

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

декан, д.с.-г.н., проф. _____ *В.О. Забалуєв*

“ ____ ” _____ 2016 р.

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ КОМПЛЕКС

з дисципліни

ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЮ

Кафедра агрохімії та якості продукції
рослинництва ім. О.І. Душечкіна

Напрямок підготовки – 6.090101 «Агрономія»

Програма підготовки фахівців ОКР «Бакалавр»

Київ 2016

Зміст НМК

1. Робоча програма дисципліни
2. Конспект лекцій
3. Підручники, навчальні посібники, методичні матеріали

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету

В.О.Забалуєв

“ ” _____ 2016 p.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри агрохімії та якості
продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна

Протокол від “10” червня 2016р., № 11

Завідувач кафедри

А.В. БИКІН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“Програмування врожаю”

напрямок підготовки	<u>6.090101 Агрономія</u>
(шифр і назва напрямку підготовки)	

спеціальність _____
(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація _____
(назва спеціалізації)

факультет агробіологічний
(назва факультету)

Розробники: к.с.-г.н., доцент Пасічник Н.А.

Київ 2016

1. Опис навчальної дисципліни
“Програмування врожаю”
(назва)

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень

Галузь знань	0901 «Сільське господарство і лісівництво»
Освітньо-кваліфікаційний рівень	бакалавр
Напрямок підготовки	6.090101 Агрономія
Спеціальність	-
Спеціалізація	-

Характеристика навчальної дисципліни

Вид	Нормативна
Загальна кількість годин	72
Кількість кредитів ECTS	2,5
Кількість змістових модулів	2
Вид контролю:	залік

Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання

Форма навчання	денна	заочна
Рік підготовки (курс)	2016-й	2016-й
Семестр	7-й	7-й
Лекційні заняття	13 год.	8 год.
Лабораторні заняття	13 год.	6 год.
Самостійна робота	33 год.	-
Кількість тижневих аудиторних годин	2	-

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: сформувати у студентів міцні знання та уміння щодо наукового планування і забезпечення продукційного процесу формування врожаїв сільськогосподарських культур природними та господарськими ресурсами з урахуванням регульованих та нерегульованих факторів їх вирощування.

Завдання: структуризовано, комплексно, з виведенням математичних функціональних залежностей узагальнити інформацію щодо зазначених факторів і на її основі створити модель формування врожаю та передбачити параметри продуктивності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: суть, принципи та етапи програмування врожаю як науки про управління продукційним процесом агрофітоценозу;

наукові (біологічні, фізіологічні, метеорологічні, агрофізичні, агрохімічні) основи програмування врожаю;

керовані та некеровані фактори формування врожаю сільськогосподарських культур, шляхи раціонального їх використання;

рівні врожаю та чинники, за якими вони визначаються;

особливості вирощування сільськогосподарських культур за умов штучного осушення та зрошення та програмування врожаїв;

сучасні електронні програми прогнозування і програмування врожаю сільгоспкультур.

вміти: розрахувати за конкретних умов потенційний, дійсно та виробничо можливі рівні врожайності основних сільськогосподарських культур;

виявити лімітуючі фактори врожаю;

визначати різними методами на основі оптимального використання природних та господарських ресурсів прогнозовану врожайність;

підготувати банк відповідної інформації для програмування врожаю;

розробити програму контролю за продукційним процесом формування врожаю за основними показниками умов його вирощування;

розробити прогностичну схему (графік) формування врожаю за одним чи кількома його елементами;

вносити корективи в надходження регульованих факторів врожаю та прогнозувати за ними величину очікуваної врожайності.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для - повного терміну денної й заочної форм навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Наукові основи програмування врожаю												
Тема 1. Мета і зміст предмету. Принципи та етапи програмування	12	2		2	-	4	2		-		-	-
Тема 2. Фактори росту і розвитку рослин, їх врахування при програмуванні врожаю	12	2		2	-	4	2	2	-	2	-	-
Тема 3, 4. Наукові основи програмування врожаю	12	2		2	-	8	3	2	-	1	-	-
Разом за змістовим модулем 1	36	6		6	-	16	7	4	-	3	-	-
Змістовий модуль 2. Моделі досягнення програмованого врожаю												
Тема 1. Дійсно можлива врожайність	10	2		2	-	4	10		-		-	-
Тема 2. Модель як інструмент прогнозування та управління. Прогностичні моделі та моделі управління процесом продуктивності	13	3		3	-	5	13	2	-	2	-	-
Тема 3. Роль інтенсивних факторів при програмуванні урожаїв	13	2		2	-	8	14	2	-	1	3	-
Разом за змістовим модулем 2	36	7		7	-	17	7	4	-	3	-	-
Усього годин	72	13		13	-	33	14	8	-	6	3	-
Курсовий проект (робота) з _____ _____	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(якщо є в робочому навчальному плані)												
Усього годин	72	13		13	-	33	14	8	-	6	3	-

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Видача індивідуального завдання. Створення бази даних по ньому	4
2	Визначення за ФАР максимально можливої врожайності	4
3	Визначення запасу продуктивної вологи в ґрунті. Розрахунок коефіцієнту зволоження. Визначення рівнів кліматично забезпеченої врожайності	4
4	Визначення дійсно можливої урожайності	4
5	Розроблення алгоритму програми та розрахунків досягнення програмованого врожаю	4
6	Захист розрахункових робіт	6
	Разом	26

5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вибір із літературних джерел даних	5
2	Розрахунок і підбір параметрів для розрахунку ПУ за ФАР	5
3	Тепло- і водозабезпечення культури, згідно завдання. Агрофізичні властивості ґрунтує. Визначення ГТП, БКП, БПЗ	7
4	ІЛМ стану родючості ґрунту, кількісні моделі прогнозу та управління родючістю ґрунту. Алгоритм, його суть та структура	5
5	Забезпечення посівів вуглекислотою, азотом і зольними елементами. Балансово-розрахункові методи встановлення норм добрив	6
6	Роль регульованих і нерегульованих факторів	5
	Разом	33

6. Індивідуальні завдання

виконання самостійної роботи з теми: "ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ... (С.-Г. КУЛЬТУРИ) В УМОВАХ ... (ГРУНТІВ) ОБЛАСТІ УКРАЇНИ"

Вступ

Програмування врожайності та його значення в раціональному використанні природних та господарських ресурсів, в отриманні високих врожаїв, у впровадженні моделей та комп'ютерної техніки в с.-г. виробництво.

