однодомною роздільно статевую рослиною. На ній формується чоловіче **суцвіття** – волоть, та жіноче – початок. Волоть розміщується на верхівці головного стебла і бічних розгалужень, а качан – у пазухах листків. На осі волоті переважна кількість бічних гілок першого порядку, рідко на двох–трьох нижніх утворюються гілки другого порядку. Колоски з чоловічими квітками розміщені вздовж кожної гілки двома або чотирма рядами, попарно.

Початок – розвивається із бруньки. На стеблі утворюється 2–3 початки. Початок розміщується на короткій ніжці, покритий зовні обгортковими листками, що складаються з видозмінених листків. Початок складається із стрижня, у комірках якого попарно розміщені колоски. Вони двоквіткові але зерно утворюється лише з однієї квітці. Качан має парну кількість рядів від 4 до 30. Форма качанів циліндрична або конусоподібна, довжина їх 15–25 см.

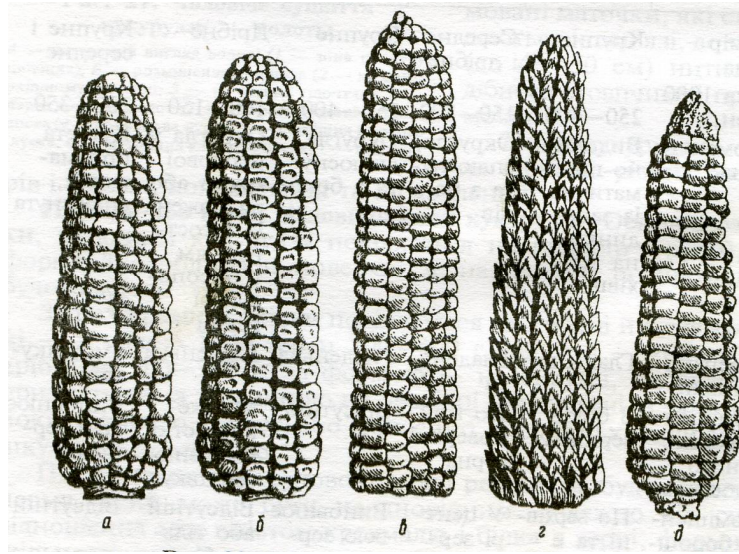
Зерно кукурудзи велике, округле або видовженої форми, білого чи жовтого забарвлення. Маса 1000 насінин – від 100 до 400 г.

За зовнішньою та внутрішньою будовою зерна кукурудза поділяється на 9 підвидів: напівзубовидна, зубовидна, кремениста,

цукрова, розлусна, крохмалиста, восковидна, півчаста та крохмалисто-цукрова.



А



Б

Рис. 7. Кукурудза:

А – рослина кукурудзи з бічними бруньками на вузлах стебла;
1 – бокові бруньки; 2 – поперечний розріз стебла на четвертому міжвузлі з бічною брунькою (внизу);

Б – початки різних груп кукурудзи; а – кременистої,
б – зубовидної; в – крохмалистої; г – розлусної; д – цукрової

ПРАКТИЧНА РОБОТА 4. Зернові бобові культури

Завдання: 1. Вивчити морфологічні та біологічні особливості зернобобових культур.

2. Соя: вивчити систематику та морфологічні особливості рослин.

1. Морфологічні та біологічні особливості зернобобових культур

Серед зернових бобових культур, які вирощують в Україні, найбільше значення мають горох посівний (*Pisum sativum* L.), люпин жовтий (*Lupinus luteus* L.), люпин білий (*Lupinus albus* L.) та люпин вузьколистий або синій (*Lupinus angustifolius* L.), кормові боби звичайні (*Faba vulgaris* Moench.), соя культурна або щетиниста (*Glycine hispida* Maxim.), квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.), сочевиця культурна або харчова (*Lens esculenta* Moench.), нут культурний (*Cicer arietinum* L.) та чина посівна (*Lathyrus sativus* L.).

За ботанічною класифікацією зернові бобові культури належать до родини бобових *Fabaceae*.

Коренева система у зернових бобових стрижнева, складається з добре розвиненого головного кореня, який розростається із зародкового корінця і проникає в ґрунт на глибину 100–200 см, та бічних корінців – відгалужень першого і наступних порядків, що поширюються в боки до 100–120 см і розміщуються в основному в орному шарі (0–35 см).

Розрізняють ще стеблові корені – гіпокотильні (підсім'ядольні), епикотильні (надсім'ядольні) та міжвузлові.

Гіпокотильні корені в основному розвиваються у рослин, що виносять на поверхню ґрунту сім'ядолі, – соя, люпин, квасоля (крім багатоквіткової). Розміщуються вони між кореневою шийкою та сім'ядолями. У рослин, що не виносять з ґрунту сім'ядолей – горох, кормові боби, сочевиця, чина, нут – утворюються переважно епикотильні корені, що розміщуються над сім'ядолями. На першому міжвузлі стебла можуть утворюватися при глибокому загортанні насіння у зволожений ґрунт міжвузлові корені.

На коренях є добре помітні бульбочки, що утворилися внаслідок проникнення в кореневу тканину азотофіксуючих бульбочкових

бактерій (*Bacterium radicolica*). Коренева система бобових характеризується значною кислотністю корневих виділень, що забезпечує розчинення важкорозчинних форм добрив, в основному фосфорних.

Стебло трав'янисте різної висоти від 25–50 см (сочевиця дрібнонасінна) до 250 см і більше у витких форм квасолі.

Стебло буває кількох типів:

- *пряmostoяче* (кормові боби, люпин, соя, кущові форми квасолі, нут, сочевиця);
- *сланке* (горох, чина);
- *витке* (квасоля багатоквіткова).

Листки у зернобобових складні (мають черешок, прилистки та листочки):

- у гороху, вики, сочевиці, кормових бобів, чини, нуту, арахісу *парно- або непарнопiрчасті*;
- у квасолі, сої – *трійчасті*;
- у люпину – *пальчасті*.

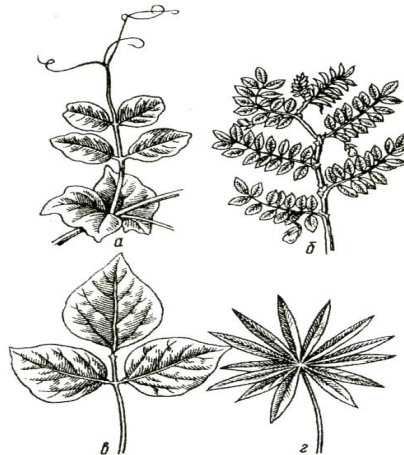


Рис. 8. Листки бобових

- а – парно пiрчастий (горох); б – непарно пiрчастий (нут);
в – трійчастий (квасоля); г – пальчастий (люпин)

Квітка неправильного метеликового типу. Віночок складається з п'яти пелюсток. Забарвлення квіток від білого до червоно–фіолетового. Квітки розміщуються на квітконіжках по 1–2 у пазухах листків (горох, сочевиця, чина, нут) або утворюють суцвіття: китицю (люпин, квасоля, соя, кормові боби), несправжній зонтик (фасційований горох).

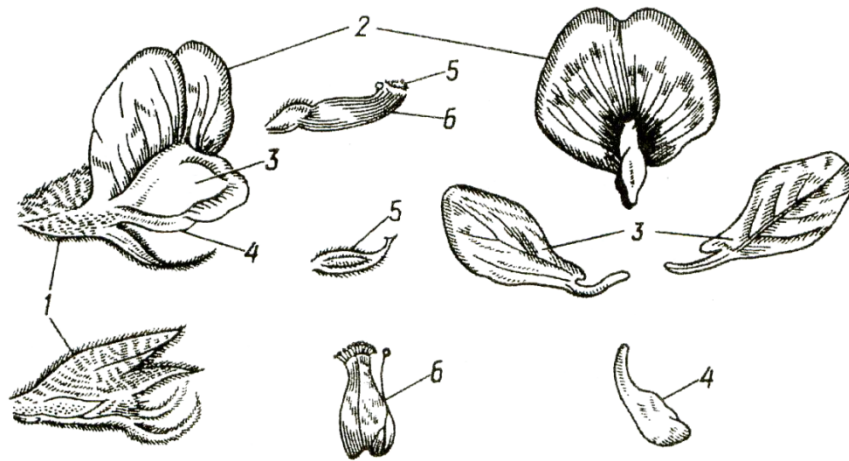


Рис. 9. Будова квітки зернобобових:
1 – чашечка; 2 – прапорець; 3 – крила; 4 – човник;
5 – маточка; 6 – тичинкова трубка

Плід – біб різної величини (від 0,5 до 25 см і більше), форми (прямий, зігнутий, пухирчастий, шаблеподібний, серпоподібний, ромбічний, плоский та інші) і забарвлення (солон'яно-жовті, чорно-бурі, фіолетові, строкаті). Боби мають від 1–2 до 6–8 насінин. Після досягання боби розтріскуються (за винятком люпину і нуту) і дозріле насіння випадає.

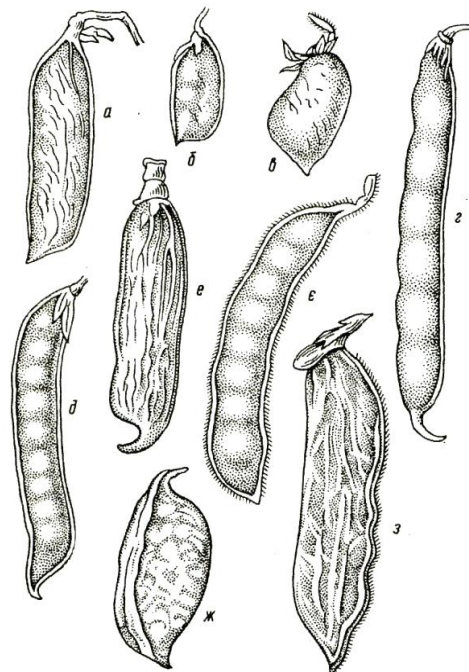


Рис. 10. Боби зернобобових:
а – гороху; б – сочевиці; в – нуту; г – квасолі звичайної;
д – вики; е – кормових бобів; є – сої; ж – чини; з – люпину

Насіння зернобобових різноманітне за розміром, формою, забарвленням. Воно вкрите міцною шкіристою оболонкою, під якою розміщується дві сім'ядолі і зародок. Зародок має зародковий корінець і бруньку.

