

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра агроінженерії

02-07-10М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання лабораторних робіт
з навчальної дисципліни
**«Системи агротехнологій з основами ґрунтознавства та
агрохімії»**
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія»
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННМІ
Протокол № 1 від 27 серпня 2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з освітньої компоненти «Системи агротехнологій з основами ґрунтознавства та агрохімії» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Колесник Т.М., Валецька О.В., Ювчик Н.О., Змієвська О. Г. – Рівне: НУВГП, 2024. – 41 с.

Перевидання методичних вказівок: 05-07-274М

Укладачі:

Колесник Т.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С.Т. Вознюка
Валецька О.В. - кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агроінженерії
Ювчик Н.О. – старший викладач кафедри агроінженерії
Змієвська О.Г. - старший лаборант кафедри агроінженерії

Методичні вказівки схвалено на засіданні кафедри агроінженерії
Протокол № 1 від “_26_” серпня 2024 року

В. о. завідувача кафедри агроінженерії _____ (