1. Характеристика природних та господарських (банк інформації природних та господарських показників): прихід ФАР, КВ ФАР; опади всього та за вегетаційний період; запас продуктивної вологи в орному та метровому шарах ґрунту; коефіцієнт продуктивності використання вологи, коефіцієнт водовикористання культури, ГТК, ГТП, БКП, коефіцієнт

атмосферного зволоження. Ресурси господарства: зрошення ($\text{м}^3/\text{га}$); внесення гною ($\text{т}/\text{га}$); внесення добрив та меліорантів; агрохімічні, фізичні, фізико-хімічні показники конкретного ґрунту тощо.

2. Характеристика культури (банк інформації): генетично можлива врожайність; виробнича врожайність в конкретній зоні; співвідношення основної господарської й побічної продукції; вміст сухої речовини у врожаї; калорійність 1 кг сухої маси, винос NPK і використання NPK з ґрунту та добрив; потреба в активній температурі, вегетаційний період і т.д.

Визначення різних рівнів врожайності сільськогосподарської культури:

- потенційно можливої;
- біологічної продуктивності ґрунту по БКП (біокліматичний потенціал) та рівнів кліматично забезпеченої врожайності за приходом тепла;
- дійсно можливої врожайності за водозабезпеченням;
- виробничо можливої за ресурсами ґрунту та добрив;
- виявлення лімітуючого фактору врожайності;
- визначення величини господарських ресурсів для отримання дійсно можливої врожайності за теплом чи водою.

4. Розробка технологічної карти вирощування запрограмованої врожайності.

5. Прогностичні схеми-моделі та моделі управління продуктивним процесом формування запрограмованої врожайності.

6. Проведення контролю за продуктивним процесом. Методи та строки проведення діагностики живлення.

7. Література.

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

Перелік питань для визначення рівня засвоєння матеріалу. Питання для самоперевірки.

1. Фізіологічні, біологічні, агрохімічні, агротехнічні, агрофізичні і агрометеорологічні основи програмування врожаїв.
2. Фотосинтетично активна радіація (ФАР), її зміни й розподіл на території країни.
3. Акумуляування сонячної енергії польовими культурами.
4. Потенційний урожай і його розподіл.
5. Коефіцієнт використання ФАР посівами різної продуктивності та його визначення.
6. Продуктивність зрошуваних земель і прийоми раціонального їх використання.
7. Вологозабезпечення ґрунтів і рослин та дійсно можливий урожай. Методи його визначення.

8. Сумарне водовикористання, його складові та методи визначення.
9. Коефіцієнт водовикористання (фазовий, біологічний, товарний) сільськогосподарських культур.
10. Теплові ресурси і дійсно можливий урожай польових культур.
11. Біокліматичний потенціал продуктивності орних земель (БКП, Кр) та дійсно можливий урожай.
12. Фотометричні показники посівів (площа листя, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, продуктивність роботи листків), їх використання при програмуванні врожаїв.
13. Поняття про потенційну (ПУ) і дійсно можливу (ДМУ) урожайність, їх порівняння з фактичною (Уф). Шляхи подолання невідповідності між $Уф \rightarrow ДМУ \rightarrow ПУ$.
14. Зміст понять програмування, прогнозування і планування врожаїв. Відміна між ними.
15. Основні закони і закономірності землеробства і рослинництва. Їх правильне розуміння та використання при програмуванні врожаїв.
16. Потенційний урожай озимої пшениці та його визначення.
17. Дійсно можливий урожай озимої пшениці та його визначення.
18. Продуктивність районованих сортів озимої пшениці й використання ФАР.
19. Фотометричні показники посівів озимої пшениці різної продуктивності та обґрунтуванні норми висіву.
20. Визначення режиму зрошення озимої пшениці при програмуванні врожаїв.
21. Агрохімічні основи програмування врожаю озимої пшениці.
22. Потенційний урожай ярої пшениці та його визначення.
23. Дійсно можливий урожай ярої пшениці та його визначення.
24. Продуктивність районованих сортів ярої пшениці й використання ФАР.
25. Фотометричні показники посівів ярої пшениці різної продуктивності та обґрунтуванні норми висіву.
26. Визначення режиму зрошення ярої пшениці при програмуванні врожаїв.
27. Агрохімічні основи програмування врожаю ярої пшениці.
28. Потенційний урожай озимого жита та його визначення.
29. Дійсно можливий урожай озимого жита та його визначення.
30. Продуктивність районованих сортів озимого жита й використання ФАР.
31. Фотометричні показники посівів озимого жита різної продуктивності та обґрунтуванні норми висіву.
32. Обґрунтування норм NPK під програмований урожай озимого жита.
33. Потенційний урожай ячменю та його визначення.