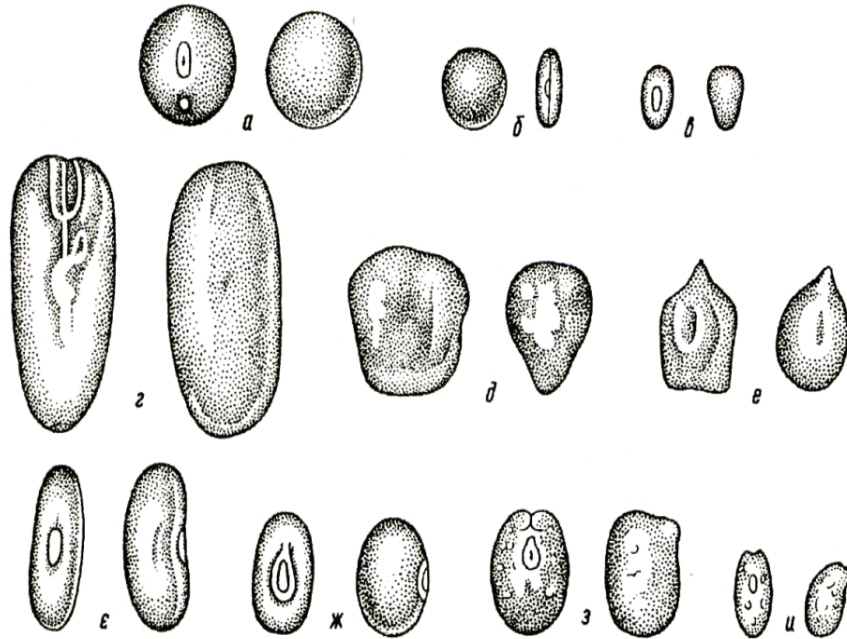


Рис. 11. Насіння зернобобових:

а – гороху; б – сочевиці; в – вики посівної; г – кормових бобів;
 д – чини; е – нуту; є – квасолі звичайної; ж – сої;
 з – люпину вузьколистого; и – люпину багаторічного

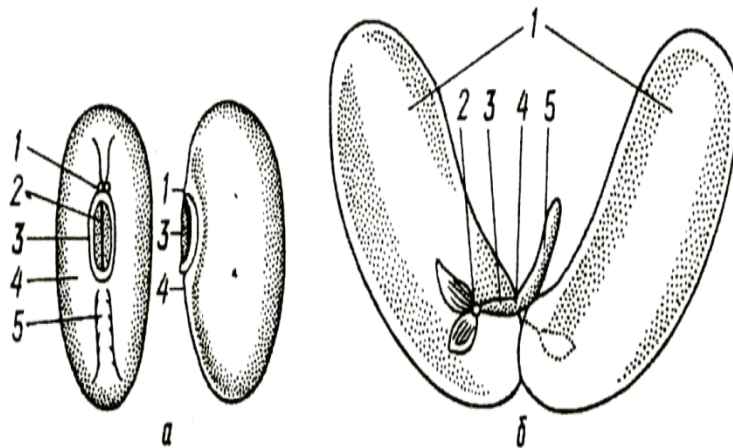


Рис. 12. Схема будови насінини (а) і зародка (б) зернобобових:
 а: 1 – халаза; 2 – рубчиків слід; 3 – насінний рубчик; 4 – мікропіле;
 5 – корінець; б: 1 – сім'ядолі; 2 – зародкова брунька з першими
 листками; 3 – епікотиль; 4 – гіпокотиль; 5 – корінець.

Біологічні особливості зернових бобових культур

Зернобобові по-різному реагують на умови зовнішнього середовища.

Найменш вибагливі до тепла – горох, сочевиця, кормові боби. Вони проростають за температури в посівному шарі ґрунту 2–3°C. Сходи їх витримують заморозки до –4°C і навіть –6–7°C. Вони вибагливі до вологи. Транспіраційний коефіцієнт гороху 600, кормових бобів до 800. Погано витримують посуху в період цвітіння.

Для всіх зернобобових шкідлива надмірна вологість – посилюється ураженість хворобами.

Насіння нуту і чини проростає за температури 2–3°C, сходи витримують заморозки до –6–7°C, але вони посухостійкі.

Найбільш вибагливі до тепла соя, квасоля. Насіння починає проростати за температури ґрунту не нижче 8–10°C. За температури –0,5–1°C сходи квасолі гинуть. Сходи сої витримують заморозки до –2,5°C, транспіраційний коефіцієнт сої 400–500. Завдяки глибокій кореневій системі добре витримує посуху, особливо в першій половині вегетації.

Люпин жовтий та вузьколистий проростає за температури 4–6°C, сходи витримують заморозки до –5°C. Люпин білий за мінусових температур гине. Транспіраційний коефіцієнт люпину – 600–700. Люпин жовтий і вузьколистий найменш вибагливі до ґрунтів.

Найбільш вибагливі до ґрунтів кормові боби.

Зернобобові, крім люпинів, дають високі врожаї на ґрунтах багатих на кальцій з нейтральною реакцією ґрунтового розчину. Люпини (крім білого) добре ростуть на середньокислих ґрунтах. Нут добре витримує підвищену засоленість ґрунту.

За характером розвитку зернові бобові культури поділяються на три групи:

1. рослини довгого світлового дня (горох, сочевиця, нут, чина, люпин, боби);
2. рослини короткого світлового дня (соя, більшість сортів квасолі звичайної);
3. рослини нейтральні до довжини світлового дня (деякі сорти квасолі звичайної).

Характерною особливістю зернових бобових рослин є тривале цвітіння і плодоутворення (на одній рослині можуть спостерігатись одночасно зрілі, зелені плоди та на верхівках квітки).

2. Соя. Систематика та морфологія рослин. Підвиди, різновидності.

За свідченнями П.М. Жуковського, рід *Glycine* об'єднує 10 видів. У СНД ростуть лише два види: соя культурна та уссурійська дикоросла соя.

Соя культурна однорічна трав'яниста рослина.

Коренева система – стрижнева. Головний корінь грубий, короткий, бічні корінці тонкі, довгі, проникають у ґрунт на глибину до 2 м.

Стебло різної висоти – від 20 см до 2 м; у сортів, поширених в Україні, – від 40 см до 1 м; грубе і товсте (діаметр 11–13 мм і більше) або ніжне і тонке (3–4 мм), прямостояче чи сланке, іноді витке, злегка колінчасто–зігнуте, гілкується. Бічні гілки завдовжки до 10–18 см, відхиляються від стебла під різним кутом і утворюють з 5–10 гілок різної форми, кущ - розлогий, напіврозлогий або стиснутий. Стебло і гілки вкриті жовтими, бурими або білими волосками. При досяганні воно жовте, буро–жовте або руде.

Листки – трійчасті з малими прилистками, розміщені почергово, за винятком двох перших примордіальних, що є простими і розміщуються супротивно. Листочки мають різну форму – широкояйцеподібну, овальну, ромбовидну, клиноподібну з тупими або загостреними верхівками; опушені, включаючи прилистки, волосками білого, сірого або бурого кольору. У більшості сортів листки при досяганні рослин опадають, що полегшує механізоване збирання врожаю.

Квітки малі, мають п'ятизубчасту зелену чашечку та п'ятипелюстковий віночок білого або фіолетового кольору, маточку з верхньою зав'яззю та 10 тичинок, з яких 9 зрослих і одна вільна. Розміщуються квітки у пазухах листків на квітконіжках, утворюючи суцвіття – китиці (грона), що можуть бути короткими, малоквітковими – з 2-ма – 4-ма квітками або довгими, багатоквітковими – з 10-ма – 20-ма квітками і більше.

Плоди – боби, за формою – прямі, мечоподібні, злегка зігнуті, шабле- або серпоподібні, плоскі чи опуклі, з гладенькими або чоткоподібними стулками; світлого, коричневого чи бурого кольору, з рудуватим опушенням, завдовжки 3–7 і завширшки 0,5–1,5 см, з вмістом 1–4 насінин.

Насіння округле, овальне, округло-овальне, овально-видовжене, плоске або опукле; велике, середнє чи дрібне, жовте, зелене, коричневе, чорне, жовте, з коричневою пігментацією, з насінним рубчиком світлого, сірого, темно-коричневого кольору. Маса 1000 насінин – 50–400 г.

Підвиди і різновидності. Із відомих шести підвидів культурної сої – напівкультурної, індійської, китайської, корейської, маньчжурської та слов'янської – в СНД поширені два останні підвиди.

Соя, що належить до маньчжурського підвиду, середньоросла, переважно 70–100 см заввишки, утворює великого і середнього розміру листки, боби та насіння. Сорти цього підвиду середньостиглі й переважно зернового типу.

Соя слов'янського підвиду – низько-, рідше середньоросла, здебільшого заввишки 40–70 см, частіше утворює більш тонкі стебла і стиснутий кущ, менші листки, боби і насіння, скоростигла.

В Україні вирощують сорти сої переважно маньчжурського підвиду і зовсім мало – слов'янського.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5.

Загальна характеристика олійних культур

- Завдання:** 1. Вивчити загальну характеристику олійних культур.
2. Вивчити морфологічні та біологічні особливості соняшнику.

1. Загальна характеристика олійних культур

Олійні культури (соняшник, сафлор, рицина, мак, кунжут, перила, лялеманція, арахіс, ріпак, рижій, гірчиця біла і сиза (сарептська), льон олійний) (рис. 13, 14) належать до різних ботанічних родин і різняться між собою морфологічними ознаками та біологічними особливостями. Рослинну олію одержують також з насіння сої і прядивних культур – льону–довгунця, конопель, бавовнику та ін.

