

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
"ДЕРЖАВНИЙ АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"

# ОСНОВИ ЗЕМЛІРОБСТВА

*За редакцією О. Ф. Смаглія*

*Рекомендовано Міністерством  
освіти і науки України  
як підручник для студентів  
вищих навчальних закладів*

Житомир  
2008

УДК 631.153.3:631.4:631.8:633/635  
ББК 40  
См 50

*Гриф надано Міністерством освіти і науки України  
(лист № 1,4/18-Г-1069 від 13.11.06)*

**Основи землеробства: Підручник /За ред. О.Ф. Смаглія. - Житомир:  
Вид-во ВДНЗ "Державний агроєкологічний університет", 2008. –514 с.**

Автори: О.Ф. Смаглій, М.Ф. Рибак, Є.М. Данкевич, Л.І. Ворона (вступ, розділи 6-9, 11); В.Г. Радько, В.М. Дема (розділ 1); І.В. Шудренко (розділ 2); С.М. Талько (розділ 3); Н.Я. Кривіч, С.В. Журавель, В.А. Трембіцький (розділ 4); О.А. Дереча, В.Г. Радько, Т.М. Тимошук, П.О. Рябчук (розділ 5); В.П. Гудзь, М.М. Кравчук, А.М. Бовсунівський, Б.В. Матвійчук (розділи 6, 7); П.П. Храпійчук (розділ 10); О.Ю. Романишин, О.Д. Муляр, С.М. Кухарець (розділ 11); В.Г. Дідора, А.А. Майстер, І.Ю. Деребон (розділ 12).

**Рецензенти:**

І.Д. Примак. - доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри землеробства БДАУ;  
В.М. Жеребко. - доктор с.-г. наук, професор НАУ.

Викладено еколого-біологічні, організаційно-господарські та інженерно-технологічні основи землеробства. Подано короткий нарис значення, історії розвитку та світових ресурсів рослинництва. Висвітлено особливості росту й розвитку рослин, роль факторів життя у формуванні врожаю та методи їх регулювання; склад, властивості, режими, якісну оцінку й агровиробничу характеристику основних типів ґрунтів України, заходи щодо підвищення їх родючості; принципи побудови систем сівозмін, удобрення, обробітку ґрунту, захисту рослин від шкідливих організмів, меліорації земель, насінництва й особливості систем землеробства в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Розглянуто організацію технологічних процесів у рослинництві та основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур.

Для студентів, які навчаються за економічними та інженерними спеціальностями у вищих навчальних закладах III—IV рівнів акредитації.

**ISBN 978-966-8706-26-4**

© ДВНЗ "ДАЕУ", 2008  
© О.Ф. Смаглій, 2008  
© М.Ф. Рибак, 2008  
© С.М. Данкевич, 2008  
© Л.І. Ворона, 2008  
© В.Г. Радько, 2008  
© В.М. Дема, 2008  
© І.В. Шудренко, 2008  
© С.М. Галько, 2008

© Н.Я. Кривіч, 2008  
© С.В. Журавель, 2008  
© В.А. Трембіцький, 2008  
© О.А. Дереча, 2008  
© В.Г. Радько, 2008  
© Т.М. Тимошук, 2008  
© П.О. Рябчук, 2008  
© В.П. Гудзь, 2008  
© М.М. Кравчук, 2008

© А.М. Бовсунівський, 2008  
© Б.В. Матвійчук, 2008  
© П.П. Храпійчук, 2008  
© О.Ю. Романишин, 2008  
© О.Д. Муляр, 2008  
© С.М. Кухарець, 2008  
© В.Г. Дідора, 2008  
© А.А. Майстер, 2008  
© І.Ю. Деребон, 2008

## РОЗДІЛ 12. ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЇВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Закономірності розвитку людського суспільства вимагають стабільного підвищення врожайності та покращення якості продукції рослинництва. Урожайність будь-якої сільськогосподарської культури є результатом впливу на рослину космічних (сонячна радіація, тепло-, вологозабезпечення) та антропогенних (обробіток ґрунту, застосування добрив, гербіцидів, інсектицидів, фунгіцидів, використання нових видів рослин, сортів, більш сучасних технологій вирощування тощо) факторів.

Враховуючи та максимально використовуючи природні фактори, своєчасно та в повному обсязі забезпечуючи рослинне угруповання іншими факторами життєдіяльності, можна щорічно гарантовано отримувати урожаї заданої величини і певної якості. Обґрунтування величини урожайності та якості продукції в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах на основі біологічного контролю за ростом і розвитком рослин, застосування науково обґрунтованих технологічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур називають програмуванням урожайності.

Програмування дає можливість отримати стабільну врожайність на основі оптимізації факторів життя рослин і максимально можливого використання потенціалу посівів, але вимагає високої кваліфікації від спеціалістів, витрат певних ресурсів та суворої виробничої дисципліни при виконанні передбачених завдань.

Щоб оволодіти методикою програмування врожайності студент повинен ознайомитися з принципами, на яких вона базується, засвоїти методики розрахунків та їх виконання, використовуючи конкретні показники припливу ФАР, вологозабезпеченості, бонітету ґрунтів тощо.

Практична підготовка студентів з програмування врожайності сільськогосподарських культур сприяє їх професійному ставленню, допомагає знаходити оптимальні варіанти використання резервів управління формуванням величини врожаю та його якості. Студенти, оволодівши

принципами програмування, зможуть практично виконати всі необхідні розрахунки, які є основою для визначення різних рівнів урожайності.

Для виконання розрахунків величини потенціальної (ПУ), дійсно можливої (ДМУ) та реальної виробничої (УР) урожайності студенти повинні знати визначення цих понять.

*Потенціальна врожайність (ПУ)* - це максимально можлива врожайність, що визначається біологічними та генетичними можливостями рослини, припливом та ефективністю використання фотосинтетичної активної радіації (ФАР) за оптимальних параметрів факторів життя. Потенціальна урожайність можлива за умови повного задоволення потреб фітоценозу в усіх факторах життя.

*Дійсно можлива врожайність (ДАРУ)* - така, що формується в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах за ідеальної агротехніки. Її можуть обмежувати недостатня вологозабезпеченість, біогідротермічний та біокліматичний потенціал місцевості, природна родючість ґрунту тощо.

*Реальна, або виробнича, врожайність (УР)* формується за конкретних погодних умов та матеріально-технічної забезпеченості технології, запровадженої на конкретному полі господарства.

Процес програмування врожайності сільськогосподарських культур повинен передбачити зростання її величини від виробничої до дійсно можливої і потенціальної, за схемою:

$$УР \rightarrow ДМУ \rightarrow ПУ.$$

Таким чином, технологія вирощування сільськогосподарських культур передбачає використання програмування урожайності як реального засобу наближення величини від виробничої до дійсно можливої, що з розвитком цивілізації буде наближатися до теоретично можливої.

Провідними теоретиками програмування врожайності польових культур є академік І.С. Шатілов і професор М.К. Каюмов (видав підручник і низку навчальних посібників з програмування врожайності).

