

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра землеробства**

В.В. Гамаюнова

**ПРОГНОЗ
І ПРОГРАМУВАННЯ
ВРОЖАЇВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

для студентів агрономічного факультету
денної і заочної форм навчання
із спеціальності - **8.09010101** – «Агрономія»,
ОКР «Магістр»

Миколаїв

2014

УДК

ББК

Друкується за рішення методичної комісії факультету агротехнологій
Миколаївського національного аграрного університету від «___»
_____ 2014 р., протокол № ____.

Автор:

В.В. Гамаюнова – професор кафедри землеробства, Миколаївський національний
аграрний університет

Рецензенти:

© Миколаївський національний
аграрний університет, 2014

© Гамаюнова В.В., 2014

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Лекція 1. МЕТОДИЧНЕ ТА МЕТОДОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ	5
Лекція 2. МЕТОД ОПТИМАЛЬНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ВРО- ЖАЇВ ЗА І.С. ШАТИЛОВИМ	11
Лекція 3. РОЗРАХУНОК ПОТЕНЦІЙНОЇ УРОЖАЙНОСТІ	17
Лекція 4. РОЗРАХУНОК ФОТОСИНТЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПОСІВІВ, ЯКИЙ ЗАБЕЗПЕЧУЄ ОДЕРЖАННЯ ЗАПРО- ГРАМОВАНОГО ВРОЖАЮ	24
Лекція 5. РОЗРАХУНОК НОРМ ДОБРІВ І СИСТЕМИ ЇХ ВИКО- РИСТАННЯ ПІД ЗАПЛАНОВАНИЙ УРОЖАЙ	31
Лекція 6. ОПТИМІЗАЦІЯ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ПОСІВІВ НА ПРОГРАМОВАНИЙ УРОЖАЙ	39
Лекція 7. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ, ШКІДНИКІВ ТА БУРЯНІВ	46
Лекція 8. ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ ОДЕРЖАННЯ ЗАПЛАНОВАНОЇ УРОЖАЙНОСТІ	50
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	59

ВСТУП

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

Під програмуванням розуміють розробку та реалізацію науково-обґрунтованого комплексу взаємопов'язаних заходів при вирощуванні сільськогосподарських культур, своєчасне і якісне виконання яких дозволить забезпечити одержання запланованих врожаїв з одночасним підвищенням родючості ґрунтів.

Прогнозування – це науково обґрунтоване передбачення продуктивності сільськогосподарських культур на рік, ряд років чи перспективу. При цьому прямо чи опосередковано в тій чи іншій мірі враховується забезпеченість основними засобами виробництва та ресурсами основних факторів росту. Основою його складання є багаторічні дані після їх кореляційного і регресійного аналізу.

Саме програмування врожаїв ґрунтується на принципі встановлення можливого рівня продуктивності, якщо визначається біологічними особливостями культури (сорту) і природнокліматичними умовами зони (господарства), з одного боку, та цілеспрямованим регулюванням процесу формування врожаю – з іншого.

Зрозуміло, що в існуючих ринкових відносинах проблема полягає не тільки і не стільки в оптимізації умов розвитку рослин за основними факторами росту, а в економічній доцільності цієї оптимізації. Тобто в кожному конкретному випадку рівень оптимізації умов визначається наявною економічною ситуацією та ступенем впливу держави на розвиток сільського господарства.

Лекція 1. МЕТОДИЧНЕ ТА МЕТОДОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

1. Кореляційні взаємозв'язки та взаємозалежності.
2. Графічні і графоаналітичні методи пошуку оптимальних рішень.
3. Лінійне програмування, метод Монте-Карло, рендомізатор.

1. Кореляційні взаємозв'язки та взаємозалежності

Мета кореляційного аналізу – виявити наявність і силу (тісноту) зв'язку між двома змінними. Для цього необхідно розрахувати коефіцієнт парної кореляції, який є показником тісноти лінійного кореляційного зв'язку і має значення у межах від -1 до +1. У випадку, коли залежність між змінними є більш складною, ніж лінійний зв'язок, коефіцієнт кореляції прийме функцію 0.

Тіснота коефіцієнта кореляції вимірюється по певній градації його значення:

- до 0,3 – слабкий лінійний зв'язок;
- від 0,3 до 0,5 – помітний лінійний зв'язок;
- від 0,5 до 0,7 – помірний лінійний зв'язок;
- від 0,7 до 0,9 – тісний лінійний зв'язок;
- понад 0,9 – дуже тісний лінійний зв'язок.

Приклад: Розглянемо попередні дані впливу на урожайність пшениці внесених органічних добрив.

Відкриваємо *Excel* і створюємо таблицю даних:

	А	В
1	Доза орг.добрив, т/га	Урожайність ц/га
2	0	30,8
3	20	36,18
4	30	39,18
5	40	49,18
6	50	45,18
7	60	48,18
8	70	51,18
9	80	54,18
10		

Потім знаходимо у вкладці „Сервіс” вкладку „Анализ данных”.

В переліку інструментів аналізу знаходимо і підтверджуємо параметр „Кореляція”.

В параметрі „Входной интервал” виділяємо два стовпчика з числовими даними (крім назв стовпчиків), щоб він набув значення в нашому випадку: \$A\$2:\$B\$9.

	А	В
1	Доза орг. добрив, т/га	Урожайність ц/га
2	0	30,8
3	20	36,18
4	30	39,18
5	40	49,18
6	50	45,18
7	60	48,18
8	70	51,18
9	80	54,18
10		

Потім нажимаємо „ОК”.

В відкритому новому робочому аркуші на перетині стовпчика 1 з стовпчиком 2 ми бачимо значення коефіцієнта кореляції – 0,953657.

	А	В	С
1	Столбец 1		Столбец 2
2	Столбец 1	1	
3	Столбец 2	0,953657	1
4			

Виходячи із значення коефіцієнта кореляції ми можемо припустити, що у впливові на урожайність пшениці внесених органічних добрив існує дуже тісний лінійний зв'язок (показник кореляції дорівнює 0,95).

2. Графічні і графоаналітичні методи пошуку оптимальних рішень

Всі біологічні процеси мають дві основні характеристики:

- швидкість протікання ($\frac{dy}{dx}$);
- прискорення ($\frac{d^2y}{dx^2}$).

Дані властивості біологічних процесів можна представити у вигляді графіків, які будуть розподілятися згідно швидкості на класи:

- 1-й клас – монотонно-зростаючі криві ($\frac{dy}{dx} \geq 0$);
- 2-й клас – монотонно убуючі криві ($\frac{dy}{dx} \leq 0$);
- 3-й клас – немонотонні криві ($\frac{dy}{dx}$ різного знаку).

В свою чергу прискорення процесу криві 1-го і 2-го класів можна розділити на підкласи:

- 1-й підклас – вігнуті криві ($\frac{d^2y}{dx^2} \geq 0$) – процес прискорюється;
- 2-й підклас – випуклі криві ($\frac{d^2y}{dx^2} \leq 0$) – процес уповільнюється;

3-й підклас – криві з перегином ($\frac{d^2y}{dx^2}$ різного знаку) – процес перемінно прискорюється і уповільнюється.

Згідно прискорення до третього класу відносяться криві, що мають максимум ($\frac{d^2y}{dx^2} > 0$) і криві, що мають максимум ($\frac{d^2y}{dx^2} < 0$).

Побудувавши графічну модель процесу, дуже зручно, визначивши рівняння кривої, знайти найкращі оптимальні показники, чи розрахункові дані.

Також по осям координат в певному масштабі можна відкласти взаємозалежні чи відносні величини, що може дати наглядне уявлення про взаємозалежність величин і їх екстремальне значення.

Нехай, наприклад, отримані експериментальні дані при графічному розгляді дають криву $y = f(x)$ (рис.1).

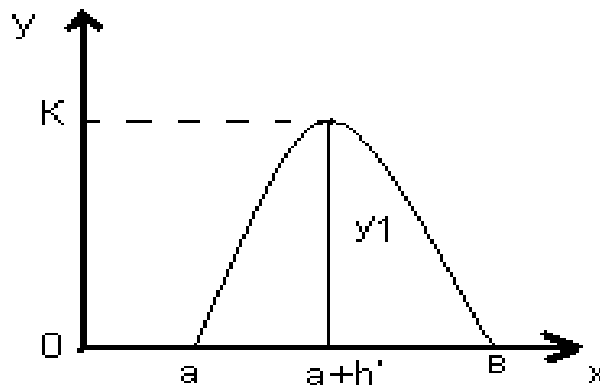


Рис.1.

Для даної кривої потрібно шукати рівняння параболи, вісь якої паралельна осі Y.

Проведемо через вершину ординату Y_1 , що відповідає абсцисі $a+h$. В загальному випадку можна розглядати окремі ділянки кривої, що лежать на ділянці:

$$a \leq x \leq a+2h.$$

В цьому випадку інтервал по осі абсцис від a до b розбивається на n ділянок, кожен довжиною h_j , так, що точка абсциси буде сумою:

$$b = a + nh.$$

Якщо дослідна чи розрахункова крива дуже близько апроксимується параболою на всій її протяжності, як це показано на малюнку, то абсцису точки „B” можна приймати рівною:

$$b = a + 2h.$$

Позначимо ординати, що відповідають a , $a+h$, $a+2h$ через точку y_0 , y_1 , y_2 , будуть мати вигляд:

$$y = y_1 + a[x-(a+h)] + b[x-(a+h)]^2.$$

Тепер можна визначити постійні a і b в так, щоб шукана парабола проходила також через точки (a, y_0) і $(a + 2h, y_2)$. Ця умова дає:

$$a = \frac{y_2 - y_0}{2h}; \quad \epsilon = \frac{y_2 + y_0 - 2y_1}{2h^2}.$$

У розглянутому прикладі:

$$a = 0; \quad \epsilon = -\frac{y_1}{h_2}$$

і звідси:

$$y = \kappa + \epsilon - \frac{\kappa}{h^2}x^2 + 2(a+h)x\frac{\kappa}{h^2} - (a+h)^2.$$

Позначивши числові коефіцієнти:

$$\frac{K}{h_2} = a, \quad \frac{2K}{h^2}(a+h) = \epsilon', \quad c' = \kappa - (a+h)^2.$$

ми отримаємо:

$$y = -a'x^2 + \epsilon'x - c'.$$

Що і є знайдене рівняння даної параболи.

При складанні формул велику роль грає знання основних властивостей функцій: непереривність, періодичність і інше, так як одна і та ж функція при різних параметрах може зображуватися зовсім іншими графіками. Відомо, наприклад, що функція $y = x^n$ при $n >$ дає різні параболи, а при $n < 0$ – гіперболи.

Найпростіший спосіб знаходження рівняння кривої – використання ЕОМ.

3. Лінійне програмування, метод Монте-Карло, рендомізатор

Завдання лінійного програмування включають в себе дві основні частини:

- 1) Систему лінійних рівнянь чи лінійних нерівностей;
- 2) Лінійну форму (функцію мети), яка найбільш відповідає заданим лінійним нерівностям.

Типове формулювання задачі оптимального програмування завжди має такий вигляд:

Перетворити в мінімум (максимум) функцію мети:

$$C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad (1)$$

При дотриманні таких умов обмеження використання ресурсів:

$$\left. \begin{array}{l} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \dots \\ X_j \\ \dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} > 0 \\ > 0 \\ > 0 \\ \dots \\ > 0 \end{array} \quad (2)$$

$$\begin{array}{r}
 X_n \geq 0 \\
 a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1j}x_j + \dots + a_{1n}x_n = a_1 \\
 a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2j}x_j + \dots + a_{2n}x_n = a_2 \\
 \dots \\
 a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + a_{j3}x_3 + \dots + a_{jj}x_j + \dots + a_{jn}x_n = a_j \\
 \dots \\
 a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mj}x_j + \dots + a_{mn}x_n = a_m
 \end{array}$$

Тут a_i і a_{ij} – деякі постійні величини, а C_j – коефіцієнти пропорційності;
 $i = 1, 2, 3, \dots, m$ $j = 1, 2, 3, \dots, n$; $n < m$.

Нас не повинна насторожувати складність і дивність написаних виразів. В дійсності, вони по своєму, змістові дуже прості і стають цілком зрозумілими при розгляді конкретних задач.

В загальному виразі кожна окрема лінійна нерівність вигляду $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1j}x_j + \dots + a_{1n}x_n \geq a_1$ визначає гіперплощину в n -мірному просторі.

Практичне рішення різних задач методами оптимального програмування зводиться до встановлення випуклої множини, що описується системою лінійних обмежень в n -мірному евклідовому просторі, з наступним пошуком в ньому таких точок, на яких функція (лінійна форма) досягала б свого оптимуму (мінімальних чи максимальних значень).

Тут загальною властивістю задач є: по-перше, встановлення вихідного плану задачі – вектора $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, що задовольняє вимоги $x_j \geq 0$ $j=1, 2, \dots, n$ і системи нерівностей; по-друге, побудова опорних планів $X'(x'_1, x'_2, \dots, x'_n)$, таких планів, коли вектори P_i , що входять в розклад $P_0 = \sum_{i=1}^m x_i * P_i$ с позитивними коефіцієнтами x_i , є лінійно незалежними, а число його позитивних компонентів не перевищує значення m ; і на сам кінець – пошук із опорних планів оптимального плану, оптимізуючого дану лінійну форму.

Розглянемо два простих ілюстративних приклади оптимального рішення лінійного програмування.

Нехай, наприклад, на полі площею 300 га разом зі сходами кукурудзи появились однорічні бур'яни, які можна знищити, застосовуючи як культивуацію, так і боронування. Від бур'янів потрібно позбавитися на протягом двох днів при наявності двох тракторних агрегатів. На культивуації продуктивність агрегату дорівнює 50 га/день (при вартості робіт 4,5 грн. /га), а на боронуванні – 150 га/день (1,5 грн. /га). Разом з тим, в першому випадку знищується до 5% культурних рослин, в другому – до 7%. Збиток складає 0,6 грн. на кожен процент пошкоджених сходів на гектарі і в середньому на всій площі не повинен перевищувати 4 грн/га.

Перед агрономом поставлена задача знайти найбільш вигідний спосіб боротьби з бур'янами.

Як вирішується задача методом лінійного програмування?

Позначимо через Y_1 кількість гектарів, оброблюваних культиваторами, а через Y_2 – оброблюваних боронами. Тоді по умовам задачі запишемо просту систему нерівностей:

$$\left. \begin{array}{l} \text{А) } Y_1 \geq 0 \\ \text{Б) } Y_2 \geq 0 \\ \text{В) } Y_1 + Y_2 \geq 300 \\ \text{Г) } 3,0 Y_1 + 4,2 Y_2 \leq 1200 \end{array} \right\} (3)$$

Дві останні нерівності можна уявити так:

$$Y_2 \geq -Y_1 + 300,$$

$$Y_2 \leq -0,72Y_1 + 286.$$

Визначимо числові значення Y_1 і Y_2 , при яких вартість обробки і збиток будуть мінімальними. Графічне рішення цієї задачі можна побудувати за допомогою графіків. Кожна з точок M задовольнятиме рішення системи нерівностей, але оптимальною є крайня точка B , що відповідає обробці поля культиваторами на площі $Y_1 = 44$ га і боронами на площі $Y_2 = 265$ га.

Так як при великих m і n практично вкрай важко знайти оптимальний план шляхом відбору всіх опорних планів, то застосовується спеціальний впорядкований перехід від одного опорного плану до іншого. До числа таких прикладів відноситься так званий симплексний метод. Останній дозволяє знайти крайню точку і визначити є вона оптимальною чи ні. Він дозволяє також за певну кількість розрахованих прийомів (ітерацій) виявити, має взагалі дана задача оптимальний план чи він відсутній взагалі, і задача немає реального значення.

Після того, як стали відомі обидві частини задачі лінійного програмування, приступають до складання матриці для рішення задачі симплексним методом. Для цього використовуються всі 18 лінійних рівнянь, що містять всі 27 вище вказаних невідомих величин.

Для рішення задачі на ЕОМ, згідно отриманій матриці була складена особлива програма, яка в розглянутому випадку вирішувалась на ЕОМ „Урал”.

Метод Монте-Карло

Суть даного методу полягає в пошуку значення a , деякої дослідної величини. Для цього вибирають таку випадкову величину X , математичне очікування якої дорівнює a :

$$M(X) = a$$

Практично в цьому випадку чинять так: проводять n кількість дослідів, в результаті яких отримують n можливих значень X ; вираховують їх середнє значення: $\bar{x} = (\sum xi) / n$ і беруть x в якості оцінки (приблизного значення) a^* величини, що шукають a :

$$a \approx a^* = \bar{x}.$$

Рендомізатор (розігрування випадкових величин поведінки системи)

Рендомізатором називають особливий прилад, що є джерелом (генератором) випадкових подій.

Він являє собою певну „модель невизначеності”, за допомогою якої виявляється стохастичний перебіг подій в системі.

При створенні рендомізатора проблема стоїть не в тому, щоб шукати дійсно випадкові події в природі, які в ідеальному вигляді практично не можливі, а хоча би більш чи менш імітувати їх.