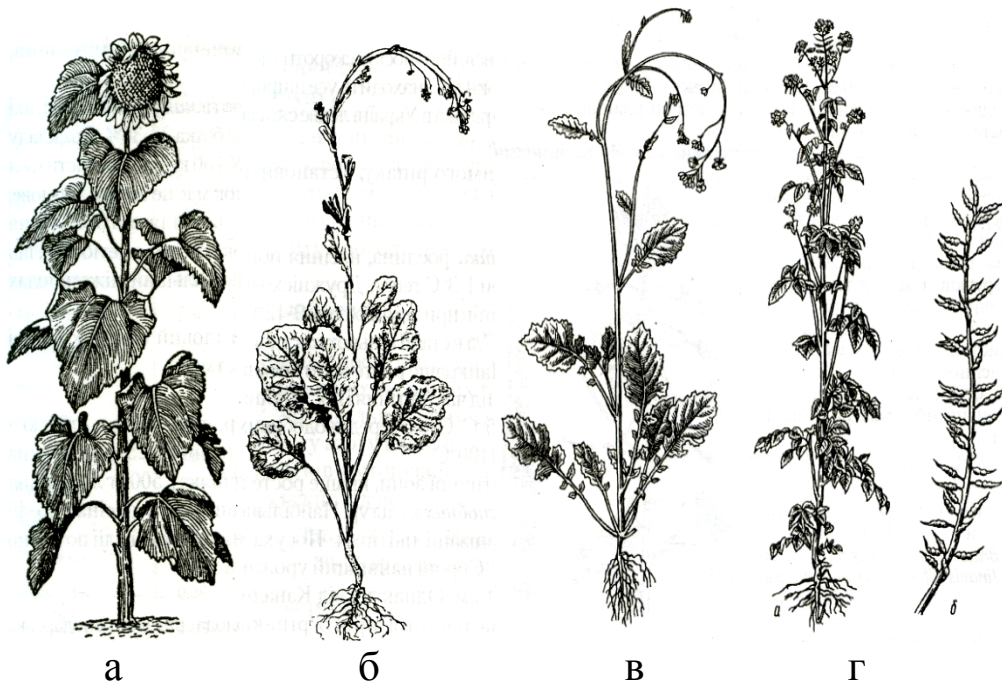


Рис. 13. Олійні культури
а – соняшник, б – ріпак ярий, в – гірчиця сарептська,
г – гірчиця біла

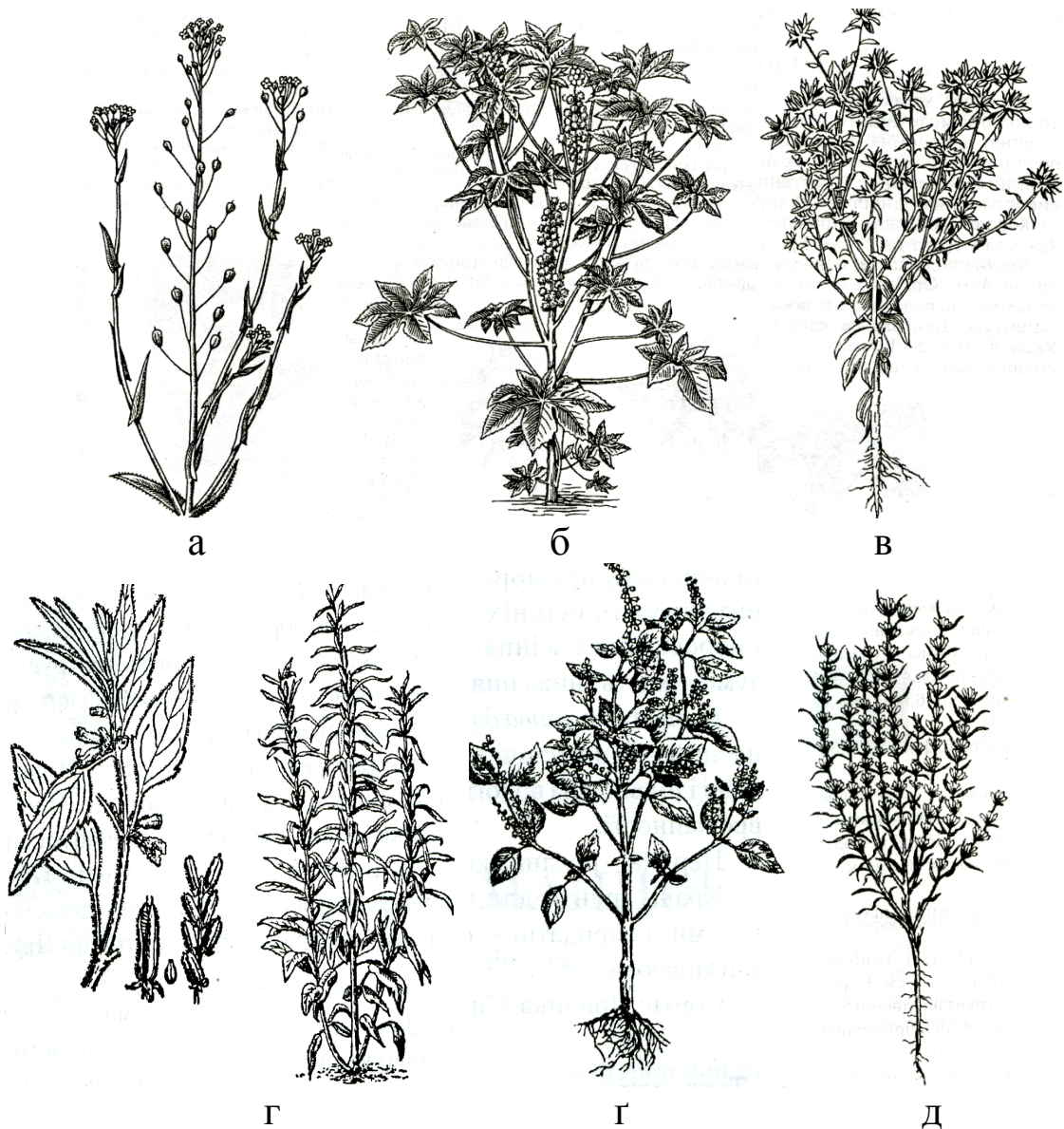


Рис. 14. Олійні культури

а – ріжій, б – рицина, в – сафлор, г – кунжут, г – перилла,
д – лялеманція

Здатність рослинної олії висихати є однією з основних її якостей. Вона визначається йодним числом, яке показує, скільки грамів йоду може приєднати 100 г олії.

За здатністю висихати розрізняють три групи рослинної олії:

I – *висихаюча* (йодне число понад 130), яку використовують для технічних цілей (ляна, перилова, макова, конопляна, лялеманції та ін);

II – *напіввисихаюча* (йодне число 85–130), до якої належить олія соняшникова, кунжутна, ріпакова, гірчична, соєва, бавовникова, сафлорова та ін.;

III – *невисихаюча* (йодне число менше 85), до якої належать арахісова, оливкова, мигдальна і рицинова (технічна) олії.

Високоякісні харчова й технічна олії мають містити мінімальну кількість вільних жирних кислот. Вміст їх визначається кислотним числом, тобто кількістю міліграмів їдкового калію (KOH), потрібного для нейтралізації вільних жирних кислот в 1 г олії. Олія з кислотним числом понад 2,25 непридатна для харчових цілей.

Важливим показником якості олії, яку використовують для виготовлення мила, є число омилення. Його визначають за кількістю KOH (мг), що використовується на нейтралізацію вільних і зв'язаних жирних кислот в 1 г олії. Для більшості видів рослинної олії число омилення становить 160–200.

Рослинна олія містить найпоширеніші ненасичені жирні (олеїнова, ліноленова, ліолева, ерукова, рицинова) та насичені кислоти (стеаринова, пальметинова, арахісова).

Вміст олії у насінні різних культур та її якість залежать від сортових особливостей, природних умов, технології вирощування, пошкодження шкідниками та ураження хворобами.

2. Морфологічні та біологічні особливості соняшнику

Соняшник (*Heliantus L.*) – однорічна рослина з родини айстрових (*Asteraceae*).

Коренева система стрижнева, розгалужена, проникає у ґрунт на глибину 2–3 м. Основою її є стрижневий головний корінь, що розвивається з первинного зародкового кореня. Від стрижневого відходять міцні й сильно розгалужені бічні корені, які залежно від зволоження ґрунту та розподілу поживних речовин утворюють два-три яруси сплетених коренів. Перший ярус утворюється близько від поверхні й спочатку росте горизонтально, а на відстані 10 - 40 см від головного кореня заглиблюється й поширюється в ґрунт майже паралельно йому, утворюючи багато дрібних корінців. Глибина їх проникнення – 50–70 см. Другий ярус бічних і вже розгалужених коренів відходить від стрижневого кореня на відстані 30–50 см від поверхні. Вони заглиблюються в ґрунт під кутом і утворюють міцне сплетіння великої кількості корінців. Окремі бічні корені заглиблюються на 90–100 см.

Крім стрижневого кореня та його розгалужень соняшник утворює також стеблові корінці, що відростають від підсім'ядольного

колiна у вологому шарi ґрунту. Вони ростуть спочатку горизонтально i пiд невеликим кутом до вертикальної осi рослин, а на вiдстанi 15–40 см вiд головного кореня заглиблюються.

Стебло культурних форм соняшнику пряме, здебiльшого нерозгалужене, кругле або ребристе, вкрите шорсткими волосками, всерединi виповнене губчастою тканиною. Висота стебла соняшнику коливається в значних межах: 50–70 см у скоростиглих сортiв, близько 4 м у силосних, 120–150 см в олійних сортiв. Рослини соняшнику одностеблi, але здатнi розгалужуватися, при цьому на бiчних гiлках можуть формуватися суцвiття.

Листки черешковi, великi. Листкова пластинка овально-серцеподiбна, iз загостреною верхiвкою i зубчастими краями. Всi листки вкритi короткими шорсткими волосками. Нижнi супротивнi. Решта черговi. Кiлькiсть листкiв у рiзних сортiв неоднакова: у раннiх – вiд 23 до 26, середньостиглих – 28–29, пiзньостиглих – 34–36 i бiльше. Листкам соняшнику властивий гелiотропiзм.

Суцвiття – багатоквiтковий кошик, який при досяганнi має опуклу, плоску або увiгнуту форму. Основа суцвiття складається з великого квiтколожа. Дiаметр кошика в олійних сортiв 15–20 см, у межеумка – 20–25 i в лузальних – 40–45 см.

Квiтки двох типiв: язичковi й трубчастi. Язичковi розмiщуються в один або кiлька рядiв по краю кошика. Вони безплiднi, великi, жовтi.

Основна маса квiтколожа зайнята трубчастими двостатевими плодоносними квiтками з плiвчастими приквiтниками, що закінчуються при досяганнi шорсткими зубцями. Вiночок трубчастих квiток п'ятизубчастий, оранжево–жовтий. Тичинок п'ять, вони зрослися з пиляками й утворили трубочку навколо маточки. Маточка має стовпчик i дволопатеvu приймочку, зав'язь нижня, одногнiзда. У кошику закладається 800–1500 трубчастих квiток.

Важливою особливистю будови квiтки соняшнику є наявнiсть спеціальних органiв – нектарникiв, що видiляють нектар.

Соняшник – перехреснозапильна рослина. Кошик цвiте 7–10 днiв. У суцвiтти розпускаються спочатку язичковi квiтки. Наступного дня починають цвiсти трубчастi квiтки першого периферiйного ряду, потiм щодня зацвiтають вiд периферiї до центра квiтки другого–третього рядiв. Приймочки зберiгають здатнiсть заплiднюватися до 10 днiв.