Процес програмування поділяють на кілька етапів:

- визначення рівнів врожайності культури та їх реально можливої величини за конкретних ґрунтово-кліматичних та матеріально-технічних умов господарства;
- складання оптимального агрокомплексу щодо конкретного сорту й агроекологічних умов поля;
- розробка прогностичної програми продуктивного процесу (моделі формування врожаю), програми коригування тощо.

Процес реалізації програми передбачає отримання й обробку інформації про стан посівів та факторів навколишнього середовища, оцінку інформації та прийняття рішень щодо уточнення (коригування) прийомів та практичної реалізації прийнятих рішень.

### **Основні принципи програмування**

Академік І.С. Шатілов виділив 10 принципів програмування. Основна суть їх така: 1) розрахувати потенційну врожайність (ПУ) за використанням ФАР посівами; 2) розрахувати дійсно можливу, або кліматично забезпечену врожайність (ДМУ, КУ) за природними ресурсами вологи і тепла; 3) спланувати реальну господарську врожайність (РПУ) за ресурсами, які є в господарстві; 4) розрахувати для програмованої врожайності площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал (ФП) та інші фітометричні показники; 5) всебічно проаналізувати закони землеробства й рослинництва і правильно використати їх в конкретних умовах програмування; 6) розрахувати норми добрив і розробити систему найефективнішого їх використання; 7) скласти баланс води і для умов зрошення розробити систему повного забезпечення посівів водою по періодах вегетації; 8) розробити систему агротехнічних заходів виходячи з вимог вирощуваного сорту; 9) розробити систему захисту посівів від шкідників, хвороб та бур'янів; 10) скласти картку вихідних даних та використати EON4 для визначення оптимального варіанта агротехнічного комплексу з досягнення запрограмованої врожайності за величиною та якістю.

## Розрахунки потенційно можливої Єірожайності за при н л и во їй ФАР

Органічна речовина, що накопичена рослинами в результаті фотосинтезу, на 90-95 % формується за рахунок енергії сонячної радіації. Річна сума енергії, що надходить на поверхню Землі, практично постійна для кожної географічної точки. Проте людина здатна скористатися цією енергією в більшому чи меншому обсязі залежно від своєї підготовленості, знань.

Видатний фізіолог, автор наукової праці "Сонце, життя і хлорофіл" К.А. Тімірязєв вважав, що межа родючості ґрунту визначається не кількістю внесених добрив і не кількістю поданої рослинам вологи, а кількістю світлової енергії, яку щоденно посилає Сонце на дану поверхню.

Потенційна врожайність вираховується за формулою, яка вперше запропонована А.О. Ничипоровичем; згідно з його численними дослідженнями, максимальне використання рослинами енергії ФАР у виробничих умовах не перевищує 6 %. Тому при розрахунку ПУ слід користуватися цією величиною коефіцієнту використання фотосинтетичної сонячної радіації (Кфар).

За розрахунками А.О. Ничипоровича, посіви за використанням ККД ФАР поділяють на: звичайні - 0,5-1,5; добрі - 1,5-3,0; рекордні - 3,5-5,0; теоретично можливі - 6,0-8,0 %.

Приплив ФАР на одиницю площі обчислюють в калоріях (кал), кілокалоріях (ккал), мегакалоріях (Мкал), або ж у джоулях (Дж), кілоджоулях (кДж) чи в мегаджоулях (МДж).

Калорія - позасистемна одиниця виміру кількості теплоти.

Джоуль •= одиниця виміру роботи, енергії та кількості теплоти в міжнародній системі одиниць СІ.

$$1 \text{ Мкал} = 1000 \text{ ккал} = 1000000 \text{ кал} \quad 1 \text{ Дж} = 2,39 * 10^4 \text{ ккал}$$

$$1 \text{ МДж} = 1000 \text{ кДж} = 1000000 \text{ Дж} \quad 1 \text{ ккал} = 4,13 * 10^3 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кал} = 4,1868 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ Дж} = 0,239 \text{ кал}$$

Потенційну врожайність основної частини врожаю вираховують за формулою, запропонованою А.О. Ничипоровичем:

$$ПУ = \frac{Q_{ффа} \times K_{фар}}{q \times 10^2 \times a}$$

де ПУ ~ потенційно можливий урожай абсолютно сухої речовини, ц/га; Офар - сумарний приплив ФАР за період вегетації культури, МДж/га; Кфар - коефіцієнт використання ФАР, %; q - капорійність, Дж/кг (теплотворна здатність 1 кг абсолютно сухої речовини); 10<sup>2</sup> - коефіцієнт перерахунку в центнери; 10<sup>2</sup> - відсотки; a - співвідношення основної продукції до побічної.

Перерахунок абсолютно сухої речовини на основну продукцію стандартної вологості проводять за такою формулою:

$$У_T = \frac{ПУ \times 100}{(100 - W) \times a}$$

Де У<sub>T</sub> – потенційно можлива врожайність основної продукції з урахуванням стандартної вологості, ц/га; ПУ - потенційно можлива врожайність фітомаси абсолютно сухої речовини, ц/га; W - стандартна вологість, %; a - сума частин основної та побічної продукції.

### **Визначення дійсно можливої врожайності (ДМУ)**

Нерегульовані або малорегульовані фактори місцевості майже завжди перебувають не в оптимальних для рослин кількостях і співвідношеннях й обмежують ККД ФАР посівів. Тому врожайність, як правило, нижча за ту, яка відповідає максимально можливій для культури. Врожайність, розраховану за малорегульованими і нерегульованими факторами вологоза-безпечення і тепловими ресурсами, називають *дійсно можливою, або кліматично забезпеченою* (ДМУ, КУ). ДМУ за вологозабезпеченістю визначають на підставі даних про ресурси вологи (W, мм) і питому витрату води на створення одиниці абсолютно сухої речовини фітомаси або одиниці господарсько цінної частини урожаю, *тобто коефіцієнта транспірації* (ТК),

або коефіцієнта водоспоживання ( $KВ$ , мм./ц, т/ц, т/м). Визначають ДМУ за формулою:

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

де ДМУ - врожайність абсолютно сухої фітомаси, ц/га; W - продуктивна волога за період вегетації; ТК - транспіраційний коефіцієнт.

Ресурси продуктивної вологи можна визначити за такою формулою:

$$W = W_0k + W_1$$

де  $W_0$  - опади за період вегетації, мм; k - коефіцієнт засвоєння вологи ґрунтом;  $W_1$  - продуктивні запаси вологи в шарі ґрунту 1 м.

Коефіцієнт засвоєння опадів залежить від гранулометричного складу ґрунтів:

суглинкові - 0,66-0,76;

супіщані - 0,52-0,60;

піщані - 0,42-0,48;

торфоболотні - 0,78-0,88.