34. Дійсно можливий урожай ячменю та його визначення.
35. Продуктивність районованих сортів ячменю й використання ФАР.
36. Фотометричні показники посівів ячменю різної продуктивності та обґрунтуванні норми висіву.
37. Обґрунтування норм NPK під програмований урожай ячменю
38. Потенційний урожай вівса та його визначення.
39. Дійсно можливий урожай вівса та його визначення.
40. Продуктивність районованих сортів вівса й використання ФАР.
41. Фотометричні показники посівів вівса різної продуктивності та обґрунтуванні норми висіву.
42. Обґрунтування норм NPK під програмований урожай вівса.
43. Потенційний урожай кукурудзи та його визначення.
44. Дійсно можливий урожай кукурудзи та його визначення.
45. Визначення режиму зрошення кукурудзи при програмуванні врожаїв.
46. Продуктивність районованих сортів кукурудзи й використання ФАР.
47. Фотометричні показники посівів кукурудзи різної продуктивності та обґрунтуванні норми висіву.
48. Обґрунтування норм NPK під програмований урожай кукурудзи.
49. Потенційний урожай цукрових (або кормових) буряків та його визначення.
50. Дійсно можливий урожай цукрових (або кормових) буряків та його визначення.
51. Продуктивність районованих сортів цукрових (або кормових) буряків й використання ФАР.
52. Щільність насаджень цукрових (або кормових) буряків та методика визначення норми висіву.
53. Обґрунтування норм NPK під програмований урожай цукрових (або кормових) буряків.
54. Потенційний урожай картоплі та його визначення.
55. Дійсно можливий урожай картоплі та його визначення.
56. Обґрунтування норм NPK під програмований урожай картоплі. Розрахунок доз NPK при сумісному внесенні з органічними добривами.
57. Потенційний урожай кормових культур (люцерна, конюшина, кукурудза на силос, однорічні трави – на вибір) і методи його визначення.
58. Потенційний урожай технічних культур (соняшник, льон-довгунець, конопля, хміль – на вибір) і методи його визначення.
59. Дійсно можливий урожай кормових культур (люцерна, конюшина, кукурудза на силос, однорічні трави – на вибір) і методи його визначення.
60. Дійсно можливий урожай технічних культур (соняшник, льон-довгунець, конопля, хміль – на вибір) і методи його визначення.
61. Обґрунтування норм NPK під програмований урожай кормових

культур.

62. Обґрунтування норм NPK під програмований урожай технічних культур.

63. Оптимальні параметри ґрунтів за інтенсивних технологій вирощування культур (зернових, кормових, корене- бульбоплодих і технічних – на вибір).

Питання для самоперевірки

1. Програмування врожаю, його зв'язок з іншими агрономічними дисциплінами.
2. Програмування врожаю і реалізація ґрунтово-кліматичних ресурсів.
3. Програмування врожаю і генетичний потенціал сортів.
4. Програмування врожаю як наука про управління формуванням урожаю і технологічними процесами у сільськогосподарському виробництві.
5. Що визначає теоретичні основи програмування врожаю?
6. Фізіологічні основи програмування врожаю. Його складові. Структура врожаю. Управління елементами структури врожаю.
7. Біологічні основи програмування врожаю. Параметри, що визначають величину врожаю.
8. Агрофізичні основи програмування врожаю. Їх використання при визначенні продуктивності рослин.
9. Агрометеорологічні основи програмування врожаю.
10. Агрохімічні основи програмування врожаю. Властивості і показники ґрунту, які визначають величину врожаю.
11. Агротехнічні основи програмування врожаю. Технологічна карта вирощування культури.
12. Методи програмування врожаю. Комплекс факторів і їх оптимізація.
13. Як розрахувати ККД ФАР, його рівні і значення.
14. Сівозміни як основа максимального акумулювання ФАР.
15. Формули розрахунку потенційної і реальної врожайності.
16. Методи визначення норм NPK під запрограмований урожай.
17. Логічна схема розрахунку норм NPK. Опишіть формулу й дайте характеристику її складових.
18. Розрахунок величини врожаю за ефективною родючістю ґрунту.
19. Розрахунок норм NPK на приріст урожаю.
20. Розрахунок норм NPK при сумісному внесенні органічних і мінеральних добрив. Формула розрахунку.
21. Розрахунок норм NPK з урахуванням післядії добрив.
22. Розрахунок норм NPK з урахуванням післядії кореневих і пожнивних решток.
23. Розрахунок норм NPK під заданий урожай з одночасним підвищенням родючості ґрунту.
24. Листкова діагностика, її роль при програмуванні врожаїв.
25. Відношення рослин до водно-повітряного режиму ґрунтів.

26. Сумарне водовикористання, його визначення.
27. Режим зрошення. Поливні норми і їх розподіл за фазами росту і розвитку рослин.
28. Режим осушення. Відношення культур до осушувальних заходів.
29. Коефіцієнти водовикористання культур, їх визначення.
30. Фазовий коефіцієнт водовикористання і коректування режиму зрошення.
31. Біологічний коефіцієнт водовикористання, його визначення. Порівняльна оцінка посухостійкості культур.
32. Товарний коефіцієнт водовикористання, його відміна від транспіраційного коефіцієнта.
33. Параметри оптимізації водно-повітряного режиму ґрунтів.
34. Оптимізація і управління водно-повітряним режимом ґрунтів на зрошувально-осушувальних системах.
35. Заходи поліпшення водного режиму ґрунтів у зоні недостатнього зволоження.
36. Які втрати врожаю від шкідників, хвороб, бур'янів і вилягання культур?
37. Умови розвитку шкідливих організмів і прогноз їх поширення.
38. Умови прояву хвороб і прогнозування враження рослин різними хворобами.
39. Забур'янення посівів і заходи його попередження.
40. Полягання посівів і заходи його попередження.
41. Технологічна карта програмованого врожаю.
42. Попередники як елемент інтенсивної технології. Їх роль у програмуванні врожаю.
43. Оптимальні агрохімічні показники ґрунтів – основна умова технології програмованого врожаю.
44. Обґрунтування норм висіву (посадки) як важливий елемент технології вирощування культур.
45. Посів зернових колосових культур із залишанням постійної технологічної колії як фактор високопродуктивних посівів.
46. Роль сорту при реалізації програми врожаю. Сортові технології виробництва продуктів рослинництва.
47. Економічна ефективність виробництва рослинницької продукції за заданою програмою.
48. Яка інформація необхідна для програмування врожаю конкретної культури в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах?