Плід – сім'янка з шкірястим оплоднем (лушпиння), в якій міститься ядро. Насінина (ядро) вкрита тонкою прозорою оболонкою і складається із зародка з сім'ядолями й корінця. Високоолійні сорти мають лушпинність 18–22, а гібриди – 21–28%.

Сім'янка слабчотиригранна, донизу звужена, гола, ребриста, різного кольору – біла, чорна, смугаста тощо. Маса 1000 насінин – 45–120 г.

За розмірами сім'янок, особливостями їхнього виповнення та за іншими ознаками *розрізняють три групи соняшнику*: олійний, лузальний та межеумок.

Олійний соняшник низькорослий (рослини заввишки 1,5–2,5 м), з тонким поодиноким або гіллястим стеблом. Кошик діаметром 15–25 см. Сім'янка невелика, з тонкою оболонкою, добре виповнена ядром. Маса 1000 сім'янок – 35–80 г, лушпинність – 25–35%.

Лузальний соняшник високорослий (стебла заввишки до 4 м). Листки великі, кошик діаметром 35–45 см, оболонка сім'янок товста, ребриста, ядро не повністю виповнює внутрішню порожнину, що зумовлює високу (45–56%) лушпинність. Маса 1000 сім'янок – 100–170 г.

Межеумок займає проміжне місце між олійним і лузальним соняшником. За висотою стебла, розмірами листків, кошиків, сім'янок він близький до лузального, а за виповненістю – до олійного.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6. Програмування врожаїв

Завдання: 1. Вивчити поняття програмування і прогнозування врожайності сільськогосподарських культур. Розрахувати коефіцієнт ФАР посівів та потенційну врожайність за приходом сонячної радіації.

2. Розрахувати дійсно можливий врожай за ресурсами вологи та тепла.

3. Розрахувати норми внесення мінеральних добрив на запрограмовану врожайність.

4. Скласти технологічну карту вирощування сільськогосподарських культур.

1. Програмування і прогнозування врожайності сільськогосподарських культур

Прогнозування врожаю – це науково обґрунтоване передбачення продуктивності сільськогосподарських культур на ряд років або на перспективу з використанням різноманітних методів математично-статистичного аналізу (експертних оцінок, аналогій, вирівнювання динамічних рядів врожайності, кореляційно-регресійного моделювання).

Програмування врожаїв – це розробка, своєчасне і якісне використання науково обґрунтованого комплексу взаємопов'язаних агротехнічних, агрохімічних, економічних та інших заходів, що забезпечують виробництво запланованої величини і якості врожаю за одночасного підвищення родючості ґрунту та забезпечення екологічної безпеки.

Завдання програмування врожаїв – теоретичне обґрунтування і практична реалізація можливого рівня використання сонячної енергії, ґрунтово-кліматичних ресурсів, генетичного потенціалу сортів з метою одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур з мінімальними матеріальними, грошовими та енергетичними затратами. Основне завдання програмування полягає у максимальному наближенні

$$ВУ \Rightarrow ДМУ \Rightarrow ПУ$$

Процес практичного програмування врожаїв передбачає:

- Визначення потенційного врожаю (ПУ);

- Визначення дійсно можливого врожаю (ДМУ);
- Виявлення причин невідповідності між фактичним, що отримується, та дійсно можливим урожаєм;
- Розрахунок доз добрив під програмування для кожного поля сівозміни з урахуванням агрохімічних показників ґрунту та біологічних особливостей культури;
- Складання технологічних карт та сітьових графіків, що включають усі необхідні агротехнічні заходи, способи та терміни їх виконання;
- Своєчасне та якісне виконання агротехнічних заходів, передбачених технологічною картою;
- Облік врожаю та умов вирощування сільськогосподарських культур на кожному полі з метою накопичення інформації для подальших розрахунків.

Рівні урожайності при програмуванні врожаїв

Потенційна урожайність (ПУ) – це урожай, який можливо одержати в ідеальних метеорологічних умовах (вологи і тепла достатньо). Він залежить від надходження фотосинтетичної активної радіації (ФАР), агрофону, біологічних властивостей культури або сорту.

Дійсно можливий урожай (ДМУ) – це урожай, який може бути одержаний за існуючих метеорологічних умов. ДМУ завжди нижче ПУ.

Одержання запрограмованих урожаїв залежить від вологозабезпеченості посівів. Річні опади неповністю використовуються рослинами, частина їх збігає з талими водами, випаровується з поверхні ґрунту, незайнятої рослинами. Використання річних опадів на різних за механічним складом ґрунтах коливається від 42 до 88%.

Через нерівномірність опадів у агрокліматичних районах України розрахунок дійсно можливого врожаю за вологозабезпеченістю посівів слід проводити диференційовано для кожного господарства, а в перспективі й для кожного поля з урахуванням особливостей ґрунтів і рельєфу місцевості.

Виробнича урожайність (ВУ) – це урожайність, якої планується досягти у конкретних умовах вирощування і для досягнення якої розробляється технологічний комплекс. Її величину визначають, виходячи із потреб у відповідній продукції, природних

ресурсів і господарських можливостей. Для визначення ВУ потрібно проаналізувати урожайність рекомендованих і перспективних сортів та гібридів, якої досягнуто в передових господарствах, сортовипробувальних станціях, наукових установах, і зробити вибір найпридатнішого для вирішення поставлених завдань у даних умовах.

Величина врожайності, яку реально можна одержати в конкретних умовах господарства, залежить від багатьох факторів: ґрунтових умов, наявності відповідного сорту, забезпечення добривами, засобами захисту посівів від шкідників, хвороб, бур'янів та іншими технологічними ресурсами, кваліфікації виконавців тощо. Якщо кожен із них і весь комплекс будуть відповідатимуть потребам культури, тоді природні кліматичні умови використовують повною мірою і реальна виробнича урожайність збігається з ДМУ за кліматичними факторами. Такий рівень урожайності потрібно планувати для вирощування.

Розрахунок коефіцієнту засвоєння ФАР посівами.

Першоджерелом новостворюваної на земній кулі енергії є енергія сонця, акумульована рослинами в процесі фотосинтезу. Отже, оцінювати ефективність роботи в рослинництві слід насамперед за величиною акумульованої сонячної енергії урожаєм. Чим більша кількість енергії сонця зафіксована на одиниці площі в органічній масі урожаю, тим вищої продуктивності цієї площі досягнуто в процесі виробництва. Абсолютна величина цієї енергії дорівнює добутку сухої біомаси урожаю з площі на теплотворну здатність біомаси:

$$E = Y \cdot q,$$

де E – кількість сонячної енергії, що міститься в урожаї, кДж або ккал/га; Y – біологічна врожайність сухої біомаси, кг/га; q – калорійність (теплоутворююча здатність) вирощеної біомаси, кДж або ккал/кг.

Якщо відома теплоутворююча здатність основної і побічної продукції культури та урожайність окремо кожної, то енергонагромадження на 1 га посіву можна розрахувати за таким рівнянням:

$$E = Y_0 q_0 + Y_{II} q_{II},$$

де U_0 та U_{II} – урожайність відповідно основної і побічної продукції в абсолютно сухому стані, кг/га; q_0 та q_{II} – їхня теплотворна здатність, кДж, або ккал/кг.

Надходження світлової енергії у різних географічних широтах (в тому числі й фотосинтетично активної ФАР) неоднакове. Неоднакова також і сума інших біокліматичних факторів урожайності на території України. Тому оцінювати роботу в рослинництві доцільніше за відносним показником засвоєння ФАР урожаєм, тобто за допомогою коефіцієнта корисної дії ФАР у посіві (скорочено ККД ФАР або $K_{\text{ФАР}}$). Він показує, який відсоток ФАР фіксується в урожаї порівняно до тієї кількості, що надходить до поверхні посіву культури. Розрахунок ККД ФАР можна вести за таким рівнянням:

$$K_{\text{ФАР}} = \frac{E \times 100}{\Sigma Q_{\text{ФАР}}},$$

де $K_{\text{ФАР}}$ – коефіцієнт корисної дії ФАР, %; $\Sigma Q_{\text{ФАР}}$ – сумарне надходження ФАР до поверхні посіву за період активної вегетації культури, кДж або ккал/га.

Якщо є потреба оцінити ефективність ведення рослинництва в цілому на даному полі (а не ефективність вирощування окремої культури, про що йшлося вище), тоді в формулі значення $\Sigma Q_{\text{ФАР}}$ повинне дорівнювати сумарному надходженню ФАР за весь вегетаційний період із тривалістю середньодобових температур вище 10°C .

За визначення біологічної продуктивності енергозасвоєння період активної вегетації прийнято вважати для озимих культур і багаторічних трав від часу відновлення активної вегетації весною до досягнення воскової стиглості озимих зернових і збиральної стиглості трав; для ярих зернових – від появи сходів до воскової стиглості; для інших культур – від появи сходів до збиральної стиглості. Якщо ж є потреба визначити ККД ФАР вирощування культури в цілому, тоді підраховують $\Sigma Q_{\text{ФАР}}$ за той час, протягом якого поле перебуває під посівом даної культури.

Якщо відсутні дані про помісячне надходження ФАР у даній місцевості, її розраховують за надходженням прямої і розсіяної або сумарної сонячної радіації, використовуючи рівняння:

$$\Sigma Q_{\text{ФАР}} = 0,42S + 0,60D \text{ або } \Sigma Q_{\text{ФАР}} = 0,5\Sigma Q,$$

де, $\Sigma Q_{\text{ФАР}}$ – надходження ФАР до посіву за розрахунковий період, кДж або ккал/га; ΣQ – надходження сумарної радіації за розрахунковий період, кДж або ккал/га; S – надходження прямої

сонячної радіації за розрахунковий період, кДж або ккал/га; D – надходження розсіяної сонячної радіації за розрахунковий період, кДж або ккал/га; 0,42 і 0,60 – коефіцієнти переведення відповідно прямої і розсіяної сонячної радіації у ФАР.

Розрахунки коефіцієнтів засвоєння ФАР посівами показали, що вони коливаються в значних межах. Узагальнивши дані проведених розрахунків, А. О. Ничипорович запропонував оцінювати посіви за відсотком засвоєної ФАР так: як звичайні – за $K_{\text{ФАР}}$ 0,5–1,5%; як добрі – 1,5–3,0; рекордні – 3,5–5,0; теоретично можливі – 6,0–8,0%.