Це робиться таким чином: береться ряд частково незрозумілих процесів, які наложуються один на один, в результаті чого буде отримано суміш, яка, по суті не може бути випадковою.

Для розігрування випадкових величин поведінки системи використовують методи жеребкування, електронні схеми рендомізаторів та програми для ЕОМ.

Список використаної літератури

1. Климов А.А., Листопад Г.Е., Устинко Г.Н. Программирование урожая, Волгоград, 1971, с.402-467.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика, М, Высшая школа, 1977, с.363-364.
3. О.В. Харченко. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур. Суми, «Університетська книга», 2003.- С.-199-220.

Лекція 2. МЕТОД ОПТИМАЛЬНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЇВ ЗА І.С. ШАТИЛОВИМ

1. Принципи визначення можливого врожаю.
2. Етапи планування агрозаходів
3. Актуальність програмування, його значення у вирішенні продовольчої проблеми.
4. Поняття про планування, прогнозування та програмування врожаїв.
5. Фактори життєдіяльності рослин, їх діалектична єдність та незамінність, закони землеробства.

1. Принципи визначення можливого врожаю.

Багаточисельні експериментальні дослідження і узагальнення результатів робіт по фотосинтезу, мінеральному живленню, водному режиму, продуктивності культурних рослин, використанню посівами ФАР дозволили академіку І.С. Шатилову узагальнити екологічні, біологічні і агротехнічні умови програмування врожаїв. Він запропонував 10 принципів програмування.

Перші п'ять принципів призначені для визначення величини можливого врожаю на основі наступних факторів:

- 1 – врахування гідротермічного показника продуктивності фітомаси;
- 2 – визначення врожайності за коефіцієнтом використання ФАР;

3 – визначення потенційних можливостей культури (сорту), що застосовується до тих умов, де планується отримувати високі врожаї;

4 – необхідність на полі, зайнятому рослинами, сформувати необхідний (відповідний) фотосинтетичний потенціал;

5 – необхідність правильного використання основних законів (закономірностей) землеробства та рослинництва.

Всі інші принципи складають технологічну схему програмованого вирощування культур:

6 – розробка системи удобрення з врахуванням ефективної родючості ґрунту і потреб рослин в поживних речовинах, що забезпечують отримання запланованого врожаю високої якості;

7 – розробка комплексу агротехнічних заходів для кожної культури, направлених на отримання запрограмованих врожаїв;

8 – в зрошуваному землеробстві забезпечити потребу рослин у воді в оптимальній кількості, а в звичайних умовах рівень врожайності підтримувати виходячи з кліматичних умов, що склались;

9 – забезпечити вирощування здорових рослин, знизити до мінімуму негативний вплив шкідників і хвороб на ріст, розвиток і врожайність багаторічних культур;

10 – наявність відповідних експериментальних даних і широке використання ЕОМ та математичного апарату, котрий дозволить найбільш точно визначити оптимальний варіант комплексу заходів.

Окрім цих 10 принципів І.С. Шатилов вказує на необхідність обов'язкової всебічної економічної оцінки розроблюваного комплексу агрозаходів.

Перераховані принципи поєднують три основні аспекти:

- агрометеорологічний;
- агрофізичний;
- агротехнічний (в основному визначається проблема прогнозу і програмування врожаю).

2. Етапи планування агрозаходів

Етапи планування агрозаходів виконують в наступній послідовності:

- розраховують для даного поля дійсно можливий урожай культури і визначають запланований урожай;
- для запланованого врожаю розраховують норми мінеральних і органічних добрив;
- для конкретних умов поля вибирають технологічну схему вирощування культури;
- технологічна схема доповнюється до максимально можливого рівня необхідними агрозаходами;
- по алгоритму мінімалізації, враховуючи результати пунктів 2,3,4 розраховують мінімальний технологічний процес вирощування культури на даному полі;
- для отриманого мінімального технологічного процесу визначають характеристики окремих агрозаходів (глибина обробітку, норма висіву), а

також норми і строки поливів (при зрошенні) та заходи по боротьбі з бур'янами, шкідниками, хворобами;

- заповнюють технологічний паспорт поля на рік, для якого розраховують технологічний процес з включенням всіх показників для визначення економічної ефективності.

3. Актуальність програмування, його значення у вирішенні продовольчої проблеми

Проблема збільшення виробництва зерна і інших сільськогосподарських продуктів вирішується головним чином за рахунок подальшого значного підвищення продуктивності посівів. Цьому сприяє новий напрямок в агрономічній науці – *програмування врожаїв*. В основі якого є вимоги задоволення рослин в життєво важливих ресурсах для формування запланованого урожаю.

Прогноз і програмування врожаїв – це науковий напрямок, завданням якого є розробка методів цілеспрямованого формування розвитку посівів для отримання раніше запланованого урожаю. Як підтвердження цих успіхів – є результати багато чисельних досліджень, що свідчать про те, що планувати і отримувати запланований урожай є можливим. Прогноз і програмування врожаїв спирається на досягнення великої кількості наук – фізіологія рослин, землеробство, рослинництво, ґрунтознавство, агрохімія, метеорологія, агрофізика, а також математики, кібернетики та економіки.

Основна ціль програмування – перехід до широкого використання в агрономії кількісних моделей і електронно-обчислювальної техніки. Використання ЕОМ дозволяє швидко проводити обробку інформації про фактори, що впливають на ріст рослин і рекомендувати оптимальний варіант агротехнічних заходів, направлених на отримання запрограмованих врожаїв.

4. Поняття про планування, прогнозування та програмування врожаїв

Для прогнозу і програмування врожаїв потрібна попередня обробка всієї накопиченої різними науками інформації, розробка системи мір по отриманню заданого максимально можливого в конкретних погодно-кліматичних умовах урожаю, а при достатній кількості опадів - повне використання генетичного потенціалу вирощуваних сортів.

Прогноз і програмування врожаїв є досить складним, так як потрібно передбачити зміни в природі, знаходити вихід з тих випадкових для землеробів складнощів, що пов'язані з погодою.

Перші дослідження по програмуванню врожаїв були проведені відомим селекціонером – А.Г. Лорхом (ще в довоєнні роки він розробив систему вирощування картоплі, що дає 500 ц. з 1 га в умовах Московської області). Суть програми А.Г. Лорха – на основі тривалих спостережень вчений склав графік наростання біологічної маси картоплі, потім, залежно від цього він регулював живлення, надходження вологи та вуглекислий обмін.

В ті ж роки дослідження з озимою пшеницею проводив М.С. Савіцький. На дослідному полі Всесоюзної сільськогосподарської виставки він зібрав по 99,8 ц/га зерна.

Метод прогнозу і програмування ставить перед агрономічною наукою якісно нову задачу – заздалегідь визначити кінцевий результат досліду і відповідно сформулювати його умови.

Прогноз і програмування врожаїв відображає закономірний процес логічного розвитку вчень про урожай, як складну функцію багато чисельних процесів і факторів, визначаючих його кількісні і якісні характеристики. Цей метод дозволяє заздалегідь розрахувати технологічний процес отримання заданого врожаю (норму висіву, густоту стояння рослин, площу листків, фотосинтетичний потенціал, дози добрив, режим зрошення та інше) з врахуванням кліматичних умов, генетичного потенціалу сортів і природної родючості ґрунтів.

Прогноз і програмування врожаю направлено на упорядкування організації агрофітоценозу, як системи для досягнення максимальної його продуктивності і включає:

- завчасне визначення формування врожаю за раніше складеною програмою з врахуванням фізико-географічних, ґрунтово-кліматичних, економічних умов зони і біологічних особливостей рослин;
- оптимізацію, тобто досягнення максимального врожаю високої якості з низькою собівартістю при мінімальних затратах праці, часу, матеріально-технічних та інших ресурсів;
- застосування методу математичного планування багатфакторних польових досліджень для отримання об'єктивної інформації і встановлення закономірностей основних факторів формування врожаю;
- математичне моделювання і розробка програм для ЕОМ;
- використання ЕОМ;
- розробка планування агрокомплексів і складання графіків (технологічних карт вирощування сільськогосподарських культур в сівоzmінах);
- практичне використання розробленої програми в виробничих умовах і уточнення початкових функціональних моделей програмування врожаю.

5. Фактори життєдіяльності рослин, їх діалектична єдність та незамінність, закони землеробства

Вирощування високих запрограмованих врожаїв досягається при всебічному обліку й оптимізації факторів життєдіяльності рослин протягом вегетаційного періоду і складається з таких основних етапів:

а) визначення величини гранично можливого врожаю культури для даного району, ґрунтово-кліматичної зони, залежно від надходження сонячної радіації та використання її посівами;

б) розробки науково-обґрунтованої технологічної програми вирощування культури стосовно до фактичних водно-фізичних і агрохімічних властивостей ґрунту кожного поля сівоzmіни;

в) систематичного контролю за чіткістю виконання заданої програми, умовами розвитку рослин у період вегетації за допомогою експрес-аналізів, проб рослин та ґрунту.

На основі отриманих результатів і залежно від умов зовнішнього середовища програмування передбачає коригування ходу формування врожаю.

Науковою основою кількісних методів розрахунку при програмуванні врожаїв є *теорія фотосинтезу зелених рослин*. Її суть: інтенсивність поглинання листковою поверхнею сонячного світла і вуглекислого газу з кількістю утвореної органічної речовини рослини. На цій основі розроблена кількісна теорія фотосинтетичної продуктивності посівів сільськогосподарських культур. При цьому висока інтенсивність газообміну і достатня освітленість кожної одиниці листкової поверхні беруться як результат правильного формування надземної структури рослинного покриву, забезпечую чого найкращий розподіл в посіві світла, тепла, вологи, повітря.

Фотосинтез слугує джерелом енергії і речовин для утворення біомаси рослин, але його інтенсивність тісно пов'язана з дією ґрунтових факторів.

Ґрунт - акумулятор тепла і вологи. *Воду* рослина потребує на протязі всієї своєї вегетації для підтримання певної концентрації мінеральних і органічних речовин в тканинах, для регулювання температури органів рослин в процесі транспірації.

Основні закони землеробства

Ріст та розвиток рослин, формування врожаю та еволюція родючості ґрунтів відбуваються відповідно до законів землеробства, якими обумовлена дія екологічних факторів. Дослідження вчених різних спеціальностей, таких, як Ю. Лібих, В. Вільямс, Е. Мітчерліх, В. Вернадський, Ю. Сакс, Ю. Лібшер, Д. Прянішніков, М. Павлов та інших, дозволили сформулювати найважливіші з них.

1. *Закон, незамінності та рівнозначності факторів*. Відповідно до цього закону для нормального росту та розвитку рослин необхідна одночасна та сукупна дія всіх без винятку умов, або факторів життя. При цьому нестача одного з них ніяк не може бути замінена або компенсована будь-яким іншим.

2. *Закон мінімуму, або закон лімітуючого фактора*. Суть цього закону полягає в тому, що розвиток рослин і рівень врожайності будь-якої культури визначається факторами, які знаходяться в мінімальній або максимальній кількості, а також іншими обмежуючими причинами (хвороби, шкідники, забур'яненість і т. п.). У міру поліпшення забезпеченості рослин обмежуючими факторами їх продуктивність зростатиме, доки в мінімумі не виявиться інший фактор.

3. *Закон мінімуму, оптимуму та максимуму*. Згідно з цим законом кожний фактор характеризується мінімальним, максимальним та оптимальним значенням. Мінімальне визначає найменшу кількість фактора, яка забезпечує ріст та розвиток рослин; максимальне - найбільше, вище якого рослина гине; оптимальне забезпечує інтенсивний ріст та розвиток. При цьому мінімум і максимум - це дві «порогові» точки дії фактора, які відповідають найгіршим умовам розвитку рослин. Зону між цими значеннями називають екологічною валентністю живого організму.

4. *Закон сукупної дії або взаємодії факторів.* Згідно з цим законом для одержання високих врожаїв і їх постійного зростання слід забезпечити рослини всіма необхідними факторами життя в оптимальних співвідношеннях. Реакція культури на будь-який із факторів залежить від забезпеченості її іншими факторами, тобто мінімум, оптимум та максимум для будь-якого фактора життя рослин не можуть бути постійними.

5. *Закон повернення поживних речовин у ґрунт.* Суть його полягає в тому, що всі речовини, використані рослинами на утворення врожаю, втрачені в процесі ерозії, вимивання і т. п., за допомогою добрив чи відповідних агрозаходів мають бути повернені в ґрунт. Це дозволяє не тільки підтримувати продуктивність культури на постійному рівні, але й запобігати виснаженню та деградації ґрунтів.

6. *Закон плодозмін.* В основі цього закону лежить загальнобіологічний закон єдності і взаємозв'язку рослинних організмів та умов навколишнього середовища. Необхідність періодичної зміни різних культур у посівах (не завжди щорічно) зумовлюється не лише різним виснаженням ґрунтів на поживні елементи та неоднаковим розміщенням кореневих та поживних залишків, але і неоднаковою зміною водно-фізичних властивостей ґрунту. Крім того, при беззмінному вирощуванні культурні рослини уражаються характерними хворобами та шкідниками, пригнічуються специфічними бур'янами, що веде до істотного зниження врожаю.

Слід зазначити, що різні культури по-різному реагують на беззмінні посіви. Так, наприклад, цукровий буряк, соняшник, льон не можна вирощувати два роки поспіль на одному полі, а такі, як кукурудза, картопля, конопля, непогано переносять ці умови.

Звичайно, представлені закони є основними, крім них існують і інші: закон позитивного ефекту в природному ґрунтоутворювальному процесі, закон автотрофності зелених рослин, закон фотосинтетичної активності тощо.

Наукове розуміння та практичне використання основних законів землеробства в процесі програмування врожаїв дозволить, з одного боку, одержати обґрунтовані й надійні дані, а з іншого - обґрунтовано зменшити навантаження на умови формування запрограмованого врожаю.

Список використаної літератури

1. В.Х. Ківер, Г.Р. Пікуш та ін. Програмування врожаїв кукурудзи та озимої пшениці на зрошуваних землях.- К.: «Урожай», 1990.-136 с.
2. М.К. Каюмов. Програмирование урожаев сельскохозяйственных культур. Москва ВО «Агропромиздат», 1989.- С.- 69-102.
3. О.В. Харченко. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур. Суми, «Університетська книга», 2003.- 295 с.
4. Ю.А. Чухнин, В.А. Соколов, Н.В. Надежина. Программирование урожаев полевых культур и интенсивные технологии возделывания в Нечерноземье.- Ленинград, 1988.- 79 с.

Лекція 3. РОЗРАХУНОК ПОТЕНЦІЙНОЇ УРОЖАЙНОСТІ

1. Аналіз потенційних можливостей сортів.
2. Визначення потенційної можливості кліматичних умов і розрахунок дійсно можливої урожайності.
3. Продуктивність культури за родючістю ґрунту.

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

Не викликає сумніву, що одним з істотних факторів росту, не зазначених вище, є аерація ґрунту, або наявність у ньому повітря, а значить, і кисню, необхідність якого загальновідома. Однак у зв'язку з тим, що водний і повітряний режими тісно між собою пов'язані, в подальшому, як зазначено в розділі 1, під оптимальним водним режимом розуміють оптимальний водно-повітряний режим, тобто цей показник враховується, але не безпосередньо, а опосередковано.

1. Аналіз потенційних можливостей сортів

Потенційний урожай - це найбільш можливий урожай, який визначається біологічними можливостями культури (сорту) і який можна одержати при ідеальних ґрунтово-кліматичних та агротехнічних умовах. Величина цього врожаю залежить від величини використаної фотосинтетичної активної радіації (ФАР) Формула для визначення цієї урожайності має такий вигляд:

$$ПУ=Q+K_0/100xС, \quad (1)$$

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

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

К₀ - коефіцієнт використання ФАР, який в ідеальних екологічних умовах складає 3-5 %;

С - кількість енергії яка накопичується одиницею сухої речовини (С = 16,76 x 10⁶ кДж/т = 4 x 10⁶ ккал/т).

Веgetаційний період для інших культур може бути взятий із даних зональних науково-дослідних установ або сортодільниць.

Для визначення потенційної врожайності основної продукції культури стандартної вологості використовують залежність:

$$ПУ = 100ПУ / (100 - W)a, \quad (2)$$

де W - стандартна вологість основної продукції, % (додаток);

a - сума частин основної та побічної продукції (додаток)

Слід зазначити, що в цьому випадку врожайність є господарською. Для визначення біологічної врожайності необхідно врахувати і кореневу систему культури, на формування якої була витрачена сонячна енергія

Приклад 1. Визначити потенційну врожайність ярого ячменю в умовах Сумської області.

Вегетаційний період культури (сходи 2-V, визрівання 28.VII, додаток, табл.2) складає 29 днів травня, 30 днів червня і 28 днів липня.

Прихід ФАР (додаток, табл. 1):

за травень - $(29,33/31) \times 29 = 27,44$ кДж/смг;

за червень - $30,58$ кДж/см²;

за липень - $(31,42/31) \times 28 = 28,38$ кДж/см².