8. Методи навчання

Академічна лекція.

Опитування, дискусія, обговорення.

Пояснення матеріалу, видача завдань, контроль засвоєння матеріалу, перевірка виконання самостійної роботи.

9. Форми контролю

Курс навчальної дисципліни викладено на платформі Moodle.

На лабораторних заняттях постійний контроль підготовленості, перевірка виконаної роботи, контроль засвоєння матеріалу.

По закінченні змістового модуля тестова перевірка засвоєння матеріалу.

Форма контролю після по закінченні курсу дисципліни - тестовий залік.

10. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота							Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	100
10	10	10	10	20	20	20	

T1, T2 ... T7 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	відмінно	зараховано
82-89	добре	
74-81		
64-73		
60-63	задовільно	
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання
01-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

1. Городній М.М., Пасічник Н.А. Навчально-методична розробка з дисципліни «Програмування врожаю». Методичні вказівки до самостійної роботи з вивчення дисципліни «Програмування врожаю». Питання для контролю знань». Для студентів програми підготовки ОКР "Бакалавр" за напрямом 6.090101 «Агрономія» з ознаками спеціальності «Агрохімія і ґрунтознавство». – К.:ЦП «Компринт», 2013. – 26с.

2. Пасічник Н.А. Розрахунок рівнів урожаю та доз добрив під програмований урожай. Навч.-мет.розр. з дисципліни «Програмування врожаю». Для студентів програми підготовки ОКР "Бакалавр" за напрямом 6.090101 «Агрономія», з ознаками спеціальності «Агрохімія і ґрунтознавство». – К.:ЦП «Компринт», 2013. – 42с.

12. Рекомендована література

Базова

1. Муха В.Д, Пелипец В.А. "Программирование урожаев основных с.-х. культур". - К : Вища школа. Главное издательство, 1988. - 222 с.
2. Каюмов М.К. Программирование урожаев с.-х. культур. М.: Агропромиздат. 1989. - 320 с.
3. Система застосування добрив: Підручник / А.П. Лісовал, В.М. Макаренко, С.М. Кравченко - К.: Вища школа, 2002. - 317 с.
4. Агрокліматичний довідник відповідної області України.
5. Атлас почв УССР / Под редакцией Н.К. Крупского, Н.И. Полупана. - К.: Урожай, 1979. - 158 с.
6. Почвы Украины и повышение их плодородия / Под редакцией Н.И. Полупана. - К.: Урожай, 1988. - 195 с.
7. Атлас ґрунтів відповідної області.
8. Харченко О.В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / За ред. академіка УААН В.О. Ушкаренка. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. – 296с.
9. Агрохімія: Підручник / М.М. Городній, А.В. Бикін, Л.М. Нагаєвська. – К.: видавництво ТОВ «Алефа», 2003. – 786с.
10. Добрива та їх використання: Довідник / І.У. Марчук, В.М.Макаренко, В.Є.Розстальний, А.В.Савчук. – К., 2002. -247с.

Допоміжна

1. Каюмов М.К. Справочник продуктивности полевых культур. - М.: Росагропромиздат. 1989. - 340 с.
2. Городний Н.М. Методика программирования урожая по почвенно-климатическим агрохимическим ресурсам и качество основных сельскохозяйственных культур. УПК УСХА, - К.,1989. - 46 с.
3. Довідник по удобренню с.-г. культур / За редакцією П.О.Дмитренка, Б.С.Носка - К.: Урожай, 1987. - 208 с.
4. Кравченко С.Н. Методическая разработка по курсу "Агрохимия" к разделу "Программирование урожаев сельскохозяйственных культур" РИО УСХА, - К., 1983. - 39 с .

13. Інформаційні ресурси

Електронний курс на платформі Moodle.

<http://elibrary.nubip.edu.ua/4051/>

http://b-ko.com/book_411_glava_14_2.6._Програмування.html

http://www.bookbrains.com/book_365_chapter_15_Programuvannjavrozhaiv.html

<http://plant-physiology.ru/?p=2>

<http://bibliofond.ru/view.aspx?id=559643>

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ (РОЗШИРЕНІ АНОТАЦІЇ)

МОДУЛЬ 1

1. Мета і зміст предмету. Принципи та етапи програмування (2 год.)

Мета програмування врожаїв – теоретично обґрунтувати і практично реалізувати максимальну акумуляцію сонячної енергії, найповніше використання ґрунтово-кліматичних ресурсів, генетичного потенціалу районованих сортів, матеріальних і трудових ресурсів, отримання економічно виправданих високих врожаїв і гарантованих валових зборів продукції рослинництва.

Воно передбачає:

Завчасне попереднє обрахування формування врожаю за зарання складеною програмою з урахуванням фізико-географічних, ґрунтово-кліматичних, економічних умов зони і біологічних особливостей рослин.