Розрахунок урожайності в абсолютно сухому стані проводять за рівнянням:

$$Y_0 = \frac{Y(100-w)}{100},$$

де Y_0 – урожайність в абсолютно сухому стані, ц/га; Y – урожайність стандартної або іншої відомої вологості, ц/га; w – вологість урожаю, %.

Розрахунок потенційної урожайності.

У програмуванні урожаїв потенційною урожайністю (ПУ) прийнято вважати максимальну врожайність, яку можна одержати за заданого коефіцієнта засвоєння ФАР посівом, якщо іншими факторами життя рослини (посів) забезпечені повністю. Отже, у цьому разі доцільніше говорити про потенційну врожайність за ФАР, а не в цілому про потенційну врожайність. Розрахована за реальними коефіцієнтами засвоєння, вона змінюється в значних межах. Але у кінцевому підсумку верхня межа біологічної продуктивності місцевості належатиме ресурсам сонячної енергії, хоч інші фактори, на відміну від радіації сонця, тією чи іншою мірою можна активно регулювати, в тому числі й у бік збільшення їхньої кількості.

Дослідження енергетичного балансу фотосинтезу дали можливість ученим розрахувати можливі коефіцієнти засвоєння ФАР посівами і використати їх для розрахунків урожайності за ресурсами ФАР. А. О. Ничипорович запропонував для цього таку формулу:

$$ПУ = \frac{\sum Q_{\text{ФАР}} \times K_{\text{ФАР}}}{10^4 \times q},$$

де $ПУ$ – потенційна урожайність абсолютно сухої біомаси, ц/га; $\sum Q_{\text{ФАР}}$ – надходження ФАР до посіву за період активної вегетації, кДж або ккал/га; $K_{\text{ФАР}}$ коефіцієнт засвоєння ФАР посівами,

%; q – калорійність (теплоутворююча), здатність абсолютно сухої біомаси культури, кДж або ккал/кг.

Знаючи стандартну вологість основної та побічної продукції, співвідношення їх в урожаї, потенційну врожайність абсолютно сухої біомаси переводять в урожайність основної і побічної продукції стандартної (залікової) вологості:

$$ПУ_0 = \frac{ПУ \times a_0 \times 100}{(100 - w_0) \times a}; \quad ПУ_{II} = \frac{ПУ \times a_{II} \times 100}{(100 - w_{II}) \times a},$$

де $ПУ_0$ – потенційна урожайність основної продукції стандартної вологості, ц/га; $ПУ_{II}$ – потенційна урожайність побічної продукції стандартної вологості, ц/га; a – сума частин основної і побічної продукції в урожаї; a_0 і a_{II} – кількість відповідно основної і побічної продукції в урожаї; w_0 і w_{II} – стандартна (залікова, базисна) вологість відповідно основної і побічної продукції, %.

Якщо стандартна вологість основної і побічної продукції однакова, тоді урожайність побічної продукції розраховують за формулою:

$$ПУ_{II} = ПУ_0 \times a_{II},$$

У практиці програмування взагалі немає потреби розраховувати потенційно можливий урожай загальної біомаси. Програмування починається безпосередньо із визначення урожайності основної продукції, причому не в абсолютно сухій біомасі, а за стандартної вологості. Для цього користуються формулою:

$$ПУ_0 = 10^4 \times Кт \frac{\Sigma Q_{фар} \times K_{фар}}{q},$$

де $Кт$ – коефіцієнт господарської ефективності урожаю або частка основної продукції у загальній біомасі;

$Кт$ розраховують за формулою:

$$Кт = \frac{Чт}{a \times (100 - w)} 100,$$

де $Чт$ – частина товарної продукції у загальній біомасі (приймають за 1,0).

Приклад розрахунку

Розрахувати потенційну урожайність ячменю ярого сорту Адапт у Фастівському районі Київської області за ККД ФАР 2%, якщо вегетаційний період триває з 15 квітня по 15 липня.

Із додатку А дізнаємося, що співвідношення основної й побічної продукції такого типу сорту ячменю 1:1,1, калорійність сухої біомаси ячменю – 18520 кДж/га, надходження сумарної радіації за квітень,

травень, червень, липень відповідно становить 22,3; 29,7; 31,9; 32,0 кДж/см² (додаток Б).

Спочатку розраховуємо сумарне надходження радіації за вегетаційний період ячменю:

$$\frac{22,3}{30} \cdot 15 + 29,7 + 31,9 + \frac{32,0}{31} \cdot 15 = 88,2 \text{ (кДж/см}^2\text{)}$$

$$\text{або } 88,2 \cdot 10^8 \text{ кДж/га}$$

Розраховуємо урожайність абсолютно сухої біомаси при Кфар 2%.

$$\text{ПУ} = \frac{88,2 \times 10^8 \times 2}{18520 \times 10^4} = 95,2 \text{ (ц/га)}$$

Визначаємо урожайність зерна і соломи за стандартної вологості 14%.

$$\text{ПУ}_0 = \frac{95,2 \times 1 \times 100}{(100 - 14) \times 2,1} = 52,71 \text{ (ц/га);} \quad \text{ПУ}_{\text{II}} = \frac{95,2 \times 1,1 \times 100}{(100 - 14) \times 2,1} = 57,98 \text{ (ц/га)}$$

$$\text{ПУ}_{\text{II}} = 52,71 \times 1,1 = 57,98 \text{ (ц/га)}$$

Отже, потенційна урожайність зерна ячменю сорту Адапт в умовах Фастівського району Київської області за ККД ФАР 2% становить 57,98 ц/га.

Розрахунок дійсно–можливої урожайності за ресурсами вологи.

Визначення доступних рослинам ресурсів вологи. Основним джерелом води для сільськогосподарських культур є атмосферні опади, ґрунтові води, якщо вони залягають неглибоко (не глибше 3 м). Інші джерела, наприклад, волога роси, вода конденсації на ґрунтових частках тощо, не відіграють суттєвої ролі. Не вся волога опадів використовується рослинами. Частина її витрачається внаслідок випаровування з поверхні поля, коли воно не вкрите рослинами, та у вигляді поверхневого або ґрунтового стоку. Це так звані непродуктивні втрати опадів. Вони залежать від різних факторів (гранулометричного складу ґрунту, кількості й інтенсивності випадання опадів, рельєфу поля тощо) і коливаються від 12–22% за річної кількості опадів на торфових ґрунтах до 50–58% на дерново-підзолистих піщаних. Коефіцієнт доступності рослинам річної кількості опадів на рівнинних полях середнього гранулометричного складу ґрунту в середньому становить 0,70. Отже, найдоступніший спосіб розрахувати ресурси доступної рослинам вологи (W) – це

перемножити кількість опадів за рік (W_{P0}) на коефіцієнт їх використання (K_{P0}), або за формулою:

$$W = W_{ГЗ} + W_{во},$$

де $W_{ГЗ}$ – ґрунтові запаси доступної рослинам вологи в метровому шарі ґрунту на час сівби ярих культур або на час весняного відростання озимих культур і багаторічних трав, мм. Дані $W_{во}$ беруть на агрометеорологічних станціях або на метеопостах, де ведеться їх облік. Орієнтовно можна користуватися середніми багаторічними даними метеостанцій України (додаток В).

Такий метод є дуже узагальненим і не враховує особливостей року, попередника та інших обставин, які можуть суттєво впливати на ресурси вологи в рік програмування урожаю. Частково цей недолік усувається, якщо розрахунки вести за балансовою формулою:

$$W = W_{ГЗ} + W_{ВО} \cdot K_{ВО} + W_{ГВ} - W_K,$$

де $W_{ГЗ}$ – ґрунтові запаси доступної рослинам вологи в метровому шарі ґрунту на час сівби ярих культур або на час весняного відростання озимих культур і багаторічних трав, мм; $W_{ВО}$ – опади за багаторічними даними у вегетаційний період культури, мм; $K_{ВО}$ – коефіцієнт корисності опадів, які випали за вегетацію, в середньому 0,8–0,9 (у Херсонській області – 0,4, у Миколаївській, Одеській – 0,5–0,7, у Запорізькій, Дніпропетровській – 0,6–0,8); $W_{ГВ}$ – вода, яка може надійти з ґрунтових вод по капілярах, мм; W_K – кількість води у ґрунті, що залишається в ньому на час збирання культури.

Кількість цієї води можна розрахувати за такою формулою:

$$W_{ГВ} = (1 - K) E_0,$$

де K – поправочний коефіцієнт на гранулометричний склад ґрунту залежно від рівня залягання підґрунтових вод; E_0 – випаровуваність, мм.

Кількість продуктивної вологи у кореневмісному шарі ґрунту розраховують за такою формулою:

$$W_{пр} (W_{ГЗ}) = \frac{h \times OM (W_{min} - W_3)}{10},$$

де $W_{пр}$ – волога у кореневмісному шарі, мм; h – глибина розрахункового шару, см; OM – об'ємна маса ґрунту, г/см³; W_{min} – вологість ґрунту перед сівбою, % від маси абсолютно сухого ґрунту; W_3 – вологість в'янення, % від маси абсолютно сухого ґрунту.

Розрахунок ДМУ за ресурсами вологи. Серед мало регульованих природних факторів урожайності в природних умовах волога є одним

із найбільш лімітуючих величину урожайності. Тому за її ресурсами насамперед і потрібно оцінювати можливості реалізації інших факторів, розраховуючи урожайність, якої можна досягти. Це – один із методів визначення так званої дійсно можливої урожайності (ДМУ).

ДМУ за природним вологозабезпеченням є одним із видів кліматично забезпеченої урожайності (КЗУ), бо природний баланс води на місцевості є важливим кліматичним і погодним фактором території.

У виробничій практиці використовують кілька модифікацій розрахунку урожайності за ресурсами вологи. Поширеним є розрахунок ДМУ за коефіцієнтами сумарного водоспоживання (K_B) та транспіраційними коефіцієнтами (TK). Для цього використовують такі формули:

$$ДМУ = \frac{100 \times W}{K_B} \text{ та } ДМУ = \frac{100 \times W}{TK},$$

де ДМУ – у першому випадку урожайність господарсько-цінної частини врожаю або загальної біомаси, ц/га, а в другому – урожайність абсолютно сухої біомаси, ц/га; W – ресурси доступної рослинам вологи в мм або в інших одиницях виміру відповідно до одиниць виміру K_B ; TK – транспіраційний коефіцієнт; K_B – коефіцієнт сумарного водоспоживання, мм/ц, т/ц, м³/ц відповідно до одиниць виміру K_B потрібно переводити і ресурси вологи.