У сумі ця величина складає $86,40$ кДж/см², або $86,40 \times 10^8$ кДж/га.

При коефіцієнті використання ФАР (K_0) 4% потенційний урожай абсолютно сухої біомаси дорівнює $20,6$ т/га:

$$ПУ = 86,40 \times 10^8 \times 4,0 / 16,76 \times 10^6 \times 10^2, \quad (3)$$

При врахуванні рослинних залишків сума частин основної і побічної продукції складе не $2,1$, а на $1,2$ більше, тобто $3,3$ (див. табл. 7.3). У цьому випадку потенційна урожайність основної продукції ячменю буде:

$$ПУ = 100 \times 20,6 / (100 - 14) \times 2,1, \quad (4)$$

Тобто структура сформованої біомаси буде такою: зерно стандартної вологості - $7,26$ т/га, солома - $6,87$ т/га і пожнивні залишки - $7,49$ т/га в сухій біомасі. Це, в свою чергу, дозволяє одержати ще одну залежність $ПУ_0 = f(K_0)$ при умові врахування пожнивних залишків. Враховуючи структуру формул (1) та (2), слід вважати доцільним графічну ілюстрацію залежності $ПУ_0$, від K_0 (рис. 1).

$ПУ_0$, т/га

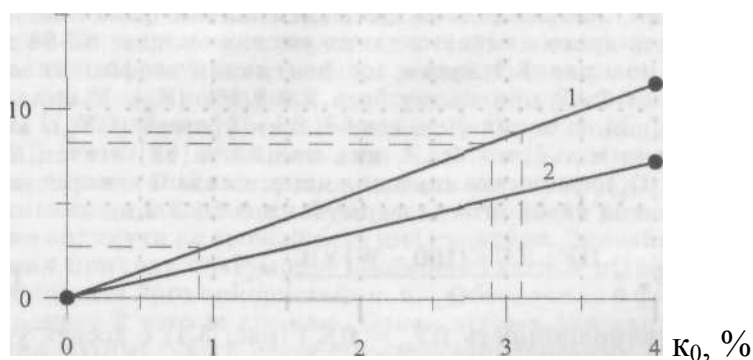


Рис. 1. Залежність потенційної врожайності ячменю (ПУо) від коефіцієнта використання ФАР (K_0)- 1 - без урахування поживних залишків, 2 - з урахуванням поживних залишків.

Необхідно відзначити, що для озимої пшениці вегетаційний період складається з двох частин: сходи - припинення вегетації (осінь) та відновлення вегетації - визрівання (весна).

Представлену величину потенційної врожайності (ПУо) можна вважати за потенційну продуктивність культури взагалі. Однак, за самим визначенням, потенційна врожайність характеризується можливостями конкретного сорту, тому виникає необхідність уточнення цього рівня продуктивності.

З одного боку, кожен сорт характеризується максимальною, а значить, потенційною врожайністю як можливою (ПУм), що була реально одержана автором сорту в найбільш сприятливих (оптимальних) умовах. З іншого боку, реальні врожаї цього сорту в умовах конкретної сортодільниці дозволяють, з деяким наближенням, найбільший з них вважати за потенційну фактичну врожайність (ПУф) даного сорту в даній зоні. При цьому ступінь оптимальних умов, а значить, і величина ПУф, є характеристикою конкретної зони.

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

Кліматично забезпечений ресурсами вологи врожай

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

$$K_{UV} = PV/K, \text{ т/га}, \quad (5)$$

де PV - продуктивна волога, мм;

K - коефіцієнт сумарного водоспоживання культури, мм/т.

Ця залежність одержана з відомої умови

$$E = K \times U, \text{ мм}, \quad (6)$$

де U - урожайність культури, т/га; E - сумарне водоспоживання, мм.

При цьому кількість продуктивної вологи (PV) в такому разі відповідає можливим витратам води на сумарне водоспоживання ($PV = E$). Тобто в даному

випадку рослині пропонується кількість продуктивної вологи (ПВ), яка може бути використана нею на сумарне водоспоживання (Е).

Однак загально відомо, що коефіцієнт сумарного водоспоживання (К) не є величиною сталою, а залежить від рівня агротехніки і, зрештою, від величини врожаю: $K=f(Y)$. Це пояснюється своєрідним ефектом взаємокомпенсації факторів росту, який полягає в тому, що, наприклад, внесення мінеральних добрив (а значить, і підвищення врожаю) підвищує концентрацію ґрунтового розчину, і, як результат, відбувається зменшення кількості вологи, необхідної для створення одиниці органічної речовини. Інакше кажучи, кожний агротехнічний, агрохімічний чи якийсь інший захід, що підвищує врожай, веде до більш економної витрати води, а значить, зменшення коефіцієнта сумарного водоспоживання. Сумарне водоспоживання (Е) при цьому зростає (рис. 2).

Е, мм (К, мм/т)

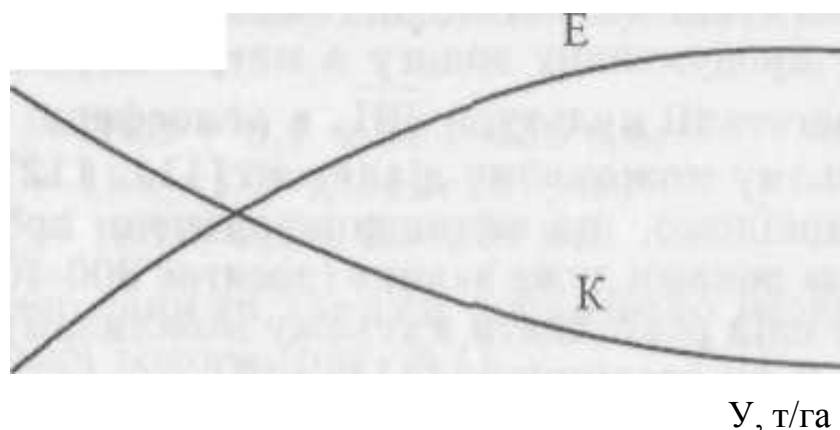


Рис. 2. Схема залежності сумарного водоспоживання (Е) та його коефіцієнта (К) від урожайності культури (У)

Для кількісного врахування заданих умов можна користуватися залежністю:

$$E=A-B/Y, \quad (7)$$

де А, В - емпіричні коефіцієнти (додаток), У - урожай культури, т/га.

Визначення самої величини продуктивної вологи (ПВ) є питанням досить складним, оскільки необхідно визначити її кількість на початок вегетаційного періоду в кожних реальних умовах. Найбільш простим та поширеним способом визначення запасу продуктивної вологи може бути

$$ПВ - ВН + oA, \text{ мм}, \quad (8)$$

де ВН - запас продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на початок вегетаційного періоду культури, мм; А - атмосферні опади за вегетаційний період культури, мм; о- коефіцієнт використання атмосферних опадів, який складає 0,7 – 0,8.

Слід зазначити, що як початкові запаси продуктивної вологи в ґрунті (ВН), так і атмосферні опади в вегетаційний період (А) змінюються за роками в дуже широких межах (додаток, табл. 5). При цьому їх співвідношення може бути

найрізноманітнішим. Крім того, співвідношення атмосферних опадів місяця чи декади конкретного вегетаційного періоду теж може бути будь-яким.

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

Кліматично забезпечений ресурсами тепла врожай

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

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

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

$$\text{КУГТП} = 2,2 \text{ ГТП} - 1,0 \text{ т/га}, \quad (9)$$

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

$$\text{ГТП} = \text{ПВ} \times \text{T} / 36 \times \text{R} \times 4,19, \text{ бал}, \quad (10)$$

де ПВ - продуктивна волога, мм (див. розділ 3.2);

T - вегетаційний період культури, декади;

36 - кількість декад у році;

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

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

Аналіз наведених залежностей показує, що величина цього врожаю залежить від теплового (R) та водного (ПВ) факторів і в кожному конкретному випадку визначається їх співвідношенням. Враховуючи те, що це співвідношення може бути будь-яким, розгляд такого врожаю культури {КУГТП} в усьому можливому діапазоні зміни факторів росту (R, ПВ) стає практично неможливим. З іншого боку, як уже зазначалось, відносно незначне коливання по роках значень ФАР, а значить і R, та досить велике коливання значень ПВ дозволяють стверджувати, що коливання врожайності культури, яка визначається

гідротермічним потенціалом, залежить більшою мірою від водного фактора, ніж теплового.

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

3. Продуктивність культури за родючістю ґрунту

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

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

$$U_e = K_e \times OM \times h \times G_e / 100 \times C, \quad (11)$$

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

OM - об'ємна маса ґрунту, т/м³; h - глибина розрахункового шару ґрунту, см; G_e - вміст елемента живлення в ґрунті, мг/100г ґрунту (береться з картограм);

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

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

Об'ємна маса ґрунту в тому чи іншому шарі визначається польовим методом на кожному полі. З деяким наближенням для попередніх розрахунків вона може бути взята з додатку. З іншими складовими цієї залежності існує деяка неоднозначність. Це перш за все стосується розрахункового шару ґрунту (h). Взагалі прийнято за розрахунковий шар брати орний, який переважно складає 20-22 см. Проте розрахунки показують, що збільшення цього шару на 1 см більше 20 см (при тому ж значенні K_e) підвищує величину розрахованої врожайності на 5%. Тому якщо в розрахунках брати значення h більшим за 20-22 см, то необхідно визначитися з коефіцієнтом використання елемента з кожного конкретного шару ґрунту. З іншого боку, сам коефіцієнт використання елемента також не є величиною постійною. Він залежить як від вмісту в ґрунті інших елементів, так і від забезпеченості такими екологічними факторами, як волога і тепло.

Загальний винос елементів живлення урожаєм основної та відповідною кількістю побічної продукції (B) можна визначити як:

$$B = U \times [C + (a-1) \times C^1], \text{ кг/га}, \quad (12)$$

або:

$$B = U \times C^B, \text{ кг/га} \quad (13)$$

де C - винесення елемента живлення одиницею основної продукції, кг/ц;

C^1 - те ж саме побічної продукції, кг/ц;

C^B - те ж саме одиницею основної та відповідної кількості побічної продукції, кг/ц;

a - сума частин основної та побічної продукції.

Вважається, що показники C , C^1 , C^B є величинами порівняно сталими для кожної культури, проте аналіз цих даних за рядом літературних джерел дозволяє сформулювати допущення про деяку залежність цих показників від тих же факторів, від яких залежить коефіцієнт використання елемента з ґрунту. Дані цих показників наводяться у додатку (табл. 11, 12) і, на думку В.Д. Мухи та В.А. Пилипця, можуть використовуватися для розрахунків в умовах України. Проте необхідно відзначити, що для умов практично кожної області України місцевими та зональними науково-дослідними установами ці показники деталізовано й уточнено. Таким прикладом можуть бути рекомендації для умов Сумської області, що наводяться в додатку (табл. 13).

Таким чином, виконавши розрахунки можливого врожаю по азоту, фосфору та калію і враховуючи дію закону лімітуючого фактора, визначають дійсно можливий урожай (ДМУ), або урожай, який може бути сформований завдяки природній родючості ґрунту.

Найпродуктивнішими ґрунтами є чорноземи типові, звичайні та південні. Деяко поступаються їм опідзолені лісостепові ґрунти. Ще менш родючі темно каштанові ґрунти в посушливих районах і дерново-підзолисті в районах достатнього та надмірного зволоження. Загальна оцінка бонітету ґрунтів України наводиться в додатку. Більш детальна оцінка наводиться в рекомендаціях місцевих та зональних науково-дослідних закладів (додаток).

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

$$B = Af/E \times 100, \quad (14)$$

де Af - фактичний показник властивостей ґрунту; E - еталонне значення властивостей ґрунту.

Із основних показників властивостей ґрунту виділяють вміст гумусу, рухомого фосфору (P_2O_5) і для легких за механічним складом - обмінного калію (K_2O) як таких, що мають найтісніший зв'язок з величиною врожаю культури. Вміст гумусу враховується в шарі 0-100 см, а фосфор та калій - у шарі 0-20 см. Якщо вміст гумусу представлено у відсотках по окремих шарах профілю, то визначають його вміст в т/га в кожному шарі, а після цього підсумовують цю величину по окремих шарах в метровому горизонті:

$$G = 100 \times h \times OM \times C, \text{ т/га}, \quad (15)$$

де h - шар ґрунту, м,

OM - об'ємна маса цього шару, т/м³;

C - вміст гумусу в даному шарі, %.

У випадку, коли вміст гумусу представлений тільки у верхньому шарі ґрунту (0-20 см), для шару 0 -100 см значення в т/га збільшують в 3,5 рази. Знаючи фактичні та еталонні значення показників властивостей ґрунту, по залежності 3.31 визначають бонітет кожного з них (якщо $A_f > E$, то $B = 100\%$),

Таблиця 1

Еталонні показники властивостей ґрунту

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

Після цього з одержаних даних бонітету визначають його середній бал. Зрозуміло, що така оцінка є більш обґрунтованою при достатньому природному зволоженні чи в умовах зрошення.

Список використаної літератури

1. О.В. Харченко. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур. Суми, «Університетська книга», 2003.- С.- 47-78.
2. Ю.А. Чухнин, В.А. Соколов, Н.В. Надежина. Программирование урожаяев полевых культур и интенсивные технологии возделывания в Нечерноземье.- Ленинград, 1988.- 79 с.
3. М.К. Каюмов. Прогамирование урожаяив сельскохозйственнх культур. Москва ВО «Агропромиздат», 1989.- С.- 69-102.

Лекція 4. РОЗРАХУНОК ФОТОСИНТЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПОСІВІВ, ЯКИЙ ЗАБЕЗПЕЧУЄ ОДЕРЖАННЯ ЗАПРОГРАМОВАНОГО ВРОЖАЮ

1. Фотосинтез.
2. Площа листової поверхні.
3. Оптимальна густина посіву і його продуктивність.

1. Фотосинтез

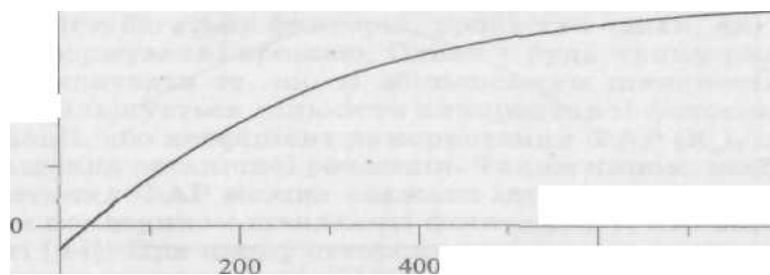
При фотосинтезі в зелених рослинах під дією комплексу факторів енергія сонячних променів, які поступають на поверхню, перетворюється в органічну речовину. Частина цієї речовини, яка так чи інакше використовується людиною, характеризує врожай даної культури.

Загалом, фотосинтез є адсорбцією вуглекислого газу. Із повітря навколишнього середовища молекула CO₂ надходить у хлоропласти, де вона зв'язується відповідним акцептором. Це перенесення CO₂, відбувається в основному шляхом дифузії, тобто переміщень з місць більш високої концентрації

до місць з більш низькою. Під інтенсивністю фотосинтезу досить часто розуміють швидкість поглинання CO_2 (мг) одиницею площі за одиницю часу (V_f), виражається вона в $\text{мг CO}_2/\text{дм}^2/\text{год}$. Однак інтенсивність, або швидкість, фотосинтезу може визначатись і іншими показниками: швидкістю утворення кисню та інтенсивністю утворення органічної речовини. Інтенсивність утворення O_2 , як і поглинання CO_2 , може бути встановлена інструментально, однак ці величини є взаємопов'язаними природою загального рівняння фотосинтезу: поглинання 6 молекул CO_2 супроводжується утворенням 6 молекул O_2 .

Сонячні промені є джерелом енергії при фотосинтезі, тому зміни в його швидкості чи інтенсивності, які викликаються зміною в інтенсивності опромінення, є однією з основних характеристик фотосинтетичної діяльності рослин. Залежність V_f від опромінення виражається характерною кривою, яку називають світловою кривою, або кривою освітленості (рис.1). Витрати CO_2 в темноті (при диханні) з постійним зростанням інтенсивності освітленості (ФАР) знижуються і досягають нульового значення в так званій точці компенсації. Подальше зростання інтенсивності освітленості викликає майже лінійне зростання V_f .

V_f



ФАР, ккал

Рис. 1. Залежність швидкості фотосинтезу від освітленості рослин (ФАР).

Вплив води на швидкість фотосинтезу виражається дефіцитом насичення, або водним дефіцитом. Він відображає недостатню кількість води до повного насичення. Максимальна швидкість фотосинтезу досягається при досить незначних величинах цього дефіциту, і при його величині 12-20 % вона стає нульовою.

Установлено, що на фотосинтез істотно впливають мінеральні речовини. Нестача будь-якого із наведених елементів - N, P, K, Mg, S, Ca, Fe, Mn, Cu, B, Zn і Mo - веде до зниження швидкості фотосинтезу. Вплив цих речовин на фотосинтетичний апарат багатосторонній, тому що вони впливають на формування морфологічної і анатомічної структури рослини, а також беруть участь у створенні хлоропластів; причому входять до складу як окремих утворень, так і ферментів.