Товарний врожай основної продукції з урахуванням стандартної вологи визначається за формулою:

$$У_T = \frac{\text{ДМУ} \times 100}{(100 \times W) \times a}$$

Розрахунок ДМУ за біогідротермічним потенціалом продуктивності (БГПП). На основі багаторічних досліджень професор А.М. Рябчиков зробив висновок, що здатність території формувати певну кількість фітомаси залежить від поєднання таких факторів, як світло, тепло, волога, тривалість вегетаційного періоду. Продуктивність місцевості за поєднанням цих факторів можна визначити у балах біогідротермічного потенціалу (Б Г П П) за формулою:



$$K_p = \frac{W \times T_v}{8,595 \times R}$$

де  $K_p$  - біогідротермічний потенціал продуктивності, бал;  $W$  -ресурси продуктивної вологи, мм;  $T_v$  - період активної вегетації культури, декад;  $R$  - радіаційний баланс за даний період, кДж/см<sup>2</sup>, як правило, на 4-5 % вище за ФАР і дорівнює близько 52 % інтегральної радіації; 8,595 - константа.

Дійсно можливий врожай розраховується за формулою;

$$У_{дму} = \beta \times K_p \times K_m,$$

де  $\beta$  - 20 ц абсолютно сухої фітомаси з 1 га;  $K_m$  -співвідношення основної продукції до побічної з урахуванням вологості.

Визначення ДМВ за тепловими ресурсами можна розрахувати за гідротермічними показниками або за величиною біокліматичного потенціалу, що враховує умови зволоження:

$$ГТП = 0,46 \times K_{зв} \times T_v,$$

де ГТП - гідротермічний показник продуктивності, бал;  $K_{зв}$  -коефіцієнт зволоження;  $T_v$  - тривалість вегетації, декад.

$K_{зв}$  визначають як співвідношення між енергією, яку треба затратити на випаровування ресурсів вологи ( $W$ , мм), і фактичним надходженням енергії за вегетаційний період ( $R$ , кДж/см<sup>2</sup>) за формулою:

$$K_{зв} = \frac{2453 \times W}{10^4 \times R}$$

де 2453 - коефіцієнт прихованої теплоти випаровування, кДж/кг;  $W$ - кількість продуктивної вологи за період вегетації, мм;  $R$ - сумарний радіаційний баланс за період вегетації, кДж. ДМВ розраховується за формулою:

$$ДМВ = (22ГТП - 10) \times K_m.$$

Дійсно можлива врожайність, що розрахована за кліматичними факторами, залежить від сортових особливостей культури, управління процесами формування певних частин урожаю (наприклад, господарське корисної частини) тощо.

### **Визначення фактичної врожайності**

При визначенні реальної врожайності, яку можна мати у виробничих умовах конкретного господарства, аналізують врожайність районованих сортів на сортодільницях, у кращих господарствах, наукових закладах. Наприклад, для зернових культур використовують формулу, запропоновану М.С. Савицьким:

$$Y = P \times K \times Z \times A,$$

де  $Y$  - врожайність зерна, ц/га;  $P$  - кількість рослин на 1 м<sup>2</sup> на період збирання, шт.;  $K$  - продуктивна куцистість рослин;  $Z$  - кількість зерен у колосі (суцвітті), шт.;  $A$  - маса 1000 зерен, г.

Реальна виробнича врожайність (РВУ) залежить від реалізації ґрунтової родючості та від кліматичних факторів місцевості. Якщо коефіцієнт їх реалізації близький до 1 (100 %), то РВУ відповідає ДМУ. Якщо він менший за 1, - РВУ нижча за ДМУ. Реалізація кліматичних умов залежить від задоволення культури регульованими у виробничих умовах матеріальними (ресурсними) факторами врожайності.

На відміну від дійсно можливого врожаю, урожай за ресурсозберігаючої технології (РЗУ), тобто реальна виробнича врожайність (РВУ) обмежується наявністю матеріально-технічних засобів, кваліфікацією людей, особливостями стану ґрунту, рівнем забезпечення елементами живлення, вологою та іншими умовами.

Таку врожайність можна розрахувати за формулою:

$$PЗУ = [B \times Цб \times Kн + (Дм \times Ом + До \times Оо)] \times Kг \times Kф,$$

де Б - бонітет ґрунту, бал; Цб - ціна одного балу бонітету, кг/га; Дм, До - дози мінеральних (кг/га NPK) і органічних (т/га) добрив відповідно; Ом, Оо - окупність 1 кг мінеральних і 1 т органічних добрив відповідно, кг продукції; Кн - коефіцієнт несприятливої властивості ґрунтів; Кг - коефіцієнт господарювання; Кф - коефіцієнт фондооснащеності.

Якщо добрив у господарстві достатньо, то РЗУ планують за ДМУ і за нею розраховують дози добрив.

Можна також визначити врожайність культури за ефективною родючістю ґрунту. Насамперед, це доцільно робити на родючих ґрунтах та після переорювання пласта трав.

Врожайність можна розраховувати і за рівняннями лінійної та множинної регресій. Після розрахунків дійсно можливого та потенційного врожаю слід порівняти їх й опрацювати технології переходу з одного рівня врожаю до іншого, більш високого.

Для програмування врожайності в умовах природного нестійкого і недостатнього зволоження беруть середньорічні показники [31].

Програмування має за мету лише оптимізувати всі процеси технології вирощування. Потрібно оптимізувати енергетичні затрати і вирішити організаційні питання: формування агрегатів, навчання виконавців, створення загонів і ланок з вирощування запрограмованих урожаїв, забезпечення відповідними приладами для спостереження за умовами вегетації, умови оплати праці та ін.

І.С. Шатілов вважає, що існують 3 етапи програмування: одержання високого запрограмованого врожаю за рахунок використання родючості ґрунту і добрив, коли баланс поживних речовин може бути частково від'ємним; одержання високих врожаїв зі збереженням родючості ґрунту а одержання високих і надвисоких врожаїв з підвищенням родючості ґрунту. Третій етап можливий лише в господарствах з високою інтенсифікацією рослинництва і тваринництва (щоб забезпечити позитивний баланс поживних речовин у ґрунті).

Перед складанням прогностичної програми мінімального агрокомплексу вирощування культури деталізують питання

дебіту вологи за вегетаційний період культури в умовах поля, її кількості, що може бути використана посівом. На заплаві визначають також фактичний рівень ґрунтових вод. Якщо він регулюється, визначають його оптимальний рівень стосовно даної культури. У разі потреби планують часткове зрошення в періоди зниження відносної вологості повітря.

Слід завчасно визначити фотометричні параметри посіву заданої продуктивності, тобто визначити оптимальну площу листків по періодах вегетації, фотосинтетичний потенціал посіву, чисту продуктивність фотосинтезу і на цій основі обґрунтувати норму висіву під запланований врожай [13]. Ці роботи є теоретичною розробкою процесу програмування, але, на жаль, на практиці вони ще використовуються недостатньо і замінюються більш простим, а саме: визначення (в дослідях) щодо кожного ґрунтово-кліматичного регіону кількісного і просторового розміщення рослин - густоти стеблостою і способу сівби. На їх основі встановлюють норму висіву культури.