Сумарні витрати води на формування одиниці маси господарсько-цінної частини врожаю або загальної біомаси (коефіцієнт сумарного водоспоживання K_B) можна визначити за формулою $K_B = \frac{E_C}{Y}$, знаючи фактичну урожайність на даному полі (Y) та розрахувавши сумарну витрату води на полі (E_C) за таким рівнянням: $E_C = W_{ГЗ} + W_{ВО} + W_{ГВ} - W_K$. Позначення ті самі, що й у попередніх формулах.

Коефіцієнт водовикористання (K_B) є специфічною характеристикою кожної сільськогосподарської культури і показує, яка кількість вологи витрачається на формування одиниці сухої біомаси. Чим нижчий рівень агротехніки і родючості ґрунту, тим вищий коефіцієнт водовикористання.

Коефіцієнт водовикористання основних сільськогосподарських культур наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Коефіцієнти водовикористання (K_v) польових культур,
мм/ц (узагальнені дані)

Культура	Рік за характером зволоженості		
	вологий	вологий	вологий
Озима пшениця	350–450	450–500	500–525
Озиме жито	400–425	425–450	450–550
Яра пшениця	400–435	435–465	465–500
Ячмінь	375–425	435–500	500–530
Овес	435–480	480–530	530–590
Кукурудза – зерно	250–275	275–300	300–325
– силос	80–90	90–95	95–105
Цукрові буряки	80–100	100–120	120–140
Вика–овес	100–110	110–120	120–130
Багаторічні трави (сіно)	500–550	550–600	600–700
Льон (соломка + насіння)	240–250	250–300	300–370
Коноплі (соломка)	520–530	530–600	600–650
Баштанні культури	100–170	170–200	200–220
Просо	220–250	250–270	270–290
Гречка	350–400	400–450	450–500

За переведення абсолютно сухої маси на стандартну вологість користуються такою формулою:

$$ДМУ_{ГОСП} = \frac{100 \times ДМУ}{(100 - w) \times a}$$

Приклад розрахунку

Розрахувати ДМУ ярого ячменю сорту Адапт у Фастівському районі Київської області, якщо період вегетації триває від 15 квітня до 15 липня (умови ті самі, за яких розраховували ПУ).

З агрометеорологічного довідника по Київській області дізнаємося, що річна кількість опадів у районі становить 560 мм і розподіляється у період вегетації ячменю за місяцями так: квітень – 38 мм, травень – 58, червень – 73, липень 77 мм. У рік програмування врожаю на час сівби у метровому шарі ґрунту запаси доступної рослинам вологи становили 190 мм. За багаторічними даними, на кінець вегетації в ґрунті залишається 60 мм доступної вологи. З підґрунтовими водами надійде 80 мм води.

Розраховуємо можливі ресурси доступної рослинам води:

– за середньою багаторічною кількістю опадів:

$$W = W_{P0} \cdot K_{P0} = 560 \cdot 0,70 = 392 \text{ мм};$$

– за балансовим рівнянням у рік програмування урожаю:

$$W = W_{ГЗ} + W_{BO} \cdot K_{BO} + W_{ГВ} - W_K;$$

$$W_{BO} = \frac{38 \times 15}{30} + 58 + 73 + \frac{77 \times 15}{31} = 187 \text{ мм};$$

$$W = 190 + 187 \cdot 0,8 + 80 - 60 = 360 \text{ мм}.$$

Розраховуємо урожайність абсолютно сухої біомаси при TK 400:

– за середньорічними ресурсами вологи: $ДМУ = \frac{392 \times 100}{400} = 98$

ц/га;

– за ресурсами вологи у рік програмування:

$$ДМУ = \frac{360 \times 100}{400} = 90 \text{ ц/га}.$$

Далі розраховуємо урожайність зерна ($ДМУ_0$) стандартної вологості 14%, як і за розрахунку $ПУ$:

$$ДМУ_0 = \frac{98 \times 1 \times 100}{(100 - 14) \cdot 2,1} = 54,26 \text{ ц/га};$$

$$ДМУ_0 = \frac{90 \times 1 \times 100}{(100 - 14) \cdot 2,1} = 49,83 \text{ ц/га};$$

Отже, за високої культури землеробства середня багаторічна кількість опадів у Фастівському районі достатня для вирощування врожаїв інтенсивних сортів ярого ячменю 54 ц/га, тобто щоб засвоювати понад 2% ФАР (бо урожайність при ККД ФАР 2% дорівнює 52,5 ц/га). За умовами, що склалися із зволоженням у рік програмування, урожайність має досягти 49,8 ц/га.

Розрахунок дійсно можливої урожайності за тепловими ресурсами.

Урожайність запрограмованих посівів лімітується нестачею не лише вологи, а й тепла. Ці два фактори життя рослин тісно пов'язані між собою. Оцінюючи кліматично можливі врожаї, бажано враховувати взаємозв'язок цих факторів.

Усі життєві функції рослини відбуваються за певного режиму температур. Теплову характеристику місцевості умовно характеризують сумою активних і ефективних температур. Температури, за яких активно відбуваються процеси життєдіяльності рослини, називають фізіологічно активними. Температури, нижче яких ці процеси практично непомітні, називають фізіологічним мінімумом або нулем. Суму активних температур визначають, плюшуючи середньодобові температури за ті дати, коли вона

перевищувала біологічний нуль, тобто це сума плюсових середньодобових температур за період між точками перетину прямої біологічного нуля культури з кривою графіка річного ходу температур понад біологічний мінімум.

Температурний режим місцевості зумовлюється її радіаційним балансом і залежить від географічної широти, напрямку і крутості схилу, тривалості світлового дня, кількості опадів, альbedo поверхні та інших факторів.

Тепловий режим у польових умовах піддається активному регулюванню менше ніж режим вологи, і в багатьох випадках є лімітуючим фактором урожайності. В цьому разі розрахунок дійсно можливої урожайності слід проводити за ресурсами тепла. Розрахунок урожайності з урахуванням ресурсів тепла здійснюють різними методами. Один із них запропонував Д. І. Шашко за біокліматичним потенціалом (БКП), одержаним П. І. Колосковим.

$$ДМУ = \beta \times БКП,$$

де *ДМУ* – дійсно можлива (кліматично забезпечена) урожайність, т/га; β – коефіцієнт, який за біокліматичного потенціалу в 1 бал практично дорівнює коефіцієнту використання ФАР посівом або 1 т урожаю зерна на кожний відсоток засвоєння ФАР; *БКП* – біокліматичний потенціал, балів.

$$БКП \text{ розраховують за формулою: } БКП = K_{3B} \times \frac{\sum t > 10^{\circ}C}{1000^{\circ}},$$

де K_{3B} – коефіцієнт зволоження, що визначається за формулою: $K_{3B} = \frac{0,25 \times W}{R}$; $\sum t > 10^{\circ}C$ – сума середньодобових температур вище $10^{\circ}C$ за період вегетації культури; W – запаси доступної рослинам вологи, мм; R – радіаційний баланс за період вегетації, $кДж/см^2$; 1000° – сума середньодобових температур на північній межі землеробства.

Іншим способом визначення *ДМУ*, що враховує взаємозв'язок даних кліматичних факторів, можна вважати визначення урожаю за гідротермічним показником (*ГТП*). Згідно з формулою А. М. Рябчикова, його визначають так:

$$ГТП = \frac{T_v \times W}{36 \times R} \times 4,19,$$

де *ГТП* – гідротермічний показник, балів; W – запаси продуктивної вологи, мм; T_v – період вегетації, декад; 36 – кількість декад на рік; R – сумарний радіаційний баланс (ФАР) за період вегетації, $кДж/см^2$; 4,19 – коефіцієнт для врахування співвідношення між калоріями і джоулями.

$$ДМУ = 22 ГТП - 10.$$

Таким чином, ГТП дозволяє враховувати вологозабезпеченість і надходження тепла, пов'язані з радіаційним балансом.

Приклад розрахунку

Розрахувати кліматично забезпечену урожайність (ДМУ), якщо сума температур вище 10°C на програмованому полі 2500°, радіаційний баланс 95 кДж/см², ресурси вологи –380 мм.

$$БКП = 0,25 \times \frac{380}{95} \times \frac{2500}{1000} = 2,5 \text{ бала};$$

$$ДМУ (КЗУ) \text{ при ККД ФАР } 2\% = 2 \cdot 2,5 = 5 \text{ т/га}$$

Розрахунок дійсно–можливої урожайності в разі обмеженого теплозабезпечення можна вести за гідротермічним показником (ГТП), запропонованим А. М. Рябчиковим:

$$ДМУ = 22 \times \frac{11 \times 380}{36 \times 95} \times 4,19 - 10 = 102,66 \text{ ц/га.}$$

Далі розрахунки урожайності основної і побічної продукції проводять так, як описано за визначення ПУ.

3. Розрахунок норм внесення добрив на запрограмований урожай.

Зміни в урожайності на 50% і більше зумовлюються застосуванням добрив. Тому встановлення оптимальної норми добрив є однією з найважливіших складових програмування врожаїв. Неправильно встановлена норма може знизити економічну окупність їх або призвести до негативного наслідку.

Існує багато методів встановлення оптимальних норм мінеральних добрив. Тривалий час основним методом був лабораторно–польовий дослід. У таких дослідах встановлювали середні норми добрив і до них розробляли поправочні коефіцієнти залежно від вмісту елементів живлення в ґрунті, попередника, кислотності ґрунтового розчину, гранулометричного складу ґрунту. Цей метод залишається одним із основних і до цього часу, але тепер більше використовують розрахунково-балансові методи встановлення оптимальних норм добрив. Основними з них є розрахунок норм добрив за виносом елементів живлення запрограмованою урожайністю, за виносом елементів живлення запрограмованим приростом урожайності, встановлення норми добрив за бальною оцінкою ґрунту і окупністю одиниці добрив приростом урожайності. Балансові методи враховують винос елементів живлення плановою врожайністю, запаси елементів живлення в ґрунті, коефіцієнти

засвоєння елементів живлення із запасів ґрунту, прямої дії і післядії внесених органічних та мінеральних добрив, післяжнивних решток. Вченими розроблено програми для ЕОМ, за якими визначають найраціональніші варіанти використання добрив під культури сівозміни в господарстві та в межах району. Проте використовують ці програми далеко не в усіх господарствах. У практиці програмування врожаїв ще переважають звичайні способи розрахунку оптимальних норм добрив. Балансові методи ґрунтуються на порівнянні валового виносу елементів живлення запрограмованою врожайністю з можливим виносом їх за рахунок запасів елементів живлення в ґрунті. Розрахунок ведуть за відповідними рівняннями або за логічно-розрахунковими схемами (табл. 5).