Слід також зазначити, що швидкість фотосинтезу є сортовою ознакою сільськогосподарської культури, однак наявність достовірної залежності між цією швидкістю і врожайністю досить проблематична. Це пов'язане з комплексною дією багатьох факторів, процесів і ознак, які беруть участь у формуванні врожаю. Однак у будь-якому разі необхідно враховувати те, що зі збільшенням швидкості фотосинтезу збільшується кількість використаної фотосинтетичної радіації, або коефіцієнт використання ФАР (K_o), що веде до збільшення органічної речовини. Таким чином, коефіцієнт використання ФАР можна вважати інтегральним

опосередкованим показником швидкості фотосинтезу, або його ефективності. При цьому створення оптимальних умов росту і розвитку рослин веде до збільшення цього коефіцієнта, величина якого і визначається конкретним співвідношенням зазначених факторів.

Одним із загальноприйнятих показників інтенсивності фотосинтезу є так званий фотосинтетичний потенціал (ФП). Цей показник становить собою «кількість робочих днів листової поверхні», виражається в (м²/м²) діб, може бути встановлений як для окремих періодів розвитку рослин, так і для всього вегетаційного періоду і визначається як добуток площі листової поверхні та відповідного періоду.

Для більш детального аналізу процесу фотосинтезу, а значить, і формування врожаю, у зарубіжній і вітчизняній літературі існують й інші показники, основні з них наведені нижче:

1. *Приріст маси сухої речовини:*

$$\Delta W = W_2 - W_1 \quad (1)$$

де: W_1 - W_2 - відповідно маса сухої речовини при першому і другому строках взяття зразків.

2. *Абсолютна швидкість утворення сухої речовини*

$$(2)$$

де: t_1 і t_2 - відповідні періоди взяття зразків, а $(t_2 - t_1) = \Delta t$ - строк, за який утворився приріст ΔW .

3. *Відносна швидкість росту*

$$(3)$$

4. *Чиста продуктивність фотосинтезу*

$$(4)$$

де: L – середнє значення площі листової поверхні посіву в період Δt .

5. *Відносне покриття листям*

$$(5)$$

У випадку, коли в періоді $(t_2 - t_1)$ наростання сухої речовини і площі листя відбувається не прямолінійно, точніші результати можна отримати за такими залежностями:

$$(6)$$

(7)

Такі визначення доцільно проводити як для посівів (із розрахунку на одиницю площі), так і для окремих рослин. У будь-якому разі необхідна статистична обґрунтованість кількості репрезентативних рослин, або об'єм вибірки. Крім того, при досить точних замірах можлива різного роду деталізація, яка дозволяє, наприклад, установити залежність росту цілої рослини від окремих її елементів. Зрозуміло, що динаміка наростання сухої речовини є однією з характеристик інтенсивності фотосинтезу.

2. Площа листової поверхні

Продуктивність фотосинтезу істотно залежить від листової поверхні посіву, яка може регулюватись шляхом створення структури посіву. Це в свою чергу обумовлює основну вимогу до величини асимілюючої поверхні - вона повинна повністю покривати поверхню ґрунту протягом всього періоду вегетації. Під повним покриттям розуміють таку листову поверхню рослин, коли на поверхню ґрунту потрапляє не більше 5% радіації, яка надходить на посів. Однак більшість культур на початок вегетації і в другій її половині (після початку відмирання нижніх листків) такого покриття не утворює. Тому одна із ефективних можливостей більш повного використання радіації полягає в забезпеченні прискореного розвитку асимілюючої поверхні на початку вегетаційного періоду.

На морфологічну структуру посіву впливає не тільки листова поверхня, а й вертикальна структура посіву. При її оцінці враховують масу листя, число, форму, розміщення в окремих ярусах, кількість рослин різної висоти, ступінь проникнення сонячних променів тощо.

Листя в зімкнутих посівах ніколи не розміщується в рівних горизонтальних площинах і ніколи не займає тільки горизонтального положення.

Залежно від кута нахилу листя до поверхні ґрунту розрізняють кілька типів його положення в посівах:

- планофільне (переважає листя в горизонтальному положенні);
- еректофільне (переважає вертикально розміщене листя);
- плагіофільне (переважає вертикально направлене листя, у горизонтальному положенні листків відносно мало);
- екстремофільне (переважає листя в горизонтальному положенні при наявності невеликої кількості вертикально направленого листя).

За даними багатьох авторів, посіви сучасних сортів зернових характеризуються еректофільним розміщенням листя, кукурудзи і цукрових буряків - плагіофільним, картоплі та багаторічних бобових трав - планофільним. Установлено, що розміщення листя в одному і тому ж посіві впродовж вегетаційного періоду змінюється, особливо у трав.

Характер динаміки наростання листової поверхні для польових культур визначається як типовий одновершинний куполоподібний (рис. 2).

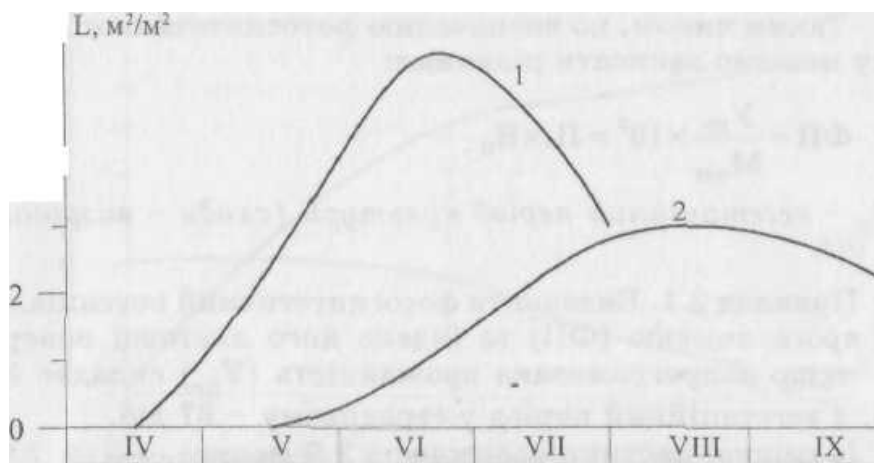


Рис. 2. Динаміка наростання листової поверхні у польових культур: 1 - озима пшениця, 2 - цукрові буряки.

Динаміку наростання листової поверхні досить повно можуть характеризувати такі параметри: інтенсивність наростання листової поверхні в першу половину вегетації (до максимуму), календарний строк формування максимальної листової поверхні, період максимуму та абсолютна її величина. Відомо, що всі ці параметри можуть бути виражені таким інтегральним показником, як індекс листової поверхні (Π_L), який становить собою середню за вегетацію листову поверхню посіву. Кількісно ця величина є середньою ординатою контуру наростання листової поверхні $L = f(t)$:

(8)

де t_1 - дата сходів;

t_2 - дата визрівання;

$(t_2 - t_1)$ - вегетаційний період, діб.

Таким чином, по визначенню фотосинтетичного потенціалу можемо записати рівняння:

(9)

де V_p - вегетаційний період культури (сходи - визрівання), діб.

Приклад 1. Визначити фотосинтетичний потенціал посіву ярого ячменю (ФП) та індекс його листової поверхні (Π_L), якщо запрограмована врожайність ($Y_{\text{ПР}}$) складає 35,0 ц/га, а вегетаційний період у середньому - 87 діб.

Із першої частини залежності 9 маємо:

Із другої частини залежності 9 маємо:

Залежність площі листової поверхні однієї рослини в посіві (I) і посіву в цілому (L) вказує на те, що зі збільшенням густоти посіву листовая поверхня однієї рослини зменшується, а посіву в цілому - збільшується (рис. 3).

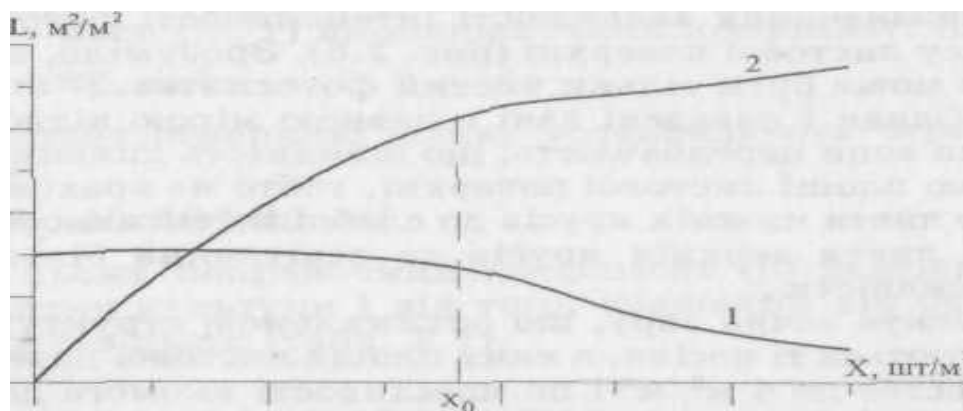


Рис. 3. Залежність площі листової поверхні однієї рослини (1) і посіву в цілому (2) від густоти посіву.

Подальше збільшення густоти веде до різкого зменшення листової поверхні однієї рослини, а площа листової поверхні посіву збільшується по асимптотичній залежності. При цьому сам характер залежності $L = f(X)$ не дозволяє визначити оптимальну густоту безпосередньо через площу листової поверхні посіву.

Одним із варіантів встановлення оптимальної площі листової поверхні посіву, а значить, і його густоти, може бути визначення залежності інтенсивності фотосинтезу від індексу листової поверхні (рис. 4). Зрозуміло, показником цього може бути тільки чистий фотосинтез.

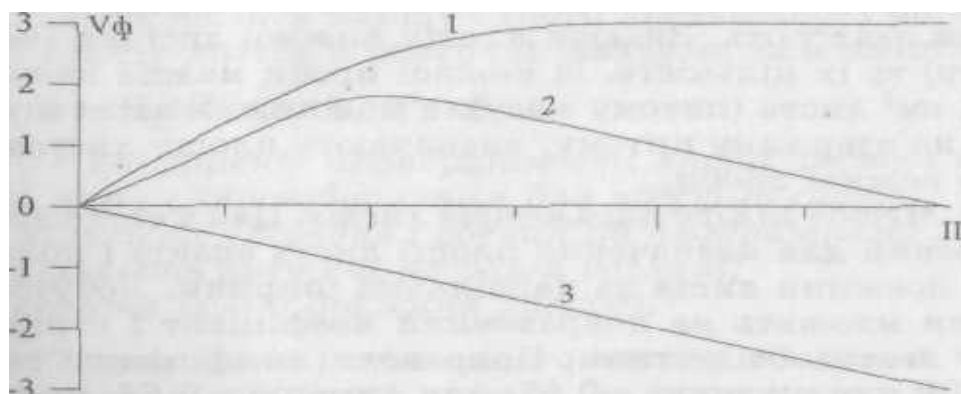


Рис. 4. Залежність швидкості фотосинтезу від індексу листової поверхні: 1 - загальний фотосинтез, 2 - чистий фотосинтез, 3 - дихання.

Для визначення площі листя однієї рослини існує ряд методів.

1. Метод безпосереднього визначення площі листя. Суть цього методу полягає в тому, що з типових рослин відбирають кілька проб листя, розкладають їх на папері і обводять контури. Після цього за допомогою планіметра чи палетки визначають площу кожного із них. Якщо кожна проба характеризує, наприклад, 5 рослин, то нескладно визначити площу листової поверхні однієї із них як середню.

2. Метод висічок. За цим методом листя кожної проби, взяте за попередньою методою, зважують, після чого з кожного листа із них спеціальним пробійником роблять висічки і їх теж зважують. Знаючи площу кожної висічки (через її діаметр) та їх кількість, із кожної проби можна визначити масу 1 см² листа (питому масу), а поділивши загальну масу проби на одержану питому, визначають площу листової по верхні кожної проби.

3. Метод заміру параметрів листя. Цей метод найбільш поширений для визначення площі листа злаків і полягає в замірі довжини листа та найбільшої ширини. Добуток цих величин множать на поправочний коефіцієнт і отримують площу листової пластини. Поправочні коефіцієнти складають: для пшениці - 0,67; для ячменю - 0,68; для кукурудзи - 0,85; для проса - 0,72.

Крім вказаних методів, для ряду культур розроблені і специфічні. Так, наприклад, площу листя з однієї рослини цукрових буряків (S_p , см²) можна визначити шляхом множення його маси (m , г) на поправочний коефіцієнт (β).

$$S_p = m \times \beta, \text{ см} \quad (10)$$

А листову поверхню посіву встановлюють через його густоту (N):

$$S = S_p \times N \times 10^{-4}, \text{ м}^2/\text{м}^2. \quad (11)$$

3. Оптимальна густина посіву і його продуктивність

Основним елементом формування такої величини індексу листової поверхні, яка забезпечує найбільшу інтенсивність фотосинтезу, а значить, і найбільший урожай, за всіх інших рівних умов, є густина посіву. Це пояснює той факт, що визначення кількісної залежності врожайності сільськогосподарської культури від густоти посіву є питанням достатньо важливим і актуальним.

При розгляді цієї проблеми в літературі розрізняють урожайність зернових культур (основна продукція) та урожайність надземної біомаси. В обох випадках при збільшенні густоти посіву (X) від нуля до базисної величини (X_0) урожайність культури збільшується в прямій залежності. Тобто, в даному діапазоні густоти продуктивність однієї рослини залишається практично постійною, а врожайність посіву (U_p) в цьому діапазоні визначається як:

$$U_p = U_r \times X, \text{ ц/га.} \quad (12)$$

При подальшому збільшенні густоти рослини займають такий життєвий простір, при якому вони починають конкурувати одне з одним. При всій складності і комплексності конкуренції як явища ряд дослідників вважає, що вона має перш за все фізичний характер, оскільки йде вона не тільки за простір, а й за світло, воду, мінеральні поживні елементи та вуглекислий газ. Таким чином, збільшення густоти посіву більше X_0 веде до того, що продуктивність однієї рослини починає зменшуватись, а посіву в цілому підвищуватись, але за криволінійною залежністю. Для варіантів, що розглядаються (зерно і надземна біомаса), при істотній конкуренції в посіві подальший характер залежності $U_p =$

$f(X)$ має принципові розбіжності. Суть їх полягає в тому, що при якійсь густоті урожайність зерна починає зменшуватись, а урожайність надземної біомаси набуває асимптотичного характеру. Це пояснюється тим, що для зерна інтенсивність зменшення продуктивності однієї рослини на даному етапі стає значно більшою зростання густоти, а для надземної біомаси - навпаки (рис. 5).

Ур, г/рос Уп, ц/га

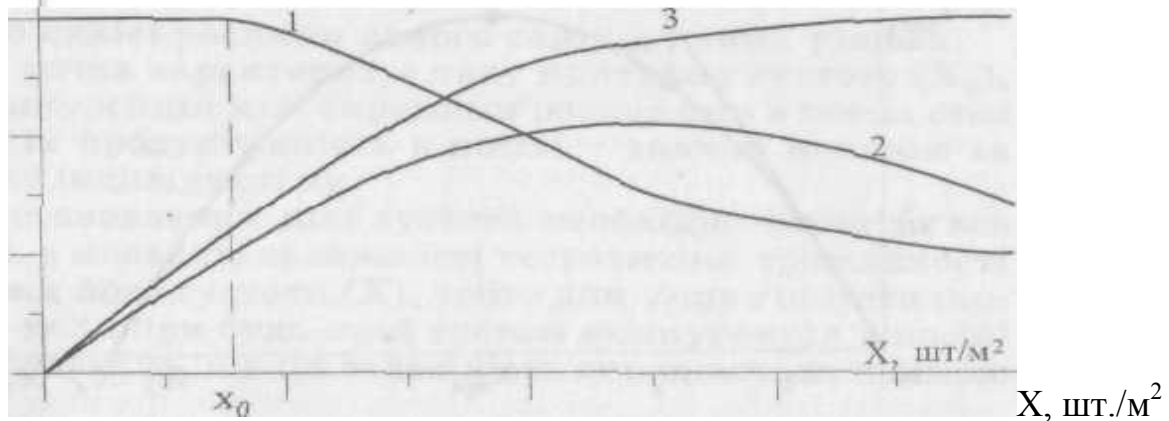


Рис. 5. Принципова схема залежності продуктивності однієї рослини (Ур) і посіву (Уп) залежно від густоти посіву (X): 1 - продуктивність однієї рослини, 2 - зерно, 3 - надземна біомаса.

Зрозуміло, що така постановка питання є правомірною тільки на чистих, незабур'ячених посівах, тобто в умовах, коли кількість бур'янів не перевищує нижній поріг біологічної шкідливості. В іншому разі мову слід вести як про конкуренцію між культурними рослинами і бур'янами так і бур'янів між собою.

Список використаної літератури

5. Х.Г. Тооминг. Солнечная радиация и формирование урожая. Гидрометеиздат, Ленінград.- 1977.- 199 с.
6. О.В. Харченко. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур. Суми, «Університетська книга», 2003.- С.-18-46.