Застосування методу математичного планування багатфакторних польових експериментів для отримання об'єктивної інформації та встановлення закономірностей взаємодії основних факторів формування врожаю.

Розробка програмування агрокомплексів і вкладання мережених графіків (технологічних карт) вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні.

Основними принципами програмування, за академіком І.С. Шатіловим, є:

I – для кожного конкретного випадку необхідно визначити біологічний показник продуктивності.

II – рівень врожайності визначається за коефіцієнтом використання рослинами фотосинтетично активної радіації (ФАР).

III – знання закономірностей формування елементів структури врожаю польових культур за наявності надійного тривалого прогнозу погоди дозволяє прогнозувати врожай і керувати ним.

IV – на полі, зайнятому рослинами, слід сформувати такий фотосинтетичний потенціал, який забезпечує отримання розрахованого врожаю.

V – для отримання зарання розрахованого врожаю необхідно правильно застосовувати основні закони землеробства.

VI – розробка системи удобрення повинна здійснюватись з урахуванням ефективної родючості ґрунтів і потреби рослин у поживних речовинах.

VII – розробити комплекс агротехнічних прийомів, виходячи з вимог культури чи сорту.

VIII – у зрошуваному землеробстві забезпечити рослини водою в оптимальних дозах, а на багарі визначити рівень врожайності виходячи з погодних умов, що склалися. Передбачити та врахувати зміни у поживному режимі ґрунту при проведенні зрошення.

IX – вчасне та якісне виконання заходів захисту культур проти шкідливих організмів (бур'яні, хвороб, шкідників), щоб уникнути негативного їхнього впливу на продуктивність посівів.

X – математичне моделювання на базі встановлених закономірностей формування врожаю.

2. Фактори росту і розвитку рослин, їх врахування при програмуванні врожаю (2 год.)

Щорічно на Землі в процесі фотосинтезу утворюється близько 80 млрд. т сухої органічної речовини; при цьому рослини використовують лише незначну кількість ФАР. В середньому за період вегетації на всю площу посівів земної кулі надходить приблизно $18,8 \cdot 10^{18}$ кДж ФАР, а фіксується близько $16,4 \cdot 10^{16}$ кДж.

Верхня межа кількості органічної речовини, що утворюється при фотосинтезі, обумовлена величиною сонячної радіації, яка надходить, і генетичними особливостями рослин. Притік радіації змінити практично не можна. Проте можна посилити використання рослинами сонячної енергії, перш за все регулюючи належним чином світловий режим і впливаючи на інші чинники життя рослин за допомогою комплексу технологічних, агрономічних, агрохімічних й інших прийомів (оптимальна щільність і правильне розміщення посівів на площі, змішані посіви, боротьба з бур'янами і хворобами рослин, забезпечення водою і поживними речовинами, CO₂ та ін.), а також направленою зміною біологічних особливостей культурних рослин (введення нових сортів із більш високим коефіцієнтом використання ФАР).

В багатьох процесах отримання харчових продуктів приймають участь найпростіші гетеротрофні організми – бактерії й гриби. Вони широко використовуються там, де доводиться переробляти будь-які органічні речовини чи вихідну сировину та отримувати з них більш цінні харчові продукти. Таку корисну роботу виконують гриби і бактерії в процесі випікання хліба, виготовлення різних кисломолочних продуктів, пивоварінні, виноробстві, квашенні овочів і плодів, силосуванні зеленої біомаси. В процесі своєї життєдіяльності мікроорганізми і гриби використовують органічні речовини (білки, вуглеводи, амінокислоти тощо), перетворюючи їх і синтезуючи нові більш цінні для людини комплекси органічних сполук.

Але ці процеси не вирішують проблеми харчування. Перетворення органічних речовин супроводжується втратами, у тому числі зв'язаної енергії. В природі процеси розкладу, окислення органічних речовин відбуваються у грандіозних масштабах. І як протипага їхній сукупності існує єдиний процес утворення (синтезу) органічних сполук із неорганічних – ФОТОСИНТЕЗ. Зелені рослини засвоюють із зовнішнього середовища неорганічні сполуки, зокрема вуглекислий газ, воду та зольні елементи, з яких під дією сонячної радіації (ФАР) утворюються різні багаті вільною хімічною енергією органічні речовини. Щороку на земній поверхні зелені рослини формують колосальну

кількість (100 млрд. т) органічної речовини, збагачуючи атмосферу киснем і звільняючи від надлишку вуглекислоти.

На сільськогосподарські культури припадає менше 10% загальної фотосинтетичної продукції на Землі. Однак це найцінніші в харчовому й кормовому відношенні продукти, які використовуються людиною безпосередньо або через проміжні ланцюги.

Тепло є одним із основних факторів, які визначають диференціацію сільгоспвиробництва і продуктивності землеробства. Це частина сонячної радіації, яка поглинається ґрунтом, рослинним покривом, поверхнею води, геологічними породами, атмосферою, іншими тілами, які характеризуються різною здатністю поглинати, утримувати, передавати і випромінювати тепло, визначає тепловий режим ландшафту.

Фізіологічні й біохімічні процеси, які проходять в рослинних організмах, можливі лише в строго визначеному, дуже вузькому температурному інтервалі. Для проростання насіння і появи сходів рослин необхідна плюсова температура від 0-1° до 14-15°C, а для повного розвитку рослин – певна сума активних (вище +10°C) температур...

Джерелом води для оброблюваних рослин можуть бути атмосферні опади, ґрунтові води, вода зрошування. Визначальне значення, безумовно, має кількість атмосферних опадів. Облік рівня вологозабезпечення разом із показниками теплозабезпечення необхідний при районуванні території, організації зрошування й осушення, для встановлення величини кліматично забезпеченого врожаю.