### **Агрохімічні основи програмування врожайності**

Рівень прогнатованого врожаю визначається нерегульованими (світло, тепло, волога) і регульованими (технологія) людиною чинниками. Значною мірою врожайність залежить від системи удобрення, що має відповідати вимогам технології. Тому встановлення оптимальних норм добрив, строків і способів їх внесення з урахуванням потреб рослини в елементах живлення впродовж вегетації є однією з головних складових частин програмування.

Існує велика кількість методів визначення норм добрив. Найбільш поширені розрахункові балансові методи, що ґрунтуються на природній родючості ґрунту, запасах елементів живлення в ґрунті, засвоєнні їх рослинами з ґрунту і добрив, виносі елементів живлення одиницею врожаю, окупності добрив приростом врожаю.

## Розрахунок норм добрив на запрограмований врожай

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

Існує багато методів встановлення оптимальних норм мінеральних добрив. Тривалий час основним був лабораторно-польовий дослід. У таких досліджах 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 з 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 врожайністю, за виносом елементів живлення запрограмованим приростом урожайності, встановлення норми добрив за бальною оцінкою ґрунту та 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 та післядії внесених органічних і мінеральних добрив, післяжнивних решток. Вченими розроблені 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 урожаїв 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. 12.1).

Запрограмована врожайність пшениці сорту Миронівська 61 становить 50 ц/га. Кислотність ґрунту рН 6,7, тобто потреба у

у вапнуванні відсутня. В 100 г ґрунту за картограмою міститься 12 мг азоту, 10 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> і 10 мг K<sub>2</sub>O. Глибина розрахункового шару - 20 см, об'ємна маса ґрунту - 1,25 г/см<sup>3</sup>.

Таблиця 12.1. Логічна схема розрахунку норм добрив на запрограмований врожай пшениці озимої

Показники	Символи	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Запрограмована врожайність, ц/га	У	50	50	50
Питомий винос елементів живлення, кг/ц	в	3,2	1,12	2,24
Валовий винос елементів живлення, кг/га (У-в)	В	160	56	112
Глибина орного шару, см	h	20	20	20
Об'ємна маса ґрунту, г/см <sup>3</sup>	А	1,25	1,25	1,25
Вміст елементів живлення в ґрунті, мг/100 г ґрунту	п	13	10	10
Запаси елементів живлення в ґрунті (h × А-п)	Пгз	325	250	250
Коефіцієнт використання елементів живлення з ґрунту	Кгз	0,30	0,15	0,25
Засвоєно рослинами з ґрунту, кг/га (Пгз × Кгз)	М	97,5	37,5	62,5
Засвоєно з мінеральних добрив, кг/га (В-М)	д	62,5	18,5	49,5
Коефіцієнт використання елементів живлення з мінеральних добрив	Км	0,60	0,25	0,65
Потрібно внести з мінеральними добривами, кг/га (д:Км)	Д	104,2	74	46,2

Ці ж розрахунки можна звести до такого рівняння:

$$Д = \frac{У \times В - Пгз \times Кгз}{Км}$$

де Д - норма елемента живлення, кг/га; У - запланована врожайність, ц/га; В – питомий винос елемента живлення 1 ц

урожаю основної продукції з врахуванням побічної, кг/ц; Пгз -грунтові запаси елемента живлення в розрахунковому шарі ґрунту, кг/га; Кгз - коефіцієнт використання елемента живлення з ґрунтових запасів; Км - коефіцієнт використання елемента живлення з мінеральних добрив.

Ґрунтові запаси елемента живлення (Пгз) розраховують за такою формулою:

$$Пгз = h \times A \times П,$$

де h - глибина розрахункового шару ґрунту, см; А - об'ємна маса ґрунту, г/см<sup>3</sup>, П - вміст елемента живлення в ґрунті, мг на 100 г ґрунту.

Підставивши значення Пгз у попередню формулу, отримаємо таке значення:

$$Д = \frac{У \times В - h \times A \times П \times Кгз}{Км}$$

Розраховуємо норму азоту, фосфору і калію за такими формулами:

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

$$ДP_2O_5 = (50 \times 1,12 \times 20 \times 1,25 \times 10 \times 0,15) : 0,25 = 74 \text{ кг/га};$$

$$ДK_2O = (50 \times 2,24 \times 20 \times 1,25 \times 10 \times 0,25) : 0,25 = 76,2 \text{ кг/га}.$$

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, яка буде засвоєна з органічних добрив, а також внаслідок післядії органічних і мінеральних добрив, дії післяживних і корневих решток.

У цьому випадку формула буде мати такий вигляд:

$$Д = \frac{У \times в - Пгз \times Кгз - Дo \times Co \times Ko - Дon \times Co \times Kon - Дmn \times Кmn}{r}$$

де  $D$ ,  $У$ ,  $в$ ,  $Пгз$ ,  $Кгз$ ,  $Км$  - ті самі, що й у попередніх формулах та в логічно-розрахунковій схемі;  $Д_0$  - кількість органічних добрив, т/га;  $С_0$  - вміст елементів живлення в 1 г органічних добрив (у середньому: азоту - 5, фосфору - 2,5, калію - 6 кг);  $К_0$  - коефіцієнт використання елементів живлення з органічних добрив;  $Д_{оп}$  і  $Д_{мп}$  - кількість органічних (т/га) і мінеральних (кг/га) добрив, внесених під попередню культуру;  $К_{оп}$  і  $К_{мп}$  - коефіцієнти використання поживних елементів у післядії з органічних і мінеральних добрив.

Норму добрив на запланований приріст урожайності розраховують за такою формулою:

$$D = \frac{Y \times B}{K_m}$$

де  $D$  - запрограмований приріст урожайності (ц/га), що визначають як різницю між запрограмованою врожайністю на даному полі та врожайністю культури на цьому полі без внесення добрив ( $У_0$ ).

Цю урожайність можна також розрахувати за запасами елемента живлення в ґрунті ( $Пгз$ ) та коефіцієнтом його використання з ґрунтових запасів ( $Кгз$ ) за такою формулою:

$$U_0 = \frac{Пгз \times Кгз}{B}$$

Якщо розраховувати  $У_0$  по кожному елементу за наведеною формулою, то одержимо такі ж норми, як і за наведеними вище формулами на запрограмовану врожайність або за логічною схемою розрахунків. Якщо ж брати врожайність, що фактично одержана без внесення добрив, то норми добрив будуть відрізнятись. Це зумовлено тим, що фактично одержана врожайність відповідає рівню вмісту в ґрунті найбільш лімітованого елемента живлення. Інші елементи дозволяють отримати вищу урожайність. Отже, запрограмований приріст урожайності за цими елементами живлення повинен бути нижчим, ніж за найбільш лімітуючим елементом. Про їхню величину одержана фактично урожайність нічого не говорить



Тому практично за приростом урожайності доцільно розраховувати норми мінеральних добрив тоді, коли забезпеченість ґрунту всіма елементами живлення однакова.