Лекція 5. РОЗРАХУНОК НОРМ ДОБРИВ І СИСТЕМИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ПІД ЗАПЛАНОВАНИЙ УРОЖАЙ

1. Системи агротехнічних заходів з вирощування культури.
2. Методи, що використовуються при проведенні польових дослідів з добривами.
3. Балансово-розрахунковий метод.

Розробка системи удобрення в сівозміні пов'язана з правильним встановленням норм добрив під кожен культуру сівозміни. Норми добрив розраховують в залежності від біологічних особливостей культур, кліматичних і погодних умов, рівня агротехніки, потенціальної і ефективної родючості ґрунту,

забезпеченості органічними і мінеральними добривами господарства та інші умови.

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

Методи, що ґрунтуються на використанні результатів польових дослідів з добривами

Метод базується на встановленні норми добрив на основі результатів багаторічних польових дослідів на типових для зони ґрунтах. Рекомендовані норми мінеральних добрив під культуру є середніми для кожного типу ґрунту в межах регіону. При розрахунках норм добрив для кожного поля сівозміни під культуру вони корегуються відповідно агрохімічних показників забезпеченості рухомими поживними речовинами. При цьому вводяться поправки на вміст поживних речовин у ґрунті, попередник і удобрення його мінеральними і органічними добривами.

Розрахунки добрив по даному методу М.В.Лісовий і Л.М. Пальчук, Б.С. Носко (1991) рекомендують проводити за формулою:

$$H = \frac{(N_1 - (M \times K_1)) - (O \times B \times K_2)}{100} : K_3 \times K_4, \quad (1)$$

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

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

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

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

В - вміст поживної речовини в органічних добривах, %;

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

K_3 - коефіцієнт поправки на вміст поживної речовини у ґрунті;

K_4 - коефіцієнт поправки на попередник.

Коефіцієнт поправки на агрохімічні показники ґрунту розраховують за формулою:

$$K_3 = 2 - П / П_{ср}, \quad (2)$$

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

Пср - середній вміст поживної речовини у ґрунті, мг/100 г (табл. 1).

Таблиця 1

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

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

Метод за нормативами витрат добрив на одиницю врожаю

Це – найпростіший із розрахункових методів. У ньому використовують такі показники: планова урожайність (Уп), нормативні витрати добрив для одержання 1 ц урожаю (Н), поправочні коефіцієнти на вміст поживних речовин у ґрунті (К). Норми мінеральних добрив розраховуються за формулою:

$$Д = Уп \times Н \times К \quad (3)$$

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

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

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

$$\begin{aligned} D_N &= 300 \times 0,45 \times 1,0 = 135; \\ D_{P_{2O_5}} &= 300 \times 0,45 \times 1,1 = 148; \\ D_{K_{2O}} &= 300 \times 0,51 \times 0,7 = 107. \end{aligned}$$

Метод за окупністю добрив

Для його розрахунку використовують показник природної родючості ґрунтів – бонітет (Б), оціночні шкали балів бонітету для вирощування сільськогосподарських культур (Ц), нормативи окупності органічних та мінеральних добрив (О₀ та О_м), які розроблено або уточнено на основі результатів польових дослідів. Розрахунок ведуть у два етапи. Спочатку визначають загальну норму азотних, фосфорних і калійних добрив за формулою:

$$D_{НРК} = (Уп - БЦ - D_0 \times O_0) : O_m, \text{ кг/га} \quad (4)$$

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

Приклад: На чорноземах типових Кіровоградської області з вмістом N -4,5; P₂O₅ – 10; K₂O – 12 мг на 100 г ґрунту, бонітет яких становить 70 балів,

заплановано одержати 50 ц/га зерна озимої пшениці, під яку внесено 30 т/га гною. Ціна одного бала бонітету ґрунтів становить 0,49 ц, окупність органічних добрив – 0,28 ц/т, мінеральних добрив – 4,3 ц/ц.

Рішення:

Для одержання запланованого врожаю треба внести всього мінеральних добрив у поживних речовинах:

$$D_{\text{НПК}} = (50 - 70 \times 0,49 - 30 \times 0,28) : 4,3 = 170 \text{ кг/га д.р.}$$

Оптимальне співвідношення N: P: K на чорноземах типових для озимої пшениці становить 1: 0,7: 0,5, тоді на долю азоту припадає $170 : 2,2 = 77$ кг/га д.р.; фосфору – $77 \cdot 0,7 = 54$ кг/га д.р.; калію – $77 \cdot 0,5 = 39$ кг/га д.р. З поправкою на агрохімічні показники ґрунту дози елементів живлення становлять, кг/га д.р.: $N = 77 \cdot 1 = 77$; $P_2O_5 = 54 \cdot 0,7 = 37$; $K_2O = 39 \cdot 0,8 = 31$ ($N_{77}P_{37}K_{31}$).

Балансово-розрахунковий метод

Балансово-розрахунковий метод полягає в тому, що норми добрив на запланований урожай встановлюються з врахуванням виносу поживних речовин запланованим урожаєм сільськогосподарських культур, наявності у ґрунті рухомих поживних речовин, коефіцієнтів використання поживних речовин з ґрунту, органічних та мінеральних добрив, післядії внесених під попередник органічних і мінеральних добрив.

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

Балансовий метод розрахунку норм мінеральних добрив по кожному елементу живлення

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

$$D = \frac{100 \times B - П \times K_n}{K_y}, \quad (5)$$

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

B - виніс елемента живлення програмованим урожаєм, кг/га (додаток 9);

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

K_n - коефіцієнт використання поживного елемента з ґрунту, % (додаток 7);

K_y - коефіцієнт використання поживного елемента з добрив, % (додаток 8).

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

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

Рішення:

Норми мінеральних добрив для одержання врожаю вівса 3,7 т/га розраховуємо балансовим методом по кожному поживному елементу, щоб задовольнити потребу рослин в поживних речовинах, забезпечити розширене відтворення ґрунтової родючості і одночасно не допустити забруднення навколишнього середовища.

1. Розраховуємо потребу в азотних добривах:

$$D_N = \frac{100 \times 3,7 \times 32 - 7,9 \times 30 \times 25}{60} = \frac{11840 - 5925}{60} = \frac{5915}{60} = 99 \text{ кг/га д.р.},$$

2. Розраховуємо потребу в фосфорних добривах:

$$D_{P_{2O_5}} = \frac{100 \times 3,7 \times 14 - 9,4 \times 30 \times 9}{20} = \frac{5180 - 2538}{20} = \frac{2642}{20} = 132 \text{ кг/га д.р.},$$

3. Розраховуємо потребу в калійних добривах:

$$D_{K_{2O}} = \frac{100 \times 3,7 \times 28 - 11,3 \times 30 \times 14}{60} = \frac{10360 - 4746}{60} = \frac{5614}{60} = 94 \text{ кг/га д.р.},$$

Висновок: Таким чином, для одержання врожаю вівса 3,7 т/га необхідно внести $N_{99}P_{132}K_{94}$.

Балансовий метод розрахунку норм мінеральних добрив при сумісному внесенні з органічними добривами

При розрахунку норми мінерального добрива, яке застосовується в поєднанні з органічними добривами, в формулу вводять вираз, що показує кількість доступних форм поживного елемента в органічному добриві:

$$D = \frac{100 \times B - (P \times Kn + Do \times Co \times Ko)}{Ky} \quad (6),$$

де Do – кількість органічного добрива, яке вноситься, т/га;

Co – вміст поживного елемента в органічному добриві, кг/т;

Ko – процент використання поживного елемента з органічного добрива (додаток 8).

Приклад: Розрахувати норми мінеральних добрив для одержання програмованого врожаю цукрового буряку 45,6 т/га в Полтавському районі Полтавської області. Тип ґрунту чорнозем опідзолений, вміст в мг на 100 г ґрунту: N – 5,8; P_2O_5 – 7,8; K_2O – 8,4. Внесено органічних добрив під цукровий буряк 40 т/га.

Рішення:

1. Розраховуємо потребу в азотних добривах:

$$D_N = \frac{100 \times 45,6 \times 6 - (5,8 \times 30 \times 33 + 40 \times 5 \times 25)}{60} = \frac{22800 - (5742 + 5000)}{60} = \frac{12058}{60} = 201 \text{ кг/га д.р.}$$

2. Розраховуємо потребу в фосфорних добривах:

$$D_{P_{2O_5}} = \frac{100 \times 45,6 \times 1,3 - (7,9 \times 30 \times 9 + 40 \times 2,5 \times 30)}{20} = \frac{5928 - (2133 + 3000)}{20} = \frac{795}{20} = 40 \text{ кг/га д.р.}$$

3. Розраховуємо потребу в калійних добривах:

$$D_{K_2O} = \frac{100 \times 45,6 \times 5 - (8,4 \times 30 \times 30 + 40 \times 6 \times 60)}{60} = \frac{22800 - (7560 + 1440)}{60} = \frac{840}{60} = 14 \text{ кг/га д.р.}$$

Висновок: Таким чином, для одержання програмованого урожаю цукрового буряку 45,6 т/га на фоні 40 т/га гною необхідно внести: $N_{201}P_{40}K_{14}$.

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

Норми мінеральних добрив за цим методом розраховують за формулою:

$$H = \frac{(B \times Y \times 100 - П \times 30 \times K_{п} - O^1 \times B_0 \times K^1_0 - M^1 \times K^1_M - O \times B_0 \times K_0)}{K_M} \quad (7),$$

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

В - винос елемента живлення 1 ц основної і відповідної кількості побічної продукції, кг/га (додаток 9);

У - запланований урожай, ц/га;

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

30 - коефіцієнт перерахунку елемента живлення поживних речовин у ґрунті з мг/100 г у кг/га;

$K_{п}$ - коефіцієнт використання елементів живлення з ґрунту, % (додаток 7);

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

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

K_0 , K^1_0 - коефіцієнти використання поживної речовини з органічних добрив відповідно у перший та другий рік, % (додаток 8);

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

K_M , K^1_M - коефіцієнт використання поживних речовин з мінеральних добрив відповідно у перший та другий рік (додаток 8).

Приклад: Розрахувати норми мінеральних добрив для одержання програмованого урожаю озимої пшениці 60 ц/га в умовах Полтавської області. Тип ґрунту – чорнозем опідзолений, вміст в мг на 1 кг ґрунту: N-70; P_2O_5 - 80; K_2O – 90. Під озиму пшеницю внесено 20 т органічних добрив.

Рішення:

$$H(N) = 3,2 \times 60 \times 100 - 70 \times 3 \times 34 - 0 - 0 - 20 \times 5 \times 25 / 50 = 159 \text{ кг/га д.р.};$$

$$H(P_2O_5) = 1,1 \times 60 \times 100 - 80 \times 3 \times 9 - 0 - 0 - 20 \times 2,5 \times 30 / 20 = 147 \text{ кг/га д.р.};$$

$$H(K_2O) = 1,6 \times 60 \times 100 - 90 \times 3 \times 13 - 0 - 0 - 20 \times 6 \times 50 / 70 = 1,5 \text{ кг/га д.р.}$$

Висновок: Для одержання програмованого урожаю озимої пшениці 60 ц/га потрібно внести $N_{159}P_{147}K_2$.

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

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

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

Розрахунок ведуть за формулою:

$$K_M = \frac{PrU - B \times C \times C_{пр} - K_{о.} \times O_{о.} - K_{о.пр.} \times O_1 \times O_{о.} - K_{м.пр.} \times O_2 \times O_{м.}}{O_{м.}}, \quad (8)$$

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

PrU – програмована урожайність, ц/га;

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

C – ціна одного балу бонітету, ц/га;

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

$K_{о.}$ – запланована кількість органічних добрив, т/га;

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

$O_{о.}$ – окупність 1т органічних добрив урожаєм сільськогосподарських культур, ц;

O_1 – коефіцієнт післядії органічних добрив;

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

O_2 – коефіцієнт використання в післядії мінеральних добрив;

$O_{м.}$ – окупність 1ц поживної речовин мінеральних добрив урожаєм сільськогосподарських культур, ц (додаток 10).

Розрахунок конкретної кількості кожного елемента живлення, яке необхідне для одержання запрограмованої прибавки урожаю, у відповідності з співвідношенням НРК і поправочними коефіцієнтами на вміст цих поживних елементів в ґрунті проводиться за формулою:

$$K_{ел} = \frac{K_M \times a_{ел} \times O_{ел}}{a_M}, \quad (9)$$

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

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

a_M – сума частин в відношенні $N:P_2O_5:K_2O$ (наприклад, якщо $N:P_2O_5:K_2O=1:1:0,7$, то $a_M=1+1+0,7=2,7$);

$a_{\text{ел}}$ – величина частини одного елемента у відношенні $N:P_2O_5:K_2O$;

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

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

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

Рішення:

1. Розраховуємо необхідну кількість мінеральних добрив (NPK), кг/га д.р. для одержання програмованого приросту цукрових буряків:

$$K_M = \frac{470 - 69 \times 4,2 \times 1,22 - 30 \times 1,7 - 1 \times 0,15 \times 30,6}{30,6} \times 100 = 199 \text{ кг/га д.р.}$$

2. Розраховуємо потребу в азотних добривах для одержання програмованого приросту урожаю цукрових буряків:

$$K_N = \frac{199 \times 1 \times 0,8}{2,7} = 58,9 \sim 59 \text{ кг/га д.р.}$$

3. Розраховуємо потребу в фосфорних добривах для одержання програмованого приросту урожаю цукрових буряків:

$$K_{P_2O_5} = \frac{199 \times 1 \times 0,9}{2,7} = 66 \text{ кг/га д.р.}$$

4. Розраховуємо потребу в калійних добривах для одержання програмованого приросту урожаю цукрових буряків:

$$K_N = \frac{199 \times 0,7 \times 0,9}{2,7} = 46 \text{ кг/га д.р.}$$

Висновок: Для одержання програмованого приросту коренеплодів цукрових буряків необхідно внести $N_{59}P_{66}K_{46}$.

Список використаної літератури

1. Муха В. Д., Пелипец В. А. Программирование урожаев основных сельскохозяйственных культур // К.: «Вища школа», 1988.- С. 77-88.
2. Каюмов М. К. Программирование урожаев основных сельскохозяйственных культур // М.: Агропромиздат, 1989.- С. 55-62, с. 84-96, с. 121-128, с. 145-149, с. 162-174, с. 185-194, с. 204-206, с. 213-216, с. 250-258, с. 270-279.

Лекція 6. ОПТИМІЗАЦІЯ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ПОСІВІВ НА ПРОГРАМОВАНИЙ УРОЖАЙ

1. Параметри моделі «Урожай-водний фактор» залежно від рівня живлення.
2. Сумарне водоспоживання – основа для розрахунку оптимального типу зрошення на програмований урожай.
3. Зрошувальна і поливна норма і її розрахунок.
4. Встановлення режиму живлення в умовах зрошування.

1. Параметри моделі «Урожай-водний фактор» залежно від рівня живлення

Параметри моделі «урожай - водний фактора, одержані при математичній обробці урожайних даних сортодільниці або дослідних даних, є найбільш достовірними. При використанні цієї моделі в інших (виробничих) умовах параметри її можуть дещо змінюватися. Це перш за все стосується оптимального значення водного фактора.

Математична обробка дослідних даних ряду авторів, які наведені в багатьох роботах, показала, що різні рівні живлення дозволяють сформувавши різний урожай, який вимагає різної кількості води. Таке тлумачення зрозуміле і загальновідоме, проте питання в даному разі полягає в кількісній оцінці вимог культури до води залежно від рівня живлення.

Серед багатьох методів та способів розрахунку сумарного водоспоживання тільки метод А.Н. Костякова зважає на урожайність культури. При цьому емпірична залежність $E=f(Y)$, що наведена в раніше, враховує дуже важливу умову: коефіцієнт сумарного водоспоживання теж залежить від рівня врожаю.

Таким чином, можна стверджувати, що різному рівню агротехніки, який забезпечує різний рівень врожаю, відповідає своє оптимальне значення водного фактора. При цьому якщо якість і своєчасність проведення польових робіт, класність насіння та інтенсивність сорту є необхідними умовами фону, то фактором, який підлягає регулюванню, є рівень живлення. Оптимальне значення водного фактора в моделі, що розглядається, для умов, відмінних від базових, можна визначити як:

(1)

де f_{opt}^I — оптимальне значення водного фактора;
 - абсолютні величини екстремальних значень дефіциту водного балансу, мм;
 В - коефіцієнт регресії в залежності $E = f(Y)$ (додаток);
 Ко - показник рівня агротехніки в умовах, для яких проводять розрахунки.

(2)

де U_{max} - максимальний урожай культури за ряд років на сортодільниці, ц/га;

U^1 тах- максимальний урожай, який планується одержати в даних умовах, ц/га.

Залежно від співвідношення $U_{тах}$ та U^1 тах значення K_0 , можуть бути як більшими, так і меншими за одиницю.