Таблиця 5

Логічна схема розрахунку норм добрив на запрограмовану врожайність пшениці озимої

Показники	Символ	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Запрограмована врожайність, ц/га	<i>У</i>	50	50	50
Питомий винос елементів живлення, кг/ц	<i>в</i>	3,2	1,12	2,24
Валовий винос елементів живлення урожаєм, кг/га (<i>У × в</i>)	<i>В</i>	160	56	112
Глибина розрахункового шару, см	<i>h</i>	20	20	20
Об'ємна маса ґрунту, г/см ³	<i>А</i>	1,25	1,25	1,25
Вміст елементів живлення у ґрунті, мг/ на 100 г ґрунту	<i>n</i>	13	10	10
Запаси елементів живлення у ґрунті, кг/га (<i>h × А × n</i>)	<i>П_{ГЗ}</i>	325	250	250
Коефіцієнт використання елементів живлення з ґрунту	<i>К_{ГЗ}</i>	0,30	0,15	0,25
Буде засвоєно рослинами з ґрунту, кг/га (<i>П_{ГЗ} × К_{ГЗ}</i>)	<i>М</i>	97,5	37,5	62,5
Потрібно засвоїти з мінеральних добрив, кг/га (<i>В – М</i>)	<i>∂</i>	62,5	18,5	49,5
Коефіцієнт використання елементів живлення з мінеральних добрив	<i>К_М</i>	0,60	0,25	0,65
Потрібно внести з мінеральними добривами, кг/га (<i>∂ : К_М</i>)	<i>Д</i>	104,2	74,0	76,2

Ці ж розрахунки можна звести до такого рівняння:

$$D = \frac{U \times v - P_{ГЗ} \times K_{ГЗ}}{K_M},$$

де D – норма елемента живлення, кг/га; Y – запланована урожайність, ц/га; v – питомий винос елемента живлення 1 ц урожаю основної продукції з врахуванням побічної, кг/ц; $П_{ГЗ}$ – ґрунтові запаси елемента живлення в розрахунковому шарі ґрунту, кг/га; $K_{ГЗ}$ – коефіцієнт використання елемента живлення з ґрунтових запасів; K_M – коефіцієнт використання елемента живлення з мінеральних добрив.

Ґрунтові запаси елемента живлення ($П_{ГЗ}$) розраховують за формулою:

$$П_{ГЗ} = h \cdot A \cdot n,$$

де h – глибина розрахункового шару ґрунту, см; A – об'ємна маса ґрунту, г/см³; n – вміст елемента живлення в ґрунті, мг /100 г ґрунту.

Підставивши значення $П_{ГЗ}$ у попередню формулу, отримаємо таку формулу:

$$D = \frac{Y \times v - h \times A \times n \times K_{ГЗ}}{K_M},$$

Якщо, крім мінеральних, планується внесення органічних добрив, а також, якщо враховується післядія добрив, внесених минулого року під попередню культуру, то від валового виносу елемента живлення запрограмованим урожаєм віднімають ту його кількість, що буде засвоєна з органічних добрив, а також внаслідок післядії органічних і мінеральних добрив, дії післяживних і корневих решток.

У цьому разі формула матиме такий вигляд:

$$D = \frac{Y \times v - П_{ГЗ} \times K_{ГЗ} - D_O C_O K_O - D_{OP} C_O K_{OP} - D_{MP} K_{MP}}{K_M},$$

де D , Y , v , $П_{ГЗ}$, $K_{ГЗ}$, K_M – ті ж, що й у попередніх формулах та логічно-розрахунковій схемі; D_O – кількість органічних добрив, т/га; C_O – вміст елементів живлення від органічних добрив (у середньому азоту 5 кг, фосфору 2,5, калію 6 кг); K_O – коефіцієнт використання елементів живлення з органічних добрив; D_{OP} і D_{MP} – кількість органічних (т/га) і мінеральних (кг/га) добрив, внесених під попередню культуру; K_{OP} і K_{MP} – коефіцієнти використання поживних елементів у післядії з органічних і мінеральних добрив.

Норму добрив на запланований приріст урожайності розраховують за такою формулою:

$$D = \frac{\Delta Y \times v}{K_M},$$

де ΔU – запрограмований приріст урожайності, ц/га, який визначають як різницю між запрограмованою урожайністю на даному полі та урожайністю культури на цьому полі без внесення добрив (U_0). Цю урожайність можна також розрахувати за запасами елемента живлення в ґрунті ($П_{ГЗ}$) та коефіцієнтом його використання з ґрунтових запасів ($К_{ГЗ}$) за формулою:

$$U_0 = \frac{П_{ГЗ} \times К_{ГЗ}}{e}.$$

Якщо розраховувати U_0 по кожному елементу за наведеною формулою, то одержимо такі ж норми, як і за наведеними вище формулами на запрограмовану урожайність або за логічною схемою розрахунків. Якщо ж брати урожайність, фактично одержану без внесення добрив, тоді норми добрив будуть відрізнятися. Це зумовлено тим, що фактично одержана урожайність відповідає рівню вмісту в ґрунті найбільш лімітованого елемента живлення. Інші елементи дають можливість одержати вищу урожайність. Отже, запрограмований приріст урожайності за цими елементами живлення повинен бути нижчим, ніж за найбільш лімітуючим елементом.

Практичне значення має розрахунок норм добрив за бальною оцінкою землі. Для цього використовують таке рівняння:

$$D = \frac{U - B \times Ц_B \times K - D_0 C_0}{O_M},$$

де D – норма збалансованого НРК під запрограмований урожай, кг/га; U – запрограмована урожайність, ц/га; B – бал бонітету ґрунту; $Ц_B$ – урожайна ціна бала, ц; K – поправочний коефіцієнт на кислотність, гранулометричний склад ґрунту, попередник тощо; D_0 – норма органічних добрив, т/га; O_0 – окупність 1 т органічних добрив приростом урожаю, ц/т; O_M – окупність 1 ц мінеральних добрив приростом урожаю, ц.

У цьому разі спочатку розраховують збалансовану норму НРК. Норму кожного елемента живлення розраховують, виходячи з рекомендованого для даних умов оптимального співвідношення елементів живлення.

Для забезпечення високої ефективності й досягнення програмованого результату розрахована оптимальна норма добрив повинна бути правильно використана. Для цього складають систему удобрення культури. При цьому треба враховувати особливості

грунтового живлення культури, відношення її до реакції ґрунтового середовища, засвоювальну здатність кореневої системи, неоднаковість потреб різних культур, їхніх сортів і гібридів у елементах живлення на різних етапах росту й розвитку. Наприклад, у перший період життя рослини споживають невелику валову кількість фосфору, але дефіцит його в цей період викликає настільки глибокі зміни в рослині, що будь-яке високе забезпечення фосфором у наступні періоди не знімає негативного впливу на початку розвитку.

У культур неоднакова засвоювальна здатність корневих систем щодо важкорозчинних сполук. Ячмінь, наприклад, має дуже низьку здатність засвоювати фосфор з важкорозчинних сполук; пшениця й овес – низьку; жито і кукурудза – середню; картопля, цукрові буряки, гірчиця, конюшина – високу; люпин, гречка, горох, люцерна – дуже високу (табл. 6-9).

Таблиця 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	7,0–8,5	3,5–4,5	6,5–7,5
– соломка	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

Таблиця 7

Коефіцієнти використання елементів живлення з органічних добрив (середні узагальнені дані)

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озима пшениця	0,20–0,35	0,30–0,50	0,50–0,70
Озиме жито	0,20–0,35	0,30–0,50	0,50–0,70
Ячмінь	0,20–0,25	0,25–0,40	0,50–0,55
Овес	0,20–0,25	0,25–0,40	0,50–0,60
Кукурудза – зерно	0,35–0,40	0,45–0,50	0,65–0,75
– зелена маса	0,30–0,35	0,40–0,45	0,60–0,65
Картопля	0,20–0,30	0,30–0,40	0,50–0,70
Цукрові буряки	0,15–0,40	0,20–0,50	0,60–0,70
Кормові буряки	0,30–0,40	0,45–0,50	0,60–0,70

Таблиця 8

Коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунтових запасів (узагальнені середні 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	0,25–0,35	0,03–0,14	0,07–0,2
– соломка	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

Таблиця 9

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

Приклад розрахунку

Запрограмована урожайність пшениці озимої становить 50 ц/га. Кислотність ґрунту рН = 6,7, тобто потреби у вапнуванні немає. В 100 г ґрунту за картограмою міститься 13 мг N, 10 мг P₂O₅ і 10 мг K₂O. Глибина розрахункового шару – 20 см, об'ємна маса ґрунту – 1,25 г/см³.

Розраховуємо норму азоту, фосфору і калію за формулою:

$$D_N = (50 \cdot 3,2 - 20 \cdot 1,25 \cdot 13 \cdot 0,3) : 0,6 = 104,2 \text{ кг/га};$$

$$D_{P_2O_5} = (50 \cdot 1,12 - 20 \cdot 1,25 \cdot 10 \cdot 0,15) : 0,25 = 74 \text{ кг/га};$$

$$D_{K_2O} = (50 \cdot 2,24 - 20 \cdot 1,25 \cdot 10 \cdot 0,25) : 0,25 = 76,2 \text{ кг/га}.$$

4. Технологічна карта вирощування сільськогосподарських культур.

Важливим етапом програмування є складання технологічної карти одержання запрограмованого врожаю.

Технологічна карта – це технічний проект урожаю.

У ньому закладається детальний план заходів, що відображає послідовність, строки, кількість і якість всіх робіт від підготовки насіння до посіву і до збирання врожаю.

У технологічній карті повинні бути враховані такі агроприйоми:

1. Вибір найкращого варіанту розміщення культури в полях сівозміни з урахуванням попередника і стану окультуреності контура;
2. Підбір високоврожайного для даного господарства, стійкого до полягання і хвороб сорту;
3. Посів високоякісним насінням;
4. Передпосівне калібрування насіння (бульб) з використанням на посів насіння середньої функції, передпосівне прогрівання насіння;
5. Передпосівне протруювання насіння всіх культур;
6. Визначення оптимальної норми висіву насіння даної партії для запрограмованого врожаю з урахуванням показника маси 1000 насінин і посівної продуктивності;
7. Боротьба за збереження і оптимальне використання ґрунтової вологи в весняний період;
8. Рівномірне внесення органічних і мінеральних добрив;
9. Шлейфування (вирівнювання) поверхні ґрунту, разом з передпосівною культивацією;
10. Передпосівне внесення складних гранульованих добрив;
11. Прикочування посівів зернових, багаторічних трав, силосних культур;
12. Борокування посівів озимих і ярих культур за ущільнення й утворення ґрунтової кірки;
13. Використання гербіцидів для боротьби з бур'янами на посівах зернових і багаторічних трав у період кушіння, на ділянках картоплі за 7–10 днів до сходів;
14. Використання ретардантів з метою попередження вилягання зернових, використання позакореневих підживлень.