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

$$D = \frac{Y - B \times Цб \times K - До \times Оо}{Ом}$$

де  $D$  - норма збалансованого NPK під запрограмований врожай, кг/га;  $Y$  - запрограмована врожайність, ц/га;  $B$  - бал бонітету ґрунту;  $Цб$  - урожайна ціна бала, ц;  $K$  - поправочний коефіцієнт на кислотність, гранулометричний склад ґрунту, попередник тощо;  $До$  - норма органічних добрив, т/га;  $Оо$  - окупність 1 т органічних добрив приростом урожаю, ц/т;  $Ом$  - окупність 1 ц мінеральних добрив приростом урожаю, ц.

В цьому випадку спочатку розраховують збалансовану норму NPK. Норму кожного елемента живлення розраховують, виходячи в рекомендованого для даних умов оптимального співвідношення елементів живлення.

Наприклад, розрахувати норми N, P, K для запрограмованої врожайності ярого ячменю 50 ц/га, якщо бал бонітету ґрунту -60, ціна бала ґрунту - 0,35, попередник - цукрові буряки ( $K = 1$ ), при вирощуванні яких внесено 40 т/га гною і 90 кг/га NPK (разом 2,7 ц/га). Окупність 1 т гною в післядії - 0,25 ц/т, 1 ц мінеральних добрив - 2,3 ц/ц, 1 ц мінеральних добрив прямої дії - 5 ц/ц. Оптимальне співвідношення елементів живлення для даного ґрунту в удобренні 1:0,8:1.

За наведеною вище формулою спочатку розраховують збалансовану загальну норму NPK:

$$D = \frac{50 - (60 \times 0,35 - 40 \times 0,25 - 2,7 \times 2,3)}{5} = 2,56 \text{ ц/га}$$

Сума частин азоту, фосфору і калію - 2,8 (1 + 0,8 + 1).

Розраховуємо норму кожного елемента живлення

$$\begin{aligned}\text{Дазоту} &= 2,56:2,8- 1 = 0,914 \text{ ц, або } 91,4 \text{ кг/га;} \\ \text{Дфосфору} &= 2,56:2,8-0,8 = 0,731 \text{ ц, або } 73,1 \text{ кг/га;} \\ \text{Дкалію} &- 2,56:2,8- 1 = 0,914 \text{ ц, або } 91,4 \text{ кг/га.}\end{aligned}$$

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 ґрунтового живлення культури, відношення її до реакції ґрунтового середовища, засвоювальну здатність кореневої системи, неоднаковість потреб різних культур, їх сортів і гібридів в елементах живлення на різних етапах росту й розвитку. Наприклад, у перший період життя рослини споживають невелику валову кількість фосфору, але його дефіцит 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, відзначається дуже низькою здатністю засвоювати фосфор з важкорозчинних сполук; пшениця й овес - низькою; жито і кукурудза - середньою; картопля, цукрові буряки, гірчиця, конюшина - високою; люпин, гречка, горох, люцерна - дуже високою.

### **Агробіологічні основи програмування врожайності**

Найвищу продуктивність польових культур можна одержати тільки при створенні умов для якнайповнішого використання посівами біогідротермічного потенціалу місця вирощування. Тому агротехнічна частина програмування полягає, насамперед, у створенні технологічної карти і графіка диспетчерського контролю за вчасністю виконання запланованих робіт. Технологічна карта відображає технічне забезпечення, строки виконання робіт та їх якість, норми і строки використання агрохімікатів, вибір сорту, операції з догляду за посівами і збирання врожаю. Тільки повне

дотримання всіх розрахованих параметрів при програмуванні врожаю забезпечить успіх.

*Вибір сорту.* Для програмованого вирощування повинні використовуватися високопродуктивні сорти інтенсивного типу. При програмуванні ресурсощадних технологій сорт має бути пластичним і формувати економічно вигідний врожай при порівняно малих затратах добрив. Для цього збирають інформацію з найближчих сортодільниць і від закладів-оригінаторів сорту. Важливо знати параметри структури врожаю (густота і висота стеблостою, облиствленість, продуктивність суцвіття, співвідношення основної та побічної продукції тощо), головні біологічні особливості (довжина вегетаційного періоду, холодо- і морозостійкість, стійкість проти вилягання, ураження хворобами і шкідниками).

*Структура посіву заданої продуктивності.* Продуктивність посіву залежить від його структури. Існує залежність, при якій продуктивність окремої рослини збільшується за умови зменшення густоти рослин на площі. Проте продуктивність посіву знижується як при збільшенні, так і при зменшенні густоти понад якусь певну величину, яку прийнято називати оптимальною.

Під *оптимальною густотою* розуміють таку кількість рослин, яка дає повне змикання листової поверхні з найменшим взаємозатіненням і дозволяє з найбільшою ефективністю використати площу живлення та освітлену поверхню листків, стебел, суцвіть для забезпечення найвищої продуктивності фотосинтезу і формування максимального врожаю в даних умовах.

Оптимальна густота стояння рослин на одиниці площі - величина надзвичайно нестабільна. Вона залежить не тільки від виду культури, але значно змінюється залежно від сорту родючості ґрунту, забезпечення вологою та поживними елементами. Густота стояння рослин є стрижнем побудови технології вирощування. Технології з високою густотою стояння рослин вважаються більш затратними, ніж при нижніх значеннях оптимальності цього показника.

*Норма висіву.* Велике значення при програмуванні врожаю польових культур має встановлення норми висіву. Науково-дослідні установи, сортодільниці і, насамперед, оригінатори сорту встановлюють оптимальні норми висіву культур для певних ґрунтово-кліматичних умов. Вони дають узагальнені рекомендації з висіву певної кількості рослин на одиницю площі в штуках на квадратний метр (шт./м<sup>2</sup>). Оскільки насіння різне за масою 1000 насінин, лабораторною схожістю, то для кожної окремої партії насіння розраховують масову норму висіву в кілограмах на гектар (кг/га). Вона може значно відрізнятись навіть по одному сорту залежно від умов вирощування, норми добрив і технології догляду за посівами, які впливають на розмір насіння.

Розрахована норма висіву дозволяє створити оптимальну густоту стояння рослин впродовж всієї вегетації та перед збиранням для максимального нагромадження фітомаси на відповідних фазах росту і розвитку. Традиційна формула розрахунку норми висіву базується на обмеженій кількості чинників:

$$N = \frac{H \times K \times 100}{Pc}$$

де N - норма висіву, млн. шт./га; H - оптимальна густота перед збиранням, млн. шт./га; K - коефіцієнт випадання рослин за період вегетації; Pc - польова схожість, %.

Вагову норму посіву визначаємо за масою 1000 шт. насінин.