У цьому разі показник рівня агротехніки (K_0) по своїй суті дещо відрізняється від наведених вище способів визначення. Це пояснюється тим, що, в зв'язку з побудовою базових моделей за даними сортодільниць виникає необхідність порівняти рівень агротехніки в базових умовах з умовами конкретного господарства. При цьому технологія вирощування, бонітет ґрунту і внесені добрива враховуються на прямо, а опосередковано.

2. Сумарне водоспоживання – основа для розрахунку оптимального типу зрошення на програмований урожай

Основою для визначення ефекту від можливого чи існуючого зрошення даним способом є розрахунки з визначення кліматично забезпеченого ресурсами вологи врожаю (КУВ). Для цього необхідно мати імовірнісні криві запасів продуктивної вологи та кліматично забезпеченого врожаю, а також величину запрограмованого врожаю ($U_{пр}$).

Подальші розрахунки виконують у такому порядку:

- з кривої кліматично забезпеченого врожаю визначають імовірність забезпеченості запрограмованої його величини ($U_{пр}$) природним зволоженням (P);
- за графіком продуктивної вологи встановлюють кількість води, яка необхідна для формування цього врожаю, а також зрошувальну норму з урахуванням прийнятої імовірності (P_1);
- за графіком кліматично забезпеченого врожаю визначають можливу його прибавку від зрошення з урахуванням імовірності зрошувальної норми та прийнятих меж природного зволоження.

Приклад 1. Визначити прибавку врожаю від можливого зрошення цукрового буряку в умовах МС Полтава, якщо запрограмована величина його ($U_{пр}$) складає 400 ц/га.

За даними МС Полтава за аналогією побудовані імовірнісні криві (рис. 1-2).

З рис. 2 маємо, що врожайність 40 т/га забезпечена вологою приблизно на 14% (P). Із рис.1 при цій імовірності кількість продуктивної вологи становить близько 410 мм ($V_{Пр}$). Тобто для формування врожаю 40 т/га необхідно 410 мм продуктивної вологи, і в умовах природного зволоження це можливо в 14 випадках (роках) із 100. У 86 випадках (роках) необхідна додаткова подача води шляхом зрошення.

$V_{Пр}$, мм

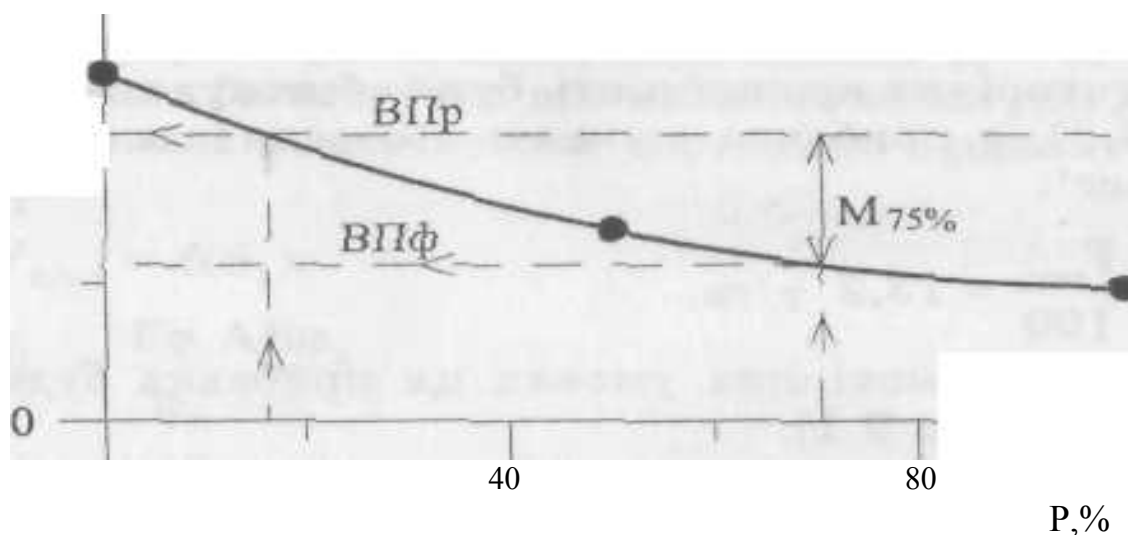


Рис. 1. Імовірнісна крива продуктивної вологи під цукровим буряком в умовах МС Полтава під цукровим буряком в умовах МС Полтава
КУВ, т/га

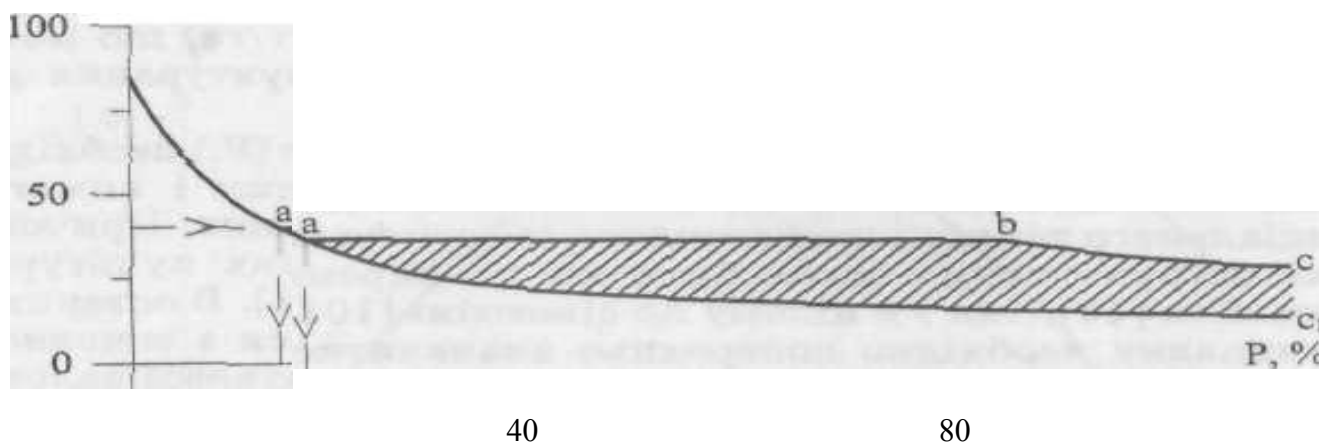


Рис. 2. Кліматично забезпечений ресурсами вологи врожай цукрового буряку (МС Полтава)

Величина зрошувальної норми (M_p) представляє собою різницю між необхідною (B_{Pr}) та фактичною (B_{Pf}) кількістю вологи. Як видно з рис.1, фактична кількість вологи в різні роки буде різною. З іншого боку, зрошувальні системи проектуються на величину зрошувальної норми якоїсь імовірності, яка в умовах України складає 75% (P_1). Таким чином, при $P_1 = 75\%$ $B_{Pf} = 230$ мм (рис.1). Звідси величина зрошувальної норми буде $M_p = B_{Pr} - B_{Pf} = 410 - 230 = 180$, мм - 1800, м³/га.

При цьому культура буде забезпечена вологою тільки в 75 випадках (роках) із 100 можливих. У 25 випадках (роках) вологи буде недостатньо і врожайність у ці роки буде меншою ніж 40 т/га (рис.2).

Стосовно імовірності зрошувальної норми (P_1) необхідно зазначити, що це питання є досить складним і вимагає спеціального техніко-економічного обґрунтування. Причому таке обґрунтування може бути як по окремих культурах сівоzmіни, так і в цілому по сівоzmіні. В останньому випадку необхідно попередньо визначитися з основною метою зрошення - максимальна вартість

додаткової валової продукції; максимальний валовий збір зерна чи кормів тощо. У кожному конкретному варіанті ця імовірність буде, як правило, різною.

3. Зрошувальна і поливна норма і її розрахунок

Режим зрошення становить собою сукупність кількості, строків і норм поливів. Зрозуміло, що основною метою зрошення є регулярне постачання рослин водою для постійного підтримання оптимальної вологості ґрунту.

При розгляді цього питання перш за все необхідно визначитись із поливною та зрошувальною нормами.

Поливна норма (m) - це кількість води (мм, м³/га), яку необхідно подати на поле за один полив. Зрошувальна норма (M), або дефіцит водного балансу (ΔW), - це кількість води (мм, м³/га), яку необхідно подати на поле за весь вегетаційний період. Вона становить собою суму поливних норм ($M = \sum m$), і зрозуміло, що кількість поливів (n) визначається як M/m .

Визначення зрошувальної норми тією чи іншою мірою було розглянуто раніше, хоча слід зауважити, що вона може бути розрахована й іншими способами. При цьому, як неодноразово вказувалось, необхідно враховувати нерівномірність природного зволоження. В окремих випадках можливі такі умови, коли визначена тим чи іншим способом зрошувальна норма буде нульовою чи навіть від'ємною, і в той же час в окремі періоди природне зволоження буде недостатнім. Тому найбільш легітимним способом визначення зрошувальної норми можна вважати умову, що $M = \sum m$, або як сума модальних декадних значень дефіциту водного балансу.

Строки проведення поливів можуть бути визначені кількома способами, основними серед яких є біокліматичний та спосіб, що базується на контролі за вологістю ґрунту. Слід зазначити, що обидва ці способи досить широко використовуються на практиці, проте вони мають і істотні вади.

Біокліматичний метод, оснований на врахуванні біологічних особливостей культури та метеорологічних умов вегетаційного періоду, є досить точним лише за умови достовірного врахування умов природного зволоження. Враховуючи, що атмосферні опади за вегетаційний період випадають по площі дуже нерівномірно, то фіксувати їх необхідно не на метеостанції чи стаціонарному метеопосту, а безпосередньо на території зрошувальної ділянки чи навіть поля.

Не викликає сумніву і точність способу врахування запасів вологи в ґрунті. Проте він дуже трудомісткий і досить інерційний, бо пов'язаний з регулярним репрезентативним відбором проб ґрунту з різної глибини і термоваговим способом визначення вологості. Всі інші способи визначення вологості ґрунту широкого застосування в практиці не дістали.

Поливну норму визначають по загальновідомій залежності:

$$m_p = 10 \times h \times OM \times (W_{\max} - W_{\min}) \times \mu, \text{ мм} \quad (3)$$

де: h - активний шар і ґрунту, м;

OM - об'ємна маса ґрунту цього шару, г/см³, т/м³;

$(W_{\max} - W_{\min})$ - межі оптимальної вологості ґрунту, %;

μ - коефіцієнт, який враховує втрати води на випаровування під час поливу.

Розглядаючи формулу поливної норми, можна стверджувати, що вона ніяк не залежить від умов природного зволоження і в принципі може бути однаковою як для умов, наприклад Криму, так і умов Чернігівської області за виключенням коефіцієнта μ

Одержані таким чином розрахункові значення поливної норми ($m_p = 500-1000 \text{ м}^3/\text{га}$) далеко не завжди приймаються виробництвом. Однією із причин цього є, мабуть, той факт, що практично на всій території України впродовж вегетаційного періоду існує досить висока імовірність випадання атмосферних опадів. Неврахування цієї умови може привести до того, що атмосферні опади, які випадають після проведення поливу, ведуть до перезволоження ґрунту і утворення промивного режиму. Тому в цих умовах зволоження поливом усього активного шару ґрунту до гранично-польової вологоємкості є деякою мірою спірним.

Іншим шляхом обґрунтованого обмеження величини поливної норми може бути зменшення розрахункової величини зволожувального шару ґрунту. При зволоженні шару ґрунту потужністю $h_1(h_1 - h)$ до гранично-польової вологоємкості тим самим враховується капілярний скид води в горизонт h_2 , які в сумі і становлять розрахункову потужність активного шару ґрунту. Обґрунтованим це можна вважати тільки за умови, коли перед поливом вологість нижнього шару ґрунту є більшою за вологість верхнього.

Зрозуміло, що врахування всіх обмежень величини поливної норми не є можливим і обов'язковим. Проблема полягає в тому, щоб ця величина була повною мірою обґрунтованою в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах і узгоджена критеріями. На нашу думку, основним критерієм оцінки величини поливної норми є умови природного зволоження, а одержана таким чином величина перевірена іншими обмеженнями.

Існуючий довідковий матеріал та виробничий досвід показують, що в більш вологих природних умовах поливна норма повинна бути істотно меншою, ніж у посушливих. Крім того, зрозуміло, що сам полив триває якийсь період, який визначається співвідношенням площі поля та добової продуктивності дощувальної машини, яка у свою чергу залежить від величини поливної норми. При цьому тривалість поливу має бути якомога меншою і практично не перевищувати 10 діб.

ΣΛ

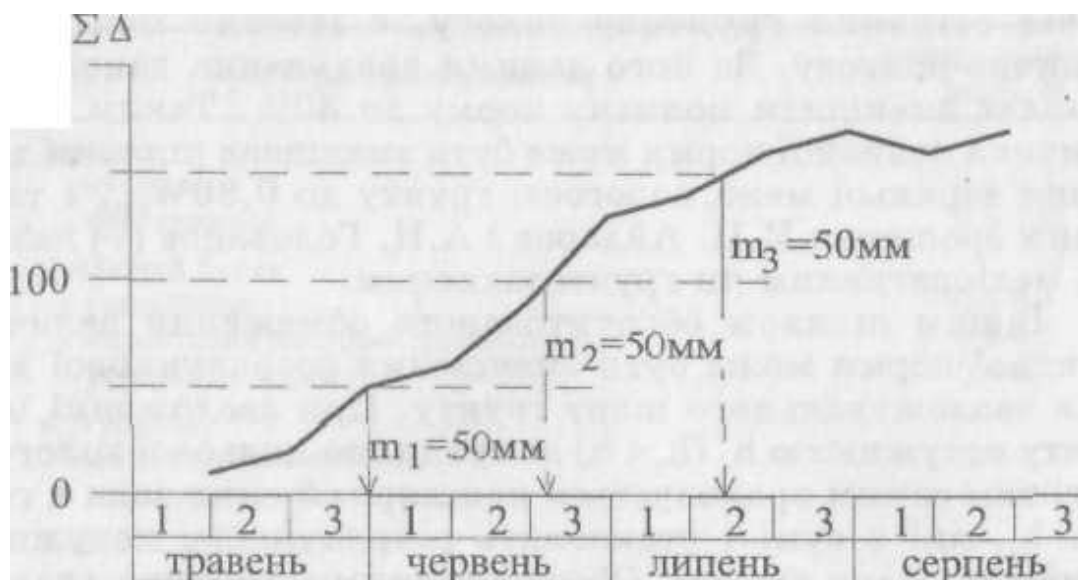


Рис. 3. Загальноприйнята схема визначення строків поливів методом С.М. Алпатьєва.

У випадку формування проектного чи планового режиму зрошення відомими є лише загальні характеристики погоди на прогнозний рік. У цьому разі можна уточнити величину можливої поливної норми з урахуванням рівня природного зволоження в даній зоні. Тобто проблема полягає в тому, що при настанні засушливого періоду необхідно провести полив якнайскоріше, на якомога більшій площі, хоча й дещо меншою за розрахункову поливну нормою, оскільки міжполивний період можливі атмосферні опади. Таким чином, величина поливної норми, яку можна рекомендувати вже на стадії проектування (m_1), становить собою розрахункову (m_p), зменшену на величину, яка враховує можливі атмосферні опади після кожного поливу (Δm):

$$m_1 = m_p - \Delta m, \text{ мм} \quad (4)$$

4. Встановлення режиму живлення в умовах зрошення

При програмуванні врожаїв сільськогосподарських культур в умовах зрошення визначення рівня живлення найбільш доцільно проводити балансовим методом, який досить детально було розглянуто в попередніх розділах. При цьому слід враховувати, що в умовах достатності вологи як фактора росту має місце більш інтенсивне використання поживних елементів як із ґрунту, так і з добрив (табл.1).

Таблиця 1

Середні значення коефіцієнта використання деякими культурами поживних елементів в умовах зрошення, %

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
з ґрунту			
Озима пшениця	50-60	55-60	8-10

Кукурудза	43-48	45-50	12-15
Сорго	46-51	61-65	18-22
Кормовий буряк	60-66	65-70	30-37
з добрив			
Озима пшениця	55-61	15-20	60-64
Кукурудза	50-55	12-14	69-70
Сорго	41-45	15-17	-
Кормовий буряк	60-68	15-18	59-65

У принципі, при таких розрахунках можна використовувати і метод окупності, з урахуванням окупності не тільки бонітету ґрунту і внесених добрив, а й окупності зрошувальної норми чи води

Така постановка питання є абсолютно доцільною, проте має і деякі вади. Справа в тому, що окупність зрошувальної води коливається в дуже широких межах і для півдня України, наприклад, по озимій пшениці складає 0,8-1,8 кг/м³. Зрозуміло, що коливання цього показника в такому широкому діапазоні пояснюється перш за все тим, в які фази розвитку культури були проведені поливи та який відгук культури врожаєм на зрошення мав місце в ці періоди. Крім того, відомо, що величина окупності зрошувальної води залежить від повноти покриття дефіциту водного балансу або зрошувальної норми.

На продовження розгляду цього питання необхідно зазначити, що існує залежність між кількістю днів з вологістю ґрунту, меншою за мінімальну (W_{min}), та урожайністю культури. Це досить наглядно ілюструється даними табл.2.