Практично всю воду рослини поглинають з ґрунту, при цьому різні культури пред'являють неоднакові вимоги до запасів води у ґрунті, що слід враховувати при визначенні агротехнічних і гідромеліоративних заходів вирощування запрограмованих урожаїв.

Регулювання водного режиму при вирощуванні запрограмованих урожаїв сільськогосподарських культур на різних за зволоженням територіях здійснюють, використовуючи комплекс технологічних, агро-, лісо- та гідромеліоративних (осушення, зрошення) й інших заходів. Кількість і розподіл атмосферних опадів, величина гідротермічного коефіцієнта, а також норми поливів враховуються при плануванні врожайності сільськогосподарських культур.

Коефіцієнт водовикористання навіть в умовах одного й того ж району може варіювати в значних межах, так як його величина залежна від ґрунтово-кліматичних умов, удобрення тощо. І все ж коефіцієнт водовикористання має важливе науково-практичне значення при програмуванні врожаю культури. Його величину слід враховувати на найближчих дослідних станціях чи науково-дослідних установах.

3. Наукові основи програмування врожаю

(4 год.)

Програмування урожаїв базується на високоефективному використанні ґрунтово-кліматичних умов регіону. В сільськогосподарському виробництві, на відміну від інших галузей народного господарства, ці умови є найважливішими складовими засобами виробництва, без яких неможливий сам процес отримання продукції рослинництва.

Разом із тим, природні ресурси відрізняються від звичайних засобів виробництва тим, що здатні природним шляхом відновлювати повністю або частково втрачені в процесі отримання продукції властивості. При цьому ступінь відновлення властивостей одних видів ресурсів (сонячна радіація, сума температур тощо) не залежить від характеру виробництва, а ступінь відновлення інших (запаси продуктивної вологи в ґрунті, родючість останнього, вміст вуглекислого газу в приґрунтовій товщі повітря) визначаються інтенсивністю їх використання в процесі формування урожаю. Характерною особливістю інтенсивного землеробства є те, що чинники інтенсифікації життя рослин все більше стають залежними один від одного. В процесі сільськогосподарського виробництва ці ресурси під дією агротехнічних і меліоративних заходів піддаються змінам з метою їх оптимізації. По відношенню до такого впливу природні ресурси (ґрунт, опади, тепло, світло) можна розділити на дві групи факторів: такі що піддаються безпосередньо активному регулюванню (запаси поживних речовин і продуктивної вологи в ґрунті) і практично нерегульовані, але піддаються різною мірою непрямій дії (температура і вологість повітря в рослинному покриві, термічний режим ґрунту, сонячна радіація). Природні ресурси, які відносяться до першої групи, підлягають керуванню за рахунок основних прийомів інтенсифікації сучасного землеробства — хімізації (застосування добрив, меліорантів, засобів захисту тощо), вдосконалення структури посівних площ, обробки ґрунту і поповнення запасів ґрунтової вологи зрошенням. Усі ці заходи спрямовані на підвищення продуктивності агрофітоценозу. Природні фактори другої групи керуванню не підлягають, але повинні максимально використовуватися за рахунок створення високого фотосинтетичного потенціалу посівів, відповідного підбору сортів, гібридів, раціонального поєднання основних і проміжних культур на фоні раціональної агротехніки.

У процесі життєдіяльності рослини поглинають з навколишнього середовища цілий ряд хімічних елементів (вуглець, кисень, водень, азот, фосфор, сірка, калій, кальцій, магній, залізо, марганець, цинк, мідь, бор, молібден та ін.), необхідних для їх формування. При цьому вуглець, водень і кисень складають близько 90 % маси сухої речовини.

Вуглець рослини поглинають переважно листям з атмосфери у вигляді CO_2 , водень і кисень одержують з води, решта (зольні) елементів живлення надходить у рослинний організм через корені з ґрунту в результаті обмінної адсорбції іонів.

Кореневе живлення рослин - процес складний, залежний від багатьох умов (загальний вміст у ґрунті й доступність рослинам елементів живлення, реакція ґрунтового розчину, водно-повітряний і температурний режими та ін.), проте в сучасному рослинництві поживний режим є найбільш керованим чинником, використовуючи який, людина ефективно впливає на розвиток рослин і, зрештою, на рівень врожайності сільськогосподарських культур.

Кількість елементів живлення, необхідну для нормального росту і розвитку рослин, зазвичай визначають за вмістом їх в урожаї. При програмуванні врожайності оброблюваних сільськогосподарських культур слід знати величину виносу з ґрунту найважливіших елементів (азоту, фосфору, калію) за різних рівнів забезпечення ними рослин і ґрунтово-кліматичних умов.

МОДУЛЬ 2

4. Дійсно можлива врожайність (2 год.)

В основу агрохімічного обґрунтування програмування врожаю покладено встановлення точних доз добрив, а також загальна ефективність застосування добрив. Виокремити найбільш важливі моменти з курсу агрохімії неможливо, так як тут важливо володіти основами і вміти зорієнтуватися в конкретному випадку. Знаючи властивості ґрунту, біологічні особливості культури, а ліпше конкретного сорту, можна досить точно розробити систему удобрення культури для досягнення запрограмованого врожаю.

Тенденції ефективності тривалого використання добрив:

- *азотні добрива зберігають і підвищують ефективність;*
- *за надлишкового внесення фосфорних добрив і гною ефективність фосфору зменшується;*
- *ефективність калійних добрив підвищується;*
- *на фоні високих доз гною спадає відзивчивість культури на мінеральні добрива;*
- *при внесенні на фоні одних добрив підвищується ефективність інших;*
- *за одностороннього удобрення ефективність добрив знижується.*

Ефективність органічних добрив залежить від ґрунтових і кліматичних умов. Оптимальними є високий рівень природного зволоження та легкі ґрунти з низькою природною родючістю.