*Оптимальна площа листків.* Листкова поверхня включає сонячну енергію і синтезує органічні сполуки, які йдуть на формування нових органів рослини і врожаю. Найвища продуктивність посівів можлива лише при оптимальній площі листків. На зріджених посівах формується недостатня площа листків. Частина сонячних променів не використовується вегетативною масою. Вони надходять у ґрунт, збільшуючи інтенсивність випаровування вологи і значно підвищуючи температуру надземного шару повітря. На таких посівах зростає забур'яненість.

У загущених посівах рослини взаємозатінюють одна одну, особливо при суцільній сівбі. Більшість ФАР поглинається листками верхнього ярусу. Листя нижніх ярусів недостатньо освітлене, паразитує за рахунок продуктів асиміляції листків верхнього ярусу. В більшості культур високий врожай формується за умови швидкого наростання площі листків, формування її розміру в межах 40-60 тис. м<sup>2</sup>/га та продовження періоду дії фотосинтетичного апарата.

Розміри листової поверхні залежать від культури, ґрунтового-кліматичних умов її вирощування. Висота рослини, її розміри зменшуються при переміщенні їх з півдня на північ та при вирощуванні у гірській місцевості, на більшій висоті над рівнем моря. Листкова поверхня збільшується при достатньому забезпеченні вологою і поживними речовинами. Особливе значення у формуванні врожаю має захист листків від ураження хворобами, пошкодження шкідниками, недопущення вилягання рослин і забур'яненості посівів.

*Фотосинтетичний потенціал.* Важливо не тільки забезпечити оптимальні розміри фотосинтетичного апарата, але й якомога більше продовжити активне функціонування його. Для характеристики тривалості фотосинтетичної діяльності посіву запроваджений показник - фотосинтетичний потенціал. Його визначають як суму площ листків за кожний день вегетації або як добуток середньої площі листків на кількість днів' активної вегетації:

$$\text{ФП} = \text{Лср} \times \text{Т}$$

де ФП - фотосинтетичний потенціал, млн м<sup>2</sup>га, дн.; Лср - середня площа листків, тис. м<sup>2</sup>/га; Т - кількість днів активної вегетації, дн.

За узагальненими даними виявлено, що 1 тис. одиниць ФП забезпечує збір 2-3 кг зерна озимої пшениці, 1,7-2 кг зерна жита й ярої пшениці, 2,0-2,4 - кукурудзи, 8 - бульб картоплі, 10 - коренеплодів тощо.

Досягнувши певної величини, листової поверхні може стати обмежувальним чинником зростання продуктивності

посівів. У даному випадку потрібно вдосконалити структуру посіву, його архітектуру. Таким заходом при вирощуванні зернових культур може стати точний висів.

### Види програм

У програмуванні врожаїв використовують 3 види програм: прогностичну, інформаційно-оперативну та коригувальну.

*Прогностична* програма включає прогнозовані параметри найважливіших елементів продуктивності посіву і чинників, що їх забезпечують.

*Інформаційно-оперативна* програма містить дані про фактичний стан продуктивності посівів. Показники цієї програми можуть відрізнятися від даних прогностичної, оскільки залежать від конкретних умов року. Джерелом оперативної інформації про стан посіву є спостереження за посівами, обліки і аналізи виконуваних досліджень. При відхиленні між показниками прогностичної і оперативної програм понад 10 % реалізують *коригувальну* програму.

### **Запитання для самоконтролю**

1. Провідні вчені з програмування врожайності.
2. Назвіть принципи програмування.
3. Що означає термін "потенційно можливий врожай" (ПУ)?
4. Методика визначення дійсно можливої врожайності (ДМУ).
5. Визначення гідротермічної продуктивності.
6. Реальна виробнича урожайність (РВУ).
7. Принципи розрахунку добрив на запрограмований врожай.
8. Агробіологічні основи програмування і розрахунки норм посіву.
9. Що таке фотосинтетичний потенціал?

## Список рекомендованої літератури

1. Агроекологія: Навчальний посібник / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак та ін. –К.: Вища освіта, 2006. -671 с.
2. Агрохімія: Підручник/ М.М. Городній, СІ. Мельник, А.С. Малиновський та ін. К.: ТОВ "Алефа", 2003. - 778 с
3. Аніферов П.Є. Машина для овочівництва. – К.: Вища школа, 1989.–778 с.
4. Антонєць С.С. Шлях до ґрунтозахисного біологічного землеробства // Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні / За ред. проф. М.К. Шикуди. – К.: НАУ, 2000. – С 53-78.
5. Бойко П.І., Коваленко Н.П. Проблеми екологічного врівноваження сівозмін // Вісник аграрної науки. – 2003. - № 8. –С 9-13.
6. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / За ред. проф. М.К. Шикуди. – К.: Оранта, 1988. –680 с.
7. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. – К.: Вища школа, 2004. – 538 с.
8. Галич М.А., Стрельченко В.П. Агроекологічні основи використання земельних ресурсів Житомирщини. – Житомир: Волинь, 2004. –184 с
9. Грингоф И.Г., Попова В.В., Страшный В.И. Агрометеорология: Учебник. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. –310 с.
10. Ґрунтознавство: Підручник / Д.Г. Тихоненко, М.О. Горін, МЛ. Лактіонов та ін. / За ред. проф. Д.Г. Тихоненка. - К.: Вища освіта, 2005. –703 с.
11. Гудзь В.П., Примаєк І.Д., Будионний Ю.В. Землеробство / За ред. В.П. Гудзя. – К.: Урожай, 1980. – 384 с.
12. Загальне землеробство: Підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, А.П. Бутило, П.В. Костоґриз / За ред. В.О. Єщенка. - К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.
13. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев. - М.: Россельхозиздат. – 1977. – 187 с.
14. Куян В.Г. Садівництво. - К.: Аграрна наука, 1998. -467 с.

15. Кравченко М.С., Злобін Ю.А., Царенко О.М. Землеробство / За ред. М.С. Кравченка. – К.: Либідь, 2002. – 494 с.
16. Лісова А.П., Макаренко В.М., Кравченко СМ. Система застосування добрив. – К.: Вища школа, 2002. – 317 с.
17. Марченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур. – Суми: Університетська книга, 2003. – 296 с.
18. Нарцисов В.П. Научные основы систем земледелия. – М.: Колос, 1982. – 328 с.
19. Рубін С.С., Михайлівський А.Г., Ступаков В.П. Землеробство / За ред. С.С. Рубіна. – К.: Вища школа, 1980. – 464 с.
20. Сайко В.Ф. Стан та перспективи розвитку землеробства України в ХХІ столітті // Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. – К., 2000. – С. 3-13.
21. Сельское хозяйство. Земледелие. Термины и определения. ГОСТ 16256-80. – М., 1980. – С. 2.
22. Сівозміни у землеробстві України / За ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. – К.: Аграрна наука, 2002. – 144 с.
23. Советов А.В. О системах земледелия. – М.; Сельгосгиз, 1950. – С. 239-321.
24. Степанов В.Н. Минимальные температуры для проростання семян и появления всходов полевых культур // Селекция и семеноводство. – 1948. – № 1. – С. 51-58.
25. Степанов В.Н. Характеристика сельскохозяйственных культур по устойчивости к заморозкам // Советский агроном. – 1948. – №4. – С. 82-87.
26. Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агроєкосистеми (науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва) // За ред. Ю.О. Тараріко. – К.: Аграрна наука, 2004. – 126 с
27. Тараріко А.Г. Почвозащитная контурно-мелиоративная система земледелия как пример комплексного решения проблем его устойчивости // Устойчивость земледелия: проблемы и пути решения / Под ред. В.Ф. Сайко. – К.: Урожай, 1993. – С. 175-236.
28. Глуначний словник із загального землеробства / За ред. В.П. Гудзя. – К.: Аграрна наука, 2004. – 224 с.