Таблиця 2

Урожайність деяких культур (т/га) залежно від кількості днів з вологістю ґрунту, нижчою за мінімальну

К-ть днів з вологістю ґрунту менше 70 % НВ	Культура		
	Озима пшениця	Кукурудза на зерно	Б/тр на сіно
<5	5,0	8,0	10,0
≈25	3,2	5,0	8,0
≈50	2,7	3,2	4,1

З іншого боку, відомо, що природна родючість ґрунтів лімітується рівнем природного зволоження, тому зрошення і без внесення добрив забезпечує якусь прибавку врожаю. В такому випадку зрошення як захід підвищує природну родючість ґрунтів, що дозволяє уточнити їх бонітет.

Така постановка питання може бути доцільною у випадку, коли бонітет ґрунту визначався через урожайність культури, тобто опосередковано. При визначенні бонітету ґрунту за кількісною характеристикою властивостей, тобто безпосередньо, така оцінка родючості ґрунтів не є достатньо коректною. Більш обґрунтованою в даному випадку слід вважати ціну 1 бала бонітету по урожайності культури. За всіх інших однакових умов вона буде тим більше

відрізняється від її значення при природному зволоженні, чим більша невідповідність цих умов оптимальним.

Список використаної літератури

4. О.В. Харченко. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур. Суми, «Університетська книга», 2003.- С.-146-172.
5. М.К. Каюмов. Прогамирование урожаїв сільськогосподарських культур. Москва ВО «Агропромиздат», 1989.- С.- 69-102.
6. В.Х. Ківер, Г.Р. Пікуш та ін. Програмування врожаїв кукурудзи та озимої пшениці на зрошуваних землях.- 1990.- 136 с.

Лекція 7. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ, ШКІДНИКІВ ТА БУР'ЯНІВ

1. Оптимізація захисту рослин.
2. Передовий досвід використання гербіцидів.
3. Захист сільськогосподарських рослин від бур'янів, хвороб та шкідників.

1. Оптимізація захисту рослин

До недавнього часу стратегія боротьби і шкодочинними організмами була зорієнтована на знищення небажаних популяцій і переважним використанням для цього хімічних засобів, чисельність застосування і норми внесення яких неухильно зростали. Проте, незважаючи на це стійкість шкідливих видів до пестицидів підвищувалась

Встановлено, що застосування пестицидів викликає непередбачені зміни в екосистемах в силу біоценотичних зв'язків і виходить за межі агроценозів Це може мати як позитивні, так і негативні наслідки дія практики і довкілля.

Руйнування зооценозів хижаків і паразитів пестицидами може викликати швидкий розвиток популяцій шкідливих комах, що потребують знищення. Причина цього явища полягає в тому, що чисельність комах-паразитів зменшується і, таким чином, шкідники, що споживають рослини (в нормальних умовах рівень смертності у шкідників досить високий), розмножуються безперешкодно.

Рослини і ґрунтові організми здатні в різній мірі концентрувати пестициди, які присутні в ґрунті, що в подальшому впливи на поживні ланцюги. Розуміння таких біоценотичних зв'язків в агросистемах привело до необхідності переоцінки методології захисту рослин. Принципово новою теоретичною базою її стає уявлення про польові рослинні спільноти і, зокрема, про взаємовідношення між культурною рослиною і шкідливими організмами в агролашафтах. З цих саме тверджень необхідно формувати систему інтегрованого захисту рослин як складову частину адаптивних систем землеробства. Такий захист повинен будуватись на принципі регулювання чисельності шкідливих організмів, тобто

підтримання їх популяцій на рівні, який не приносить економічної шкоди. Коли шкідливий організм характеризується високим потенціалом розмноження або відноситься до карантинних, діють з урахуванням порогу шкодочинності. В адаптивних системах землеробства безпосередні величини порогів шкодочинності визначаються для кожного агроландшафту на підставі даних, про втрати врожаю, чисельності шкідливих організмів і факторів, що впливають на їх динаміку.

В системі захисту рослин визначальна роль належить агротехнічним заходам вибору стійких сортів, оптимізації сівозмін, обробітку ґрунту, системі удобрення, регулюванню строків сівби, густоти насадження рослин та стеблостою, своєчасності збирання врожаю та інше. Ці заходи повинні доповнюватись в першу чергу біологічними методами регулювання чисельності шкідливих організмів на рівні порогу шкодочинності методами інтерференції.

Значення хімічного методу підсилюється в разі виникнення можливості значних втрат врожаю коли він стає єдиним способом швидкого придушення популяції шкідливого організму. При ньому важливо застосовувати пестициди з іншими захисними заходами в технологічному комплексі.

Значення пестицидів зростає з посиленням спеціалізації виробництва і підвищення рівня інтенсифікації. Відмова від їх використання або різне обмеження в сучасному землеробстві приведе до помітного зменшення віддачі від добрив, меліоративних та інших заходів, зробить неможливим застосування сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

У сучасних умовах від уявлень безпестицидне землеробство на найближчу перспективу необхідно відмовитись. Підвищення професіонального рівня застосування хімічного захисту рослин зробить цей метод ефективним і мало шкідливим для людини і довкілля.

2. Передовий досвід використання гербіцидів

Переймаємо передовий досвід пріма – всепогодний гербіцид

Вирощування зернових культур є пріоритетною справою. Адже зерно – це запашний Український хліб, інші високопоживні продукти споживання, це високоякісні концентровані корма для тваринництва та птахівництва. Зернові культури займають у нашій області перше місце як за площами посіву, так і за величиною річних зборів зерна.

У технології вирощування зернових культур сьогодні є фактори, які істотно можуть вплинути на якість і кількість урожаю. Це якісний і своєчасний обробіток ґрунту, якісний насінневий матеріал, оптимальні строки посіву, чистота посівів (захист від бур'янів), ефективна боротьба з шкідниками та хворобами, застосування достатньої кількості добрив, строки, способи і якість збирання.

Усі ці фактори є вирішальними і ігнорування хоча б одного з них може зробити марним увесь труд. Особливо дошкуляє проблема високої забур'яненості посівів зернових.

В останні роки стрімко поширюються і стають масовими дуже небезпечні і шкодочинні види бур'янів. У першу чергу, це осоти (осот рожевий і осот

жовтий), берізка польова, види ромашки, хвощ польовий, види гірчаків, щиріці, мак-самосійка, паслін чорний і особливо небезпечний підмаренник чіпкий.

При відсутності необхідного рівня контролювання бур'янів у посівах сільськогосподарських культур у зоні Лісостепу бур'яни здатні поглинати з ґрунту найбільш доступних форм елементів мінерального живлення: азоту до 160 – 200 кг/га.; фосфору до 55 – 90 кг/га.; калію до 170 – 250 кг/га.

Навіть при середньому рівні забур'янення посівів, бур'яни за вегетаційний період виносять з ґрунту від 30 до 120 мм продуктивної вологи, яка часто буває у дефіциті і обмежує рівень продуктивності культурних рослин і як наслідок можлива втрата урожаю від 20 до 40%

Тому, щоб розраховувати на позитивний результат необхідний надійний захист, зернових культур від бур'янів.

Для ефективного знищення рослин багаторічних видів бур'янів необхідно враховувати такі особливості: рослини повинні мати активні ростові процеси і перебувати у відповідних чутливих фазах розвитку.

Сьогодні на ринку України зареєстровано чимало гербіцидів для захисту зернових культур від бур'янів.

Одним з кращих серед них є гербіцид **Пріма с.к.** для зернових колосових культур (в т.ч. просо і сорго) та кукурудзи виробництва відомої американської компанії Доу АгроСайенсіс, який вирізняється виключно високою ефективністю проти усіх широколистих бур'янів в посівах зернових колосових і кукурудзи.

Як показали багаточисельні випробовування, а також практичне застосування в різних кліматичних зонах України, Пріма знищує більше 160 видів бур'янів з ефективністю понад 95%.

Гербіцид Пріма дійсно є оптимальною комбінацією двох діючих речовин (флорасулам 6,25 г/л + етилгексилловий ефір 452,5 г/л), які відрізняються за механізмом дії та доповнюють одна одну за спектром контрольованих бур'янів. Унікальність препарату полягає в тому, що він одночасно знищує такі злісні бур'яни як Підмаренник чіпкий, види Осотів, Ромашок, Гірчаків, Лободи, Щиріці, Хвощ, Мак, Амброзія, та багато інших (ефективність 95%).

Пріма відмінно знищує в посівах зернових культур хрестоцвіті бур'яни (кучерявець Софії, грицики, талабан польовий, редька дика та ін.), які в посівах ріпаку знищити практично неможливо. Таким чином, Пріма готує поля для посіву ріпаку.

Приклад:

– В 2007 році площі посіву зернових в нашому господарстві склали 1700 га, в т.ч. кукурудзи 600 га.

Зернові перезимували добре, але весною пішли бур'яни – це і підмаренник чіпкий, осоти, ромашки та ін., практично увесь спектр дводольних бур'янів. Бур'яни нам не страшні, так як проти них ми уже не один рік використовуємо гербіцид в Пріму і в надійності якої ми впевнені. Нас хвилювали лише погодні умови, особливо температура яка була 8 – 10 °С вдень і мінус 2 – 4оС вночі. Більшість гербіцидів проявляють ефективність при температурі від 10 до 25°С.

Пріму можна застосовувати починаючи з настання стабільної добової температури плюс 5 °С.

Необхідно відмітити (з нашого досвіду) і те, що гербіцид Пріма відмінно працює при високих температурах, за рахунок наявності в ньому діючої речовини етилгексилевого ефіру, який допомагає розчиняти восковий наліт на поверхні листків бур'янів і швидше проникати гербіциду в рослину, а також те, що її можна використовувати починаючи з двох листків до другого міжвузля у зернових колосових і від 3 до 7 листків включно на кукурудзі. Можливе також використання Пріми за допомогою авіації (ми проводили обприскування дельтапланом з нормою внесення 5 літрів робочого розчину на га).

При нормі витрати 0,4 – 0,6 л/га Пріма ефективно знищує бур'яни в різних фазах розвитку: до 10 мутовок у підмаренника, до 10 – 12 листків у видів ромашки, лободи, хрестоцвітих, що забезпечує знищення як зимуючих, так і ярих бур'янів. Ріст та розвиток бур'янів припиняється вже протягом 12 – 18 годин після застосування, повна загибель спостерігається через один-два тижні.

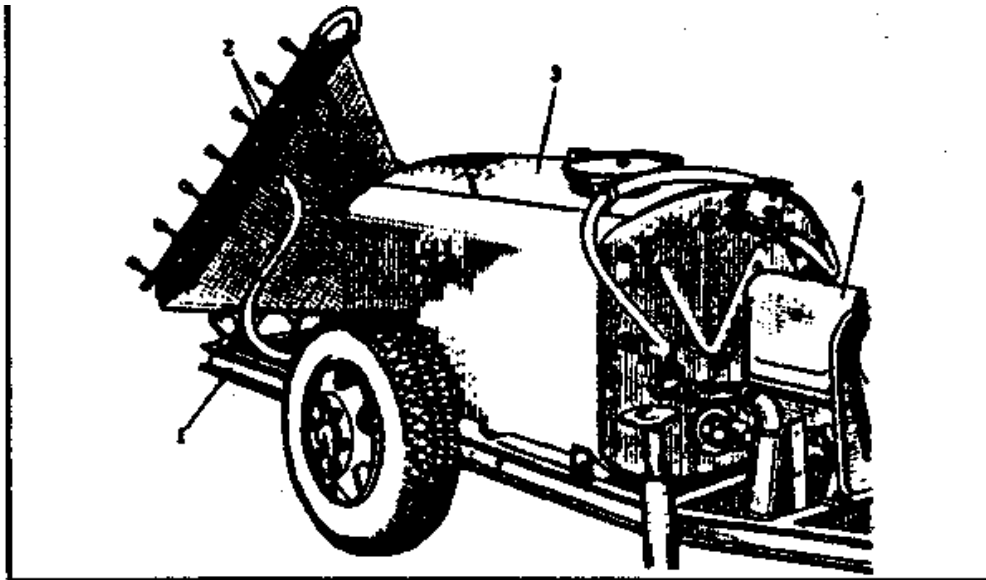
Після застосування Пріми немає обмежень для наступних культур в сівозміні.

3. Захист сільськогосподарських рослин від бур'янів, хвороб та шкідників

Ураження і загибель рослин спричинюють гербіциди (параquat, ефіри 2,4-Д або 2,4,5-Т, какодилова кислота та інші, що застосовуються у чистому вигляді і в різних сумішах). проникаюча радіація, радіоактивний пил. Біологічні засоби ураження рослин — це збудники грибкових захворювань сільськогосподарських культур: стеблової, жовтої, бурої іржі злакових, пірикуляріозу рису, фітофторозу картоплі, а також деякі комахи-шкідники та бур'яни.

Засоби боротьби з хворобами і шкідниками рослин — обприскування, обпилювання, фумігація, протруювання насіння. *Обприскування* — це нанесення на рослини отрутохімікатів у краплиннорідкому стані. При *обпилюванні* рослин наноситься хімічна речовина у порошок (дуст). При *фумігації* в атмосферу, що оточує уражені місця в закритих приміщеннях, вводиться хімічна речовина в пароподібному або газоподібному стані. *Протруювання* — це передпосівний обробіток насіння такими отрутохімікатами проти збудників хвороб і шкідників, як цинеб, купрозан, карбофос, метафос, хлорокис міді, бордоська рідина, полікарбонин, гранозан та ін. Отрутохімікати зберігаються під охороною на особливих складах на певній відстані від населених пунктів. Доступ стороннім особам на ці склади забороняється.

Робочі розчини отрутохімікатів приготуються у день їх застосування на спеціально відведених для цього майданчиках. Перевезення здійснюється спеціальним транспортом. Особи, зайняті обробитком посівів або насіння, проходять спеціальний інструктаж. Під час робіт не дозволяється їсти, пити, курити; не можна працювати без респіратора і спецодягу. До робіт не допускаються підлітки до 18 років, вагітні жінки, матері, які годують немовлят. Після перевезення хімікатів та обробітку



Мал. 291. Обприскувач ОВТ-1:
1 — рама з ходовими колесами; 2 — вентиляторний розпилювальний пристрій; 3 — резервуар; 4 — насос

ними посівів транспорт і техніку промивають чистою водою. Усі роботи з хімічного захисту рослин проводяться тільки під керівництвом фахівців.

Для обробітку посівів сільськогосподарських культур застосовуються обпилювачі та обприскувачі різних типів. Наприклад, для обробітку польових культур, садів, виноградників, бавовни, а також закритого ґрунту використовують обприскувачі ОВТ-1 (мал.), ОНК-Б, ОВ-3, ОВС-А та ін.; на невеликих ділянках застосовують ручні обприскувачі ОРД-Б, ОРП-Г. З цією самою метою застосовують літаки (АН-2) і вертольоти (Ка-26, Мі-2) сільськогосподарської авіації.

Найбільш економним і ефективним вважається аерозольний спосіб обробітку посівів аерозольними генераторами (АГ-Л6, АГ-УД-2).

Список використаної літератури

1. В.П. Гудзь, І.Д. Примаєк, М.Ф. Рибак, Ю.В. Міщенко та ін. Адаптивні системи землеробства. ст. 168-170.

Лекція 8. ВИКОРИСТАННЯ КОМПЮТЕРА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ ОДЕРЖАННЯ ЗАПЛАНОВАНОЇ УРОЖАЙНОСТІ

1. Визначення запрограмованого і фактичного врожаю.
2. Визначення доходу від реалізації сільськогосподарських культур.
3. Технологічні витрати на вирощування сільськогосподарських культур.

1. Визначення запрограмованого і фактичного врожаю

Визначити програмовану і фактичну врожайність цукрових буряків, виходячи з таких даних:

бонітет поля бал (Б), бал – 70;

доза органічних добрив D_o , т/га – 0;

ціна 1 балу бонітету ґрунту за урожайністю культури (Цб), ц/бал – 2,4;

нормативна окупність мінеральних добрив (повного мінерального живлення) (Ом), ц/ц д.р – 30;

нормативна окупність органічних добрив (Оо), ц/т – 0,2;

доза мінеральних добрив (Дм, ц.д.р./га) згідно варіантів наступна:

$$1 = 1$$

$$2 = 3$$

$$3 = 5$$

$$4 = 7$$

1. Отримавши завдання створити в *Exel*, базу даних для подальшого розрахунку.

	A	B	C	D	E	F
1				Завдання № 1		
2						
3	Б				70	
4	D_o				0	
5	Цб				2,4	
6	Ом				30	
7	Оо				0,2	
8						
9		варіант	Дм (ц.д.р./га)	Упр(т/га)	Уф(т/га)	
10		1	1			
11		2	3			
12		3	5			
13		4	7			
14						

2. Для розрахунку програмованого урожаю (PR_y) нам потрібно створити робочу формулу, знаючи що програмований урожай розраховується слідуючим чином:

$$PR_y = B \times C + K_m \times O_m + K_o \times O_o, \text{ ц/га,}$$

де Б –бонітет ґрунту, бал;

Ц – ціна 1 балу бонітету ґрунту за урожайністю культури, ц/бал;

K_o – кількість органічних добрив, яку планується внести під культуру, т/га;

O_o – нормативна окупність органічних добрив, ц/т;

K_m – кількість мінеральних добрив, яку планується внести, ц.д.р./га;

O_m – нормативна окупність мінеральних добрив (повного мінерального живлення).