При внесенні гною слід пам'ятати, що це перш за все калійне добриво, так як калій знаходиться лише в мінеральній формі. В перший рік рослини можуть використати лише 20-30 % азоту, 30-50 % фосфору і 50-70 % калію від загального їх вмісту в гної.

5. Модель як інструмент прогнозування та управління.

Прогностичні моделі та моделі управління процесом продуктивності (3 год.)

Програмування у виробництві може бути надійним лише за умови виконання наукових рекомендацій щодо всього комплексу прийомів вирощування культур. При цьому враховується рівень забезпечення рослин водою і поживними речовинами. ці фактори регулюються технологічними прийомами.

В умовах зрошення згладжуються коливання врожаю залежно від метеорологічних умов, але повністю уникнути їх не можна. Тому програмування вважається задовільним, якщо передбачений врожай відхиляється від фактично отриманого на $\pm 10\%$. Програмуванню врожаїв у виробництві передують загальна оцінка регіону за реальним і дійсно можливим урожаєм. Ці показники служать орієнтиром, який вказує, в яких межах господарство при наміченому рівні достовірності може програмувати урожай.

Отже, необхідно виходити з ресурсів господарства, враховуючи наявність добрив, кількість зрошувальної води, забезпечення технікою тощо. Врахувати математично всі фактори комплексно дуже складно, так як кожне господарство має свою специфіку, а крім того, ці штучні фактори взаємодіють з природними. Наведено приклади розрахунків запланованого врожаю за окремими факторами: **програмування за оплатою врожаєм зрошуваної води і добрив; програмування за компенсацією виносу поживних речовин і розходу води планованим урожаєм; методологія проектування комп'ютерних систем підтримки рішень в агрономії.**

Універсальний метод програмування врожаю базується на фізичному обґрунтуванні і математичному описі процесів у системі ґрунт-рослина-повітря. Методики цього напрямку отримали назву імітаційно-модельні. Суть методу: створюється блок-схема, яка в свою чергу складається з підблоків. Кожен із підблоків – це математично описаний вегетаційний процес.

Усі ці підмоделі об'єднують в єдину модель за допомогою математичного опису залежності. Кінцева модель імітує процес формування врожаю.

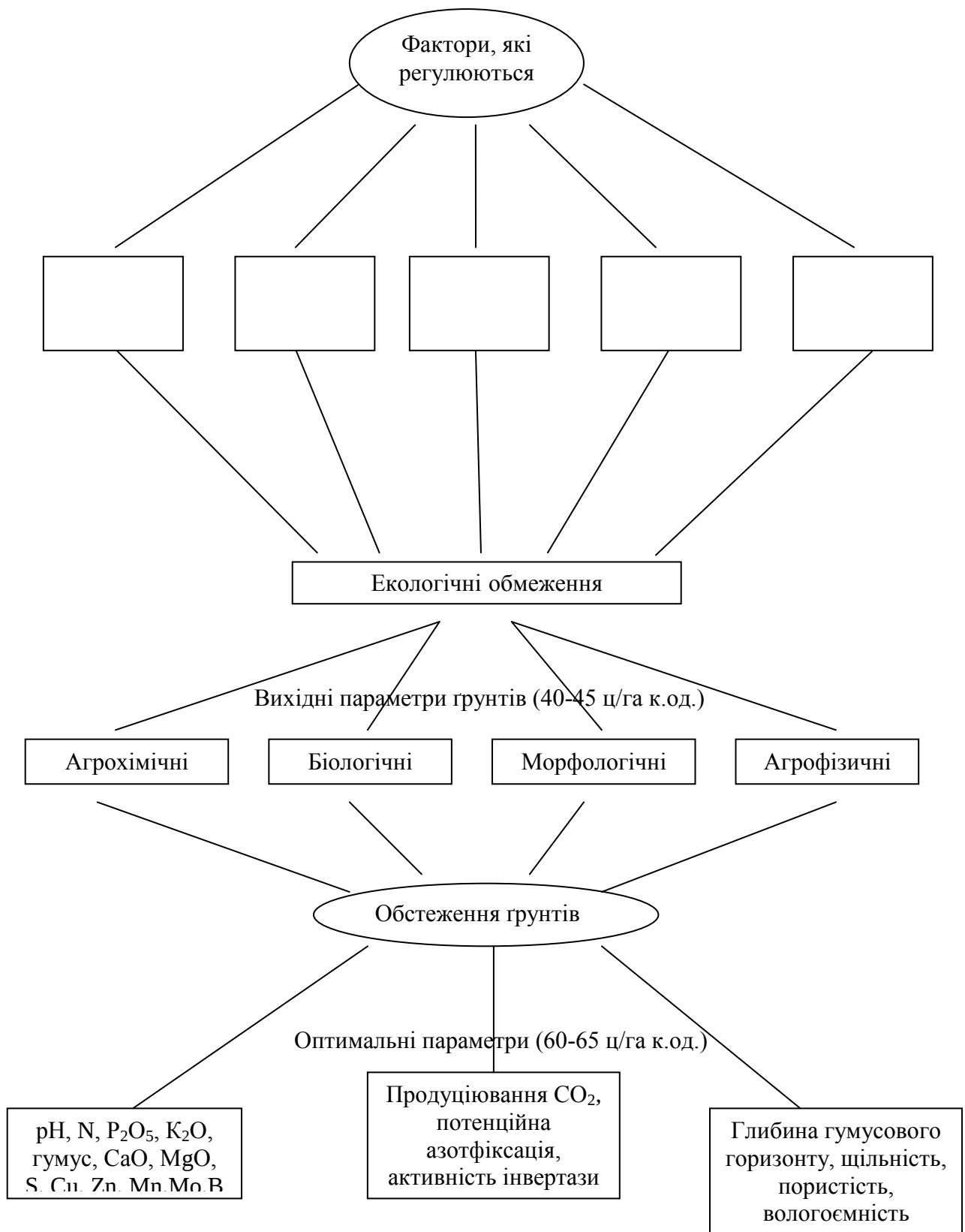
Такі моделі надзвичайно складні, потребують врахування величезної кількості різних факторів. У дійсності, як правило, створювались моделі окремих лише процесів.