29. Філіп'єв І.Д., Михєєв Є.К. Як програмувати врожай. –К., 1990. –91 с.
30. Цупенко Н.Ф. Справочник агронома по метеорології. –К.: Урожай, 1990. –238 с.
31. Шатилов И.С, Заганишин А.А. и др. Руководство по программированию урожая. – М.: Россельхозиздат, 1986. –151с.
32. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. –247 с.
33. Шидула М.К. Вирощування екологічно безпечної продукції рослинництва в ґрунтозахисному землеробстві // Відтворення родючості ґрунтів в ґрунтозахисному землеробстві / За ред. проф. М.К. Шидули. - К.: Оранта, 1998. -С. 453-459.
34. Якість ґрунтів та сучасні стратегії удобрення: Підручник / За ред. Д.Мельничука, Дж. Гофмана, М.Городнього. –К.: Арістей, 2004.–488 с

## Зміст

<b>Передмова</b> .....	3
Рослинництво - базова галузь сільськогосподарського виробництва.....	4
Світові ресурси рослинництва.....	6
Історія розвитку землеробства.....	8
Екологічні основи рослинництва.....	12
Фітобіологічні особливості основних сільськогосподарських культур.....	15
Кращі сорти і гібриди.....	25
Організаційно-технологічні заходи вирощування економічно вигідних врожаїв сільськогосподарських культур.....	28
Запитання для самоконтролю.....	39
<b>Розділ 1. Будова, ріст і розвиток рослин</b> .....	<b>40</b>
1.1. Вегетативні органи рослин.....	42
1.2. Будова кореня та його спеціалізація як органа поглинання поживних речовин.....	43
1.3. Будова листка як органа поглинання світла і вуглекислого газу...45	
1.4. Будова стебла, квітки, плоду.....	47
1.5. Класифікація рослин за ботанічними і технологічними ознаками.....	51
1.6. Поняття про ріст, розвиток, ентогенез, філогенез і спадковість, фенологічні фази, стадії розвитку й органогенез.....	52
Запитання для самоконтролю.....	57
<b>Розділ 2. Фактори життя сільськогосподарських культур, їх роль у формуванні врожаю</b> .....	<b>58</b>
2.1. Вимоги рослин до умов навколишнього середовища.....	58
2.2. Внутрішні й зовнішні фактори формування врожаю.....	60
2.3. Вода.....	61
2.4. Світло.....	67
2.5. Тепло.....	73
2.6. Повітря.....	87
2.7. Елементи мінерального живлення.....	90

2.8. Основні закони землеробства і рослинництва.....	93
Запитання для самоконтролю.....	95
<b>Розділ 3. Ґрунт як засіб сільськогосподарського вироб-</b>	
<b>ництва.....</b>	<b>96</b>
3.1. Поняття про ґрунт та його родючість .....	96
3.2. Види родючості ґрунту.....	98
3.3. Фактори та суть ґрунтоутворення .....	100
3.4. Особливості будови ґрунту та поняття про ґрунтовий профіль.....	107
3.5. Склад і властивості ґрунту.....	112
3.6. Водні властивості та водний режим ґрунту.....	122
3.6.1. Форми води в ґрунті.....	123
3.6.2. Водні властивості ґрунту.....	126
3.6.3. Водний режим ґрунту.....	128
3.7. Органічна частина ґрунту, її походження та значення .....	130
3.8. Кислотність і лужність ґрунту та групування рослин за відношенням до кислотності.....	142
3.9. Агровиробнича характеристика основних типів ґрунтів України та заходи підвищення їх родючості.....	154
3.10. Ерозія ґрунтів і заходи її запобігання.....	163
3.11. Класифікація та бонітування ґрунтів й економічна оцінка землі.....	169
3.11.1. Класифікація ґрунтів.....	169
3.11.2. Бонітування ґрунтів.....	170
3.12. Поняття про ґрунтові карти, агрохімічні картограми та їх практичне використання.....	180
Запитання для самоконтролю.....	181
<b>Розділ 4. Живлення рослин і застосування добрив.....</b>	<b>182</b>
4.1. Хімічний склад рослин.....	182
4.2. Співвідношення елементів живлення в рослинах та їх винос з урожаєм .....	186
4.3. Фізіологічні основи кореневого живлення рослин.....	188
4.4. Вплив умов зовнішнього середовища на поглинання поживних речовин рослинами.....	192
4.5. Реакція ґрунтового розчину і кореневе живлення.....	196
4.6. Значення добрив у підвищенні врожайності й покращенні якості продукції рослинництва.....	197

4.7. Прийоми, строки та способи внесення добрив.....	200
4.8. Класифікація добрив.....	204
4.9. Фізико-механічні властивості добрив.....	206
4.10. Мінеральні добрива, їх властивості, використання .....	207
4.10.1. Азотні добрива, строки, способи і технологія їх внесення .....	207
4.10.2. Фосфорні добрива, строки, способи і технологія їх внесення.....	217
4.10.3. Калійні добрива, строки, способи і технологія їх внесення.....	223
4.10.4. Комплексні добрива, строки, способи і технологія їх внесення .....	228
4.10.5. Мікродобрива, їх властивості, використання .....	231
4.11. Органічні добрива.....	238
4.11.1. Гній, його види, склад, зберігання, використання.....	239
4.11.2. Гноївка.....	244
4.11.3. Пташиний послід.....	245
4.11.4. Торф.....	246
4.11.5. Компости.....	247
4.11.6. Вермикомпост (біогумус).....	248
4.11.7. Сапропелі .....	249
4.11.8. Мул.....	250
4.11.9. Зелене (сидеральне) добриво.....	251
4.11.10. Солома як добриво .....	254
4.12. Бактеріальні добрива .....	257
4.13. Регулятори росту.....	260
4.14. Система застосування добрив .....	262
4.15. Система удобрення культур у сівозміні.....	267
4.15.1. Полісся .....	267
4.15.2. Лісостеп.....	270
4.15.3. Степ.....	273
Запитання для самоконтролю .....	275
<b>Розділ 5, Бур'яни, шкідники та хвороби сільськогоспо-</b>	
<b>дарських культур і заходи захисту від них .....</b>	<b>277</b>
5.1. Поняття про бур'яни та шкода, якої вони завдають .....	277
5.1.1. Біологічні особливості та класифікація бур'янів .....	278
5.1.2. Характеристика біологічних груп бур'янів.....	280