Згідно цього в графу D8 потрібно ввести робочу формулу: = ((E3*E5) + (E4*E7) + (C10*C7))/10 (коефіцієнт для переведу в центнери).

При цьому необхідно врахувати, що константними значеннями для всіх подальших чарунки E3, E5, E4, E7 і E7, які потрібно зафіксувати. Змінними в нас є C10-C13.

Натиснути клавішу *Enter* і після отримання результату потягнути за правий нижній кінець чарунки D10 до чарунки D13.

Таким чином в нас буде вирахований програмований врожай і таблиця буде мати такий вигляд:

	A	B	C	D	E	F
1				Завдання № 1		
2						
3	Б				70	
4	До				0	
5	Цб				2,4	
6	Ом				30	
7	Оо				0,2	
8						
9		варіант	Дм (ц.д.р./га)	Упр(т/га)	Уф(т/га)	
10		1	1	19,8		
11		2	3	25,8		
12		3	5	31,8		
13		4	7	37,8		
14						

3. Наступний крок – це розрахунок фактичного врожаю (Уф т/га).

Фактичний урожай для цукрового буряку, залежно від урожаю програмованого, розраховується за логарифмічною функцією:

$$Уф = 13,978 \times \ln(Упр) - 22,115.$$

Тому в чарунку E10 потрібно записати наступну формулу: = 13,978LN(D10)-22,115.

Після натискання клавіші *Enter*, чарунку потрібно протягнути до чарунки E13. Результати розрахунків будуть такі:

	A	B	C	D	E	F
1				Завдання № 1		
2						
3	Б				70	
4	До				0	
5	Цб				2,4	
6	Ом				30	
7	Оо				0,2	
8						
9		варіант	Дм (ц.д.р./га)	Упр(т/га)	Уф(т/га)	
10		1	1	19,8	19,61886213	
11		2	3	25,8	23,31873465	
12		3	5	31,8	26,2414198	
13		4	7	37,8	28,65741664	
14						

4. Зберегти дані.

2. Визначення доходу від реалізації сільськогосподарських культур.

Визначити дохід від реалізації цукрових буряків за такими даними: заводська ціна на сировину(ЗЦ), грн./т – 150.

відстань до заводу(L), км – 20.

ціни за паливо(Цп), грн./ кг – 2,0.

Перевезення здійснюється трактором Т-150К з витратою на 1ткм без врахування витрат на пальне (K_1), грн. /ткм – 0,271, і з витратою пального на 1 ткм.кг (K_2), кг/ткм – 0,046.

Показник господарського виходу цукру (K_3) становить 1,09.

Дані фактичної врожайності наведені в попередньому завданні.

1. Отримавши завдання створити базу даних для подальшого розрахунку.

	А	В	С	Д	Е	F	G
1					Завдання 2		
2							
3	ЦЗ			150			
4	L			20			
5	Цп			2			
6	K1			0,271			
7	K2			0,046			
8	K3			1,09			
9							
10	ТВ						
11	ЦГ						
12							
13			Уф, т/га	Д, грн/т			
14			19,61				
15			23,31				
16			26,24				
17			28,65				
18							

2. Розраховуємо транспортні витрати (ТВ), виходячи з формули:

$$ТВ = L \times (K_1 + K_2 \times Цп) \times K_3, \text{ грн./т}$$

В чарунку D10 вводимо формулу: = D4*(D6+D7* D5)*D8 і натискаємо *Enter*.

3. Розраховуємо господарську ціну (ГЦ), виходячи з формули:

$$ЦГ = ЦЗ - ТВ, \text{ грн/т}$$

В комірку D11 вводимо наступну формулу: = D3-D10 і натискаємо *Enter*.

Після розрахунків ми отримаємо дані:

	А	В	С	Д	Е	Ф	G	Н
1					Завдання 2			
2								
3	ЦЗ			150				
4	L			20				
5	Цп			2				
6	K1			0,271				
7	K2			0,046				
8	K3			1,09				
9								
10	ТВ			7,9134				
11	ЦГ			142,0866				
12								
13			Уф, т/га	Д, грн/т				
14			19,61					
15			23,31					
16			26,24					
17			28,65					
18								
19								

3. Розраховуємо дохід (Д) від реалізації цукрових буряків згідно формули:

$$Д = Уф * ГЦ, \text{ грн./га.}$$

В комірку D14 вводимо робочу формулу: = C14*D11 і натискаємо клавішу *Enter*.

Потім протягуємо комірку за нижній правий кут вниз до D17.

Ми отримаємо такі значення:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1					Завдання 2			
2								
3	ЦЗ			150				
4	L			20				
5	Цп			2				
6	К1			0,271				
7	К2			0,046				
8	КЗ			1,09				
9								
10	ТВ			7,9134				
11	ЦГ			142,0866				
12								
13			Уф, т/га	Д, грн/т				
14			19,61	2786,318226				
15			23,31	3312,038646				
16			26,24	3728,352384				
17			28,65	4070,78109				
18								

4. Зберегти дані.

3. Технологічні витрати на вирощування сільськогосподарських культур

Визначити технологічні витрати на вирощування цукрових буряків, виходячи з даних:

Ціна за пальне грн. /кг – 2.

Необхідна кількість пального для проведення обов'язкових робіт (Кп), кг/га – 3,7.

Необхідна кількість пального для приготування і проведення обробітку пестицидами (Кпп), кг/га – 1,8.

Кількість пального, необхідного для внесення органічних добрив (Кп.о), кг/га – 2,4.

Кількість пального, необхідна для внесення мінеральних добрив (Кп.м), кг/га – 4,9.

Кількість пального, необхідна для збирання 1т основної продукції по роботах які залежать від рівня врожайності культури (Кп.з.1), кг/т – 8,6.

Кількість пального для робіт які меншою мірою залежать від рівня врожайності (Кп.з.2), кг/га – 6,3.

Постійна величина технології, яка характеризує постійні витрати (А), грн./га – 884.

Постійна величина технології витрат застосування пестицидів (Ап), грн./га – 3,6.

Постійна величина технології витрат внесення органічних добрив (Ао), грн./га – 5,8.

Постійна величина технології витрат внесення мінеральних добрив (Ам), грн./га – 4,6.

Постійна величина технології витрат на збирання 1т основної продукції по роботах що залежать від рівня врожайності (А з.1), грн./т – 5,4.

Постійна величина витрат на збирання продукції, які меншою мірою залежать від рівня врожайності (А з.2), грн. /га – 8,3.

Вартість насіння (Вн), грн. /га – 180.

Кратність обробок пестицидами (N) – 2.

Середня вартість пестицидів на 1 обробку (Вп), грн./га – 60.

Доза органічних добрив (До), т/га – 0.

Перевезення гною і мінеральних добрив проводиться трактором Т-150К з витратою на 1ткм без врахування витрат на пальне (K_1), грн./ткм – 0,271, і з витратою пального на 1 ткм.кг (K_2), кг/ткм – 0,046.

Відстань перевезення гною (L), км – 20.

Ціна гною (Цо), грн. /т – 10.

Ціна за 1 ц добрив (грн. /ц): азотних Цnt – 45, фосфорних Цpt – 32, калійних Цkt – 28.

Процент діючої речовини в добривах: азотних Pn – 35, фосфорних Pp – 21, калійних Pk – 59.

Необхідне співвідношення NPK: aN – 1, aP – 1, aK – 1.

Дані фактичної урожайності та доз внесених мінеральних добрив наведені в завданні 1.

1. Отримавши завдання, створити базу даних.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1					Завдання 3			
2	Кп	3,7	А	884	Вн	100	Цnt	45
3	Кпп	1,8	Ап	3,6	Вп	45	Цpt	32
4	К.п.о.	2,4	Ао	5,8	К1	0,271	Цkt	28
5	К.п.м.	4,9	Ам	4,6	К2	0,046	Pn	35
6	Кп.з. 1	8,6	А з.1	5,4	L	20	Pp	21
7	К п.з. 2	6,3	А з.2	8,3	Цо	10	Pk	59
8	Цп	2			N	2	aN	1
9					До	0	aP	1
10							aK	1
11								
12								
13		ВП1		ЦN				
14		ВП2		ЦP				
15		ВП		ЦK				
16		ВУО		ЦM				
17								
18								
19		Дм ц/д.р.г.	Уф, т/г	ВУм, грн/га	ВЗ, грн/га	ЗВ, грн/га		
20		1	19,61					
21		3	23,31					
22		5	26,24					
23		7	28,65					

2. Розрахунок постійних витрат (ВП). Постійні витрати складаються з двох складових:

– перша частина $ВП_1$ включає в себе витрати на обов'язкові операції обробки ґрунту (оранка, культивування, розпушування ґрунту і т.п.) і розраховується за формулою:

$$ВП_1 = A + K_{п} \times Ц_{п} + В_{н}, \text{ грн./га}$$

– друга частина включає в себе витрати по застосуванню пестицидів і розраховується за формулою:

$$ВП_2 = (A_{п} + K_{п.п} * Ц_{п} + В_{п}) \times N, \text{ грн./га}$$

Разом ці дві складові становлять суму постійних витрат: $ВП = ВП_1 + ВП_2$.

Для розрахунку $ВП_1$ в чарунку С13 потрібно ввести формулу: $=D2+B2*B8+F2$.

Для розрахунку $ВП_2$ в чарунку С14 потрібно ввести формулу: $=(D3+B3*B8+F3)*F8$.

І відповідно в чарунку С15 ввести формулу: $=C13+C14$.

3. Розрахунок витрат на внесення органічних добрив.

Витрати на внесення органічних добрив розраховуються за формулою:

$$ВУ_0 = D_0(A_0 + K_{п.о.} \times Ц_{п}) + L(K_1 + K_2 \times Ц_{п}) + Ц_0), \text{ грн./га}$$

Хоча в даному завданні не використовуються органічні добрива, але потрібно дати формулу для розрахунку: в чарунку С16 потрібно набрати $=F9*((D4+B4*B8)+F6*(F4+F5*B8)+F7)$.

4. Розрахунок витрат на внесення мінеральних добрив.

Для початку нам потрібно розрахувати вартість елементу живлення в 1ц діючої речовини повного мінерального живлення для кожного з елементів за формулою:

$$Ц_{ел} = \frac{100 \times Ц_{ел.т} \times \alpha_{ел}}{Р_{ел} \times (\alpha N + \alpha P + \alpha K)}, \text{ грн}$$

де, $Ц_{ел.т}$ – вартість елементу живлення в 1ц діючої речовини повного мінерального живлення для кожного з елементів, грн./ц.д.р.;

$Ц_{це.т}$ – ціна за 1ц туків, грн./ц;

$A_{ел}$ – співвідношення елемента;

$P_{ел}$ – процент діючої речовини в даному добриві.

Потім вирахувавши вартість елемента живлення в 1ц діючої речовини для азоту, фосфору та калію і сумувавши їх, ми отримаємо ціну 1 ц.д.р. добрив повного мінерального живлення, грн./ц д.р.:

$$Ц_{м} = Ц_{N} + Ц_{P} + Ц_{K}.$$

Згідно цих формул в чарунку Е13 потрібно ввести формулу: $=(100*N2*N8)/(N5*(N8*N9*N10))$.

Для чарунок Е14 і Е15 розрахунки аналогічні.

Потім в чарунок Е16 сумуємо отримані дані.

Наступний підкрок – це розрахунок витрат на внесення мінеральних добрив в залежності від внесеної дози добрив за формулою:

$$ВУ_m = Д_m(А_m + К_{п.м.} \times Ц_p + Ц_m).$$

Введіть в чарунку D20 слідуєчу формулу = B20*(D5+B5*B8+E16).

Ви отримаєте затрати на внесення мінеральних добрив при дозі 1 ц.д.р./га.

Розрахуйте для інших варіантів.

5. Розрахунок витрат на збирання врожаю.

Витрати на збирання врожаю розраховуються за формулою:

$$ВЗ = Уф(А_{з.1} + К_{п.з.1} \times Ц_p) + (А_{з.2} + К_{п.з.2} \times Ц_p), \text{ грн./га.}$$

Проведіть самостійно розрахунки користуючись даною формулою.

6. Отримавши розрахунки по статтях витрат, вирахуйте загальні витрати, користуючись формулою:

$$ЗВ = ПВ + ВУ_0 + ВУ_m + ВЗ, \text{ грн./га.}$$

Результати будуть такими:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1					Завдання 3			
2	Кп	3,7	А	884	Вн	100	Цnt	45
3	Кпп	1,8	Ап	3,6	Вп	45	Цpt	32
4	К.п.о.	2,4	Ао	5,8	К1	0,271	Цkt	28
5	К п.м.	4,9	Ам	4,6	К2	0,046	Рn	35
6	Кп.з. 1	8,6	А з.1	5,4	L	20	Рp	21
7	К п.з. 2	6,3	А з.2	8,3	Цo	10	Рk	59
8	Цп	2			N	2	aN	1
9					До	0	aP	1
10							aK	1
11								
12								
13		ВП1	991,4	ЦN	128,5714			
14		ВП2	104,4	ЦP	152,381			
15		ВП	1095,8	ЦK	47,45763			
16		ВУ0	0	ЦM	328,41			
17								
18								
19		Дм ц/д.р.г.	Уф, т/г	ВУм, грн/га	ВЗ, грн/га	ЗВ, грн/га		
20		1	19,61	342,810008	464,086	1902,696		
21		3	23,31	1028,43002	547,706	2671,936		
22		5	26,24	1714,05004	613,924	3423,774		
23		7	28,65	2399,67006	668,39	4163,86		

7. Провівши розрахунки, збережіть файл.

Визначення економічно оптимального рівня мінерального живлення сільськогосподарських культур

На основі результатів отриманих в завданні 2, та в завданні 3, вирахуйте рівень рентабельності та економічно оптимальний рівень мінерального живлення цукрових буряків.

1. Введіть дані для розрахунку.

	А	В	С	Д	Е
1			Завдання 4.		
2					
3	Дм, ц.д.р./га	Д, грн/га	ЗВ, грн/га	ЧД, грн/га	РР, %
4	1	2786,31	1902,69		
5	3	3312,03	2671,93		
6	5	3728,35	3423,77		
7	7	4070,78	4163,86		
8					

2. Розрахуйте чистий дохід та рівень рентабельності для всіх варіантів удобрення користуючись, нижче приведеними формулами:

$$\text{ЧД} = \text{Д} - \text{ЗВ}, \text{ грн./га}$$

$$\text{РР} = (\text{ЧД}/\text{ЗВ}) * 100, \%$$

	А	В	С	Д	Е
1			Завдання 4.		
2					
3	Дм, ц.д.р./га	Д, грн/га	ЗВ, грн/га	ЧД, грн/га	РР, %
4	1	2786,31	1902,69	883,62	46,440566
5	3	3312,03	2671,93	640,1	23,956466
6	5	3728,35	3423,77	304,58	8,8960415
7	7	4070,78	4163,86	-93,08	-2,2354258
8					

2. Збережіть дані.

Список використаної літератури

1. Харченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур // Суми, «Університетська книга», 2003.- С. 199-220.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Атлас почв Украинской ССР. Под ред. Крупкого Н.К. и Полупана Н.И.- К.: Урожай, 1975.- С. 159.
2. Довідник працівника агрохімслужби. Б.С.Носко, А.О.Христенко, М.В.Лісовий та ін. За ред. Б.С.Носка.- К.: Урожай, 1991.- С. 261.
3. Жатков О.Г. Рослинництво з основами програмування врожаю.- К.: Урожай. 1955.- С. 256
4. Каюмов М.К.Программирование урожаев сельскохозйственных культур.- М.: Агропромиздат, 1989.- С. 320.
5. Лисовал А.П. и др. Система применения удобрений.- К.: Вища школа, 1989.-
С. 318.
6. Муха В.Д., Пелипец В.А. Программи-рование урожаев сельскохозйственных культур.- К.: Вища школа, 1988.- С.222.
7. Муха В.Д., Костычев И.С., Муха Д.В., Пелипец В.А. Основы программирования урожайности сельскохозйственных культур.-М.: МСХА, 1994.-С.251.
8. Павловський В.В. та ін. Агрометеоро-логія/ Павловський В.В., Василенко І.Д., Урсулов В.Ф./.- К.: Вища школа, 1994.- С.272.
9. Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая.- Л.: Гидрометео-издат, 1975.- С.200.
- 10 Харченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур: Навчальний посібник/За ред. академіка УААН В.О.Ушкаренка.- 2-е вид., перероб. і доп..- Суми: ВТД «Університетська книга, 2003.- 296 с.
11. Шишов Л.Л. и др. Критерии и модели плодородия почвы. /Шишов Л.Л., Карманов И.И., Дурманов Д.М./- М.: Агропромиздат, 1987.- С.184.