Приклади:

Модель Уайтфілда: фотосинтез + тепловий і водний баланс + забезпечення азотом і CO_2 + температура + вологість + швидкість вітру + прихід ФАР.

Модель Кулена: базується на водному режимі системи. Описує математично залежність між коефіцієнтом водовикористання, запасами води в ґрунті і накопиченням органічної речовини в окремі періоди і протягом вегетації культур.

Модель Керрі: базується на описі процесу руху, надходження до листків і зв'язування вуглекислоти в органічну речовину.



Завдання: створити модель, в якій зазначити параметри, які б урахували і спробувати описати математично залежність від вибраного параметра величини врожаю.

Модель родючості ґрунтів представляє собою сукупність агрономічно значимих властивостей і ґрунтових режимів, які відповідають певному рівню продуктивності рослин. Від рівня родючості ґрунтів (висока або середня) залежить складність побудови і реалізації моделі. Для реалізації моделі високої продуктивності ґрунтів необхідно поряд із врахуванням агрохімічних, агрофізичних і біологічних властивостей передбачити комплекс агротехнічних заходів (удобрення, меліорація, обробіток та ін.) для досягнення і підтримки оптимальних параметрів властивостей ґрунтів.

Науковими установами встановлено, що контрольовані агрохімічні властивості ґрунтів України на 60-70 % визначають рівень урожайності зернових культур на фоні повного мінерального удобрення і на 20-50% - величину приросту врожаю від азотних, фосфорних і калійних добрив. Однак, ці показники повинні контролюватися, особливо при використанні нових гібридів та сортів сільськогосподарських культур, уточнюватись в польових дослідях. В межах від мінімального до оптимального значень кожного показника встановлена достовірна кореляція з величиною урожайності на одиницю вимірювання агрохімічних властивостей. Для кількісної оцінки родючості ґрунтів доцільно використовувати комплексний критерій – індекс агрохімічної окультуреності ґрунтів, де кожний із показників (рН, гумус, NPK) виражені у відносних одиницях, а за одиницю прийняті середні оптимальні значення цих властивостей ґрунтів.

Розробка моделей високопродуктивних ґрунтів у останні роки велась на основі концепції регульованого (екологічно і економічно обґрунтованого) підвищення родючості ґрунтів. Головними положеннями цієї концепції є підвищення родючості ґрунтів на основі розширеного повернення органічної речовини, макро- та мікроелементів на полях, де їх вміст нижче оптимального рівня; підтримання рівня родючості ґрунтів з оптимальними властивостями; обмеження використання добрив на полях з високим вмістом елементів живлення рослин. На цій основі отримання екологічно й економічно обґрунтованого врожаю, рівень якого знаходиться в межах 90-95% від максимального. Основу моделі складають оптимальні параметри властивостей ґрунтів, які забезпечують стабільну продуктивність сівозмін на необхідному рівні.

6. Роль інтенсивних факторів при програмуванні урожаїв (2 год.)

Характерною особливістю інтенсивного землеробства є те, що чинники інтенсифікації життя рослин все більше стають залежними один від одного. В процесі сільськогосподарського виробництва ці ресурси під дією агротехнічних і меліоративних заходів піддаються змінам з метою їх

оптимізації. По відношенню до такого впливу природні ресурси (грунт, опади, тепло, світло) можна розділити на дві групи факторів: такі що піддаються безпосередньо активному регулюванню (запаси поживних речовин і продуктивної вологи в ґрунті) і практично нерегульовані, але піддаються різною мірою непрямій дії (температура і вологість повітря в рослинному покриві, термічний режим ґрунту, сонячна радіація; рис. 1). Природні ресурси, які відносяться до першої групи, підлягають керуванню за рахунок основних прийомів інтенсифікації сучасного землеробства — хімізації (застосування добрив, меліорантів, засобів захисту тощо), вдосконалення структури посівних площ, обробки ґрунту і поповнення запасів ґрунтової вологи зрошенням. Усі ці заходи спрямовані на підвищення продуктивності агрофітоценозу. Природні фактори другої групи керуванню не підлягають, але повинні максимально використовуватися за рахунок створення високого фотосинтетичного потенціалу посівів, відповідного підбору сортів, гібридів, раціонального поєднання основних і проміжних культур на фоні раціональної агротехніки.

До способів раціонального використання нерегульованих факторів слід відноситись дуже обережно, творчо. У поняття про повноцінні посіви повинне входити не лише уявлення про те, що проща фотосинтетичного апарату має досягати 40-50 тис. м² на га. У посівах із збільшенням площі листків зростає їхнє взаємо затемнення, погіршується режим освітлення. І тут же враховуємо площу живлення рослин, формування репродуктивних органів та основної продукції. Тут виправдовує себе лише індивідуальний підхід — кожен вид рослин характеризується своїми можливостями формування досконалих за структурою посівів.

Лектор

Н.А. Пасічник