5.1.3. Карантинні бур'яни .....	281
5.1.4. Перелік основних видів бур'янів за агробіологічною класифікацією.....	281
5.1.5. Еколого-економічний поріг шкодочинності бур'янів.....	282
5.2. Поняття про шкідників сільськогосподарських рослин .....	283
5.2.1. Характеристика основних груп шкідників	
5.2.2. сільськогосподарських рослин.....	284
5.2.3. Характер пошкодження рослин шкідниками .....	288
5.2.4. Основні шкідники сільськогосподарських рослин .....	291
5.3. Поняття про хвороби культурних рослин.....	292
5.3.1. Класифікація хвороб рослин.....	292
5.3.2. Основні типи прояву хвороб.....	293
5.3.3. Характеристика збудників хвороб рослин.....	294
5.3.4. Імунітет рослин до інфекційних хвороб.....	296
5.3.5. Основні хвороби сільськогосподарських рослин .....	297
5.4. Класифікація заходів захисту сільськогосподарських рослин від шкідливих організмів.....	298
5.5. Поняття про пестициди та їх класифікація.....	303
5.6. Строки, способи, умови ефективного застосування пестицидів.....	305
5.7. Охорона праці при роботі з пестицидами.....	311
5.8. Агроекономічна та екологічна оцінки захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів.....	312
Запитання для самоконтролю .....	315
<b>Розділ 6. Системи землеробства.....</b>	<b>316</b>
6.1. Поняття про системи землеробства.....	316
6.1.1. Системи землеробства як спосіб найбільш продуктивного використання землі, підвищення родючості ґрунту та зростання врожайності сільськогосподарських культур.....	316
6.1.2. Історичний розвиток систем землеробства та їх класифікація.....	319
6.1.3. Особливості систем землеробства в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.....	327
6.1.4. Альтернативні системи землеробства.....	335
Запитання для самоконтролю.....	340

<b>Розділ 7. Сівозміни в землеробстві України .....</b>	<b>341</b>
7.1. Загальне поняття сівозміни.....	341
7.2. Наукові основи сівозмін.....	347
7.3. Класифікація та схеми сівозмін .....	350
7.4. Проектування, введення та освоєння сівозмін.....	356
7.5. Агротехнічна й економічна оцінки сівозмін за продуктивністю та грунтозахисною дією .....	359
7.6. Сівозміни в умовах розвитку різних аграрних формувань .....	364
Запитання для самоконтролю .....	368
<b>Розділ 8. Механічний обробіток ґрунту в землеробстві.....</b>	<b>369</b>
8.1. Технологічні процеси механічного обробітку ґрунту . .....	369
8.2. Заходи і способи обробітку ґрунту.....	372
8.3. Системи обробітку ґрунту.....	377
8.3.1. Зяблевий обробіток ґрунту.....	377
8.3.2. Передпосівний обробіток ґрунту під ярі культури . .....	379
8.3.3. Обробіток ґрунту під озимі культури .....	382
Запитання для самоконтролю .....	392
<b>Розділ 9. Меліорація земель.....'</b>	<b>393</b>
9.1. Еколого-технологічні основи осушувальних меліорацій.....	396
9.2. Методи; і способи осушення заболочених земель.....	398
9.3. Еколого-технологічні основи зрошення сільськогосподарських культур..	404
9.4. Вапнування ґрунтів .....	410
9.5. Рекультивация земель .....	413
9.6. Фітотоксичність важких металів, шляхи їх надходження у ґрунт. Мінімізація забруднення важкими металами .....	415
Запитання для самоконтролю.....	420
<b>Розділ 10. Насінництво, сівба сільськогосподарських культур .....</b>	<b>421</b>
10.1. Насінництво.....	421
10.2. Сівба сільськогосподарських культур.....	433
Запитання для самоконтролю.....	437
<b>Розділ 11. Організація технологічних процесів у рослинництві.....</b>	<b>438</b>
11.1. Основні енергетичні, транспортні і навантажувальні засоби.....	438

11.1.1. Трактори сільськогосподарського призначення .....	441
11.1.2. Автомобілі.....	443
11.1.3. Навантажувачі .....	444
11.2. Механізація обробітку ґрунту .....	444
11.2.1. Способи механічного обробітку ґрунту. Ґрунтообробні знаряддя.....	445
11.3. Механізація внесення добрив і захисту рослин.....	447
11.3.1. Способи і технології внесення добрив у ґрунт .....	448
11.3.2. Машини для внесення добрив .....	449
11.3.3. Методи захисту рослин .....	450
11.3.4. Отрутохімікати, технологічні принципи їх нанесення та способи застосування .....	452
11.3.5. Агротехнічні вимоги до машин для захисту рослин.....	457
11.3.6. Технології обприскування, типи машин та їх класифікація .....	458
11.3.7. Машини для обпилювання сільськогосподарських рослин.....	459
11.4. Машини для вирощування і збирання основних сільськогосподарських культур .....	460
11.4.1. Класифікація сівалок .....	460
11.4.2. Агротехнічні вимоги до сівалок.....	460
11.4.3. Зернові сівалки.....	461
11.4.4. Сівалки для сівби просапних культур .....	462
11.4.5. Зернозбиральні комбайни .....	463
11.4.6. Комплекс зернозбиральних машин.....	466
11.4.7. Класифікація зернозбиральних машин та зернозбиральних комбайнів .....	466
11.4.8. Механізація збирання кукурудзи.....	468
11.4.9. Комплекс машин для післязбиральної обробки врожаю.....	469
11.5. Механізація збирання трав і силосних культур.....	469
11.6. Машини для збирання коренебульбоплодів .....	471
11.7. Машини для збирання прядивних культур .....	474
11.8. Машини для збирання овочевих культур .....	475
11.9. Машини для вирощування і збирання плодових культур.....	479

11.10. Організація використання техніки.....	479
Запитання для самоконтролю .....	482
<b>Розділ 12. Програмування врожаїв сільськогосподарських культур.....</b>	<b>483</b>
Запитання для самоконтролю .....	502
<b>Список рекомендованої літератури.....</b>	<b>503</b>
<b>Зміст .....</b>	<b>506</b>



Навчальне видання  
Олександр Феодосійович Смаглій  
**Основи землеробства**  
Підручник

Редактор	Н.С. Пекарева
Макетування	Н.С. Пекарева
Дизайн обкладинки	О.П. Осьмук

Підписано до друку 13.03.2008. Формат 60х84/16.  
Гарнітура Times New Roman. Папір оф. Ум. друк. арк..29,88.  
Обл. –вид. арк.. 25,67. Наклад 300 пр. Зам. № 323.

Державний вищий навчальний заклад  
«Державний агроекологічний університет»  
10008, м. Житомир, бульвар Старий, 7. Тел.:(0412)37-19-44  
Свідоцтво від 18.04.2007, серія ДК №2830