У практичній роботі з запрограмованого вирощування сільськогосподарських культур можливі деякі відхилення від технологічної карти, пов'язані з погодними умовами, ресурсами робочої сили, техніки та інше.

Плануючи врожай сільськогосподарських культур і пов'язаних з цим технологічних та інших операцій, важливо знати терміни їх

виконання і умови, що можуть скластися (на цей час). З метою правильної регламентації всіх робіт рекомендується використовувати сіткові графіки, що описують послідовність операцій за вирощування будь-якої культури. Це дозволяє вірно вибрати тип робочого органу, орієнтовно призначити термін готовності техніки до проведення запланованих робіт.

Також необхідна система контролю за проведенням запланованих у технологічній карті заходів по кожному полю з фіксацією в контрольному журналі відхилень по строкам, і технічному забезпеченні.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрометеорологія : навчальний-методичний посібник / В. Г. Федорчук та ін. Миколаїв : МНАУ, 2020. 248 с.
2. Біолого-екологічні особливості винограду : навчальний посібник / А. В. Дробітько та ін. Миколаїв : МНАУ, 2020. 307 с.
3. Гречкосій В. Д., Дмитришак М. Я., Шатров Р. В., Мокрієнко В. А. Комплексна механізація виробництва зерна : навчальний посібник. Київ : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2012. 288 с.
4. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур : навчальний посібник / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця : ФОП Данилюк, 2010. 636 с.
5. Зінченко О. І., Салатенко В. М., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ : Аграрна освіта, 2001. 592 с.
6. Каленська С.М. Насіннезнавство та методика визначення якості 342 насіння сільськогосподарських культур : навчальний посібник. Вінниця : ФОП Данилюк, 2011. 320 с.
7. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві : підручник. Вінниця : ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.
8. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 120 культур : навчальний посібник. Львів : НВФ «Українські технології», 2014. 1040 с.
9. Мазур В. А., Гончарук І. В., Панцирева Г. В., Телекало Н. В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур : монографія. Вінниця : Твори, 2020. 192 с.
10. Мазур В. А., Поліщук І. С., Телекало Н. В., Мордванюк М. О. Рослинництво : навчальний посібник. Ч. 1. Вінниця : ТОВ «Друк», 2020. 352 с.
11. Осадчий О. С. Основи сільського господарства. Київ : Центр навчальної літератури, 2019. 294.
12. Петриченко В., Лихочвор В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур. Київ : Українські технології, 2020. 806 с.
13. Рослинництво : лабораторно-практичні заняття. / Д. М. Алімов та ін. ; за ред. М. А. Бобро. Київ : Урожай, 2001. 392 с.

14. Рослинництво. Технології вирощування сільсько-господарських культур.120 культур : навчальний посібник / В. В. Лихочвор та ін. ; за ред. В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка. Львів : Українські технології, 2010. 1085 с.

15. Танчик С. П., Дмитришак М. Я. Мокрієнко В. А., Дудченко В. М. Технології сільськогосподарського продукції : підручник. Кн. 1 : Технології виробництва продукції рослинництва. Київ : Видавничий дім «Слово», 2012. 704 с.

16. Технологія зберігання зерна з основами захисту від шкідників : навчальний посібник. / Н. Осокіна та ін. Київ : Сік Груп Україна, 2016. 248 с.

17. Чорний С. Г. Основи агрономічної хімії : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2020. 284 с.

18. Шувар І., Гнидюк В., Сендецький В., Центило Л. Виробництво та використання органічних добрив : монографія. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2015. 596 с.

Вихідні дані для програмування врожаїв

Культура	Основна продукція	Співвідношення основної та побічної продукції	Калорійність абсолютно сухої речовини, кДж/кг	Транспіраційний коефіцієнт (ТК)	Стандартна вологість основної продукції, %
Озима пшениця	Зерно	1:1,2-1,6	18646	300-450	14
Озиме жито	--	1:1,7-2,0	18436	350-450	14
Ярий ячмінь	--	1:1,1-1,3	18520	300-450	14
Овес	--	1:1,3-1,5	18436	375-475	14
Просо	--	1:1,3-1,5	19274	200-300	14
Гречка	--	1:2,0-3,0	19023	400-550	14
Рис	--	1:1,1-1,5	18143	400-600	14
Сорго	--	1:1,2-1,4	18017	180-250	14
Тритикале	--	1:1,5-1,9	18520	350-450	14
Горох	--	1:1,1-1,3	19735	300-500	16
Кукурудза	--	1:1,2-1,6	17179	230-300	14
	З/маса	-	16328	--	80
Соняшник	Насіння	1:1,5-2,0	18646	300-500	12
Льон-довгунець	Насіння	1:6,0-9,0	19274	400-500	12
	Соломка	-	18841	--	12
Конопля	Волокно	1:7,2-8,0	19217	400-800	12
Цукрові буряки	Коренеплід	1:0,5-0,6	17724	300-450	80
Кормові буряки		1:0,4-0,5	16312	300-500	85
Картопля	Бульби	1:0,7-1,0	18017	300-500	75
Б/річні трави	Сіно	-	18841	-	16
	З/маса	-	16328	-	80
	Сінаж	-	17166	-	56
Од/річні трави	Сіно	1	16328	-	16
Баштанні к-ри	Плоди	1:0,4-0,5	14444	-	90

Додаток Б

Середні багаторічні щомісячні суми ФАР
на території України, кДж/см² (Цупенко М.Ф., 1990)

Область	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	За період з t° вище		За рік
								+5 °C	+10 °C	
Степ										
Луганська	22,8	30,4	33,8	34,0	29,3	21,2	12,9	1761	1551	2292
Дніпропетровська	22,2	31,4	33,6	34,3	29,8	21,8	13,5	1886	1593	2297
Донецька	23,5	31,4	33,3	34,6	29,9	21,4	13,4	1844	1593	2311
Запорізька	24,0	32,1	35,7	35,7	30,6	22,5	14,3	1928	1672	2393
Кіровоградська	22,9	30,9	32,8	33,5	28,5	21,1	13,0	1886	1593	2250
АР Крим	26,1	34,7	36,3	36,4	32,4	24,5	16,3	2180	1887	2582
Миколаївська	23,6	31,6	33,5	35,7	30,2	22,4	14,2	1928	1672	2365
Одеська	24,5	32,8	34,2	35,3	30,8	23,2	14,6	1970	1720	2417
Херсонська	24,5	33,3	34,6	36,1	31,6	24,0	15,1	2053	1761	2457
Лісостеп										
Вінницька	22,8	30,6	32,7	33,6	31,6	20,8	12,5	1761	1551	2274
Київська	22,3	29,7	31,9	32,0	27,1	19,1	11,4	1719	1467	2125
Полтавська	22,3	30,1	31,6	32,2	27,9	19,9	16,1	1719	1551	2151
Сумська	21,5	28,9	31,4	31,0	26,5	18,7	10,7	1593	1364	2072
Тернопільська	22,3	29,1	31,5	31,6	26,9	19,9	12,1	1719	1467	2157
Харківська	22,5	30,5	32,7	33,2	28,7	21,3	11,9	1719	1551	2210
Хмельницька	22,4	29,8	32,3	32,4	27,3	19,9	12,1	1672	1467	2174
Черкаська	22,9	30,9	32,8	33,2	29,0	23,1	12,6	1761	1510	2257
Чернівецька	21,7	28,2	30,3	31,4	27,2	20,0	12,7	1676	1467	2174
Полісся										
Волинська	21,6	28,7	31,4	30,2	25,8	18,3	10,9	1677	1426	2054
Житомирська	23,6	29,3	31,5	31,2	26,6	18,4	10,9	1635	1426	2098
Закарпатська	23,9	29,2	30,8	31,8	27,9	20,1	13,1	1802	1592	2207
Івано-Франківська	23,5	28,0	28,9	30,2	26,2	18,9	12,9	1592	1341	2135
Львівська	21,9	28,6	30,4	32,1	27,0	19,2	12,1	1636	1426	2137
Рівненська	21,6	29,0	31,5	31,2	26,2	18,4	12,3	1676	1426	2104
Чернігівська	21,5	28,9	30,7	31,1	26,5	18,4	10,0	1636	1384	2051

Середня багаторічна помісячна і річна кількість опадів
на території України (Цупенко М.Ф., 1990)

Область	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV- X	За рік
Степ									
Луганська	38	46	58	56	45	33	38	314	492
Дніпропетровська	36	47	62	54	46	31	35	311	481
Донецька	39	46	60	57	46	34	37	319	514
Запорізька	32	42	56	48	42	30	30	280	461
Кіровоградська	38	50	66	61	52	36	36	339	511
АР Крим	31	41	55	45	33	35	30	270	445
Миколаївська	33	46	62	52	45	34	32	304	465
Одеська	31	44	59	48	40	34	31	287	444
Херсонська	28	36	46	45	38	27	30	250	406
Луганська	38	46	58	56	45	33	38	314	492
Лісостеп									
Вінницька	44	60	74	82	62	46	40	408	578
Київська	44	54	70	76	66	47	42	399	586
Полтавська	38	50	66	70	57	40	43	364	547
Сумська	39	55	68	77	64	46	45	394	590
Тернопільська	49	66	86	92	75	52	47	467	645
Харківська	38	50	65	65	52	37	41	348	549
Хмельницька	47	60	80	90	75	52	44	448	625
Черкаська	40	53	70	71	59	41	39	373	549
Чернівецька	57	72	91	96	73	56	44	489	660
Полісся									
Волинська	44	57	78	84	76	52	44	435	621
Житомирська	44	56	74	84	75	52	43	428	614
Закарпатська	61	79	108	99	87	70	73	577	922
Івано-Франківська	56	80	103	109	85	57	45	535	701
Львівська	52	76	97	107	88	62	52	534	738
Рівненська	44	57	77	84	76	52	44	434	618

Навчальне видання

**УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ПРОДУКЦІЇ
РОСЛИННИЦТВА**

Методичні рекомендації

Укладач: **Панфілова** Антоніна Вікторівна

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 2,5

Тираж 50 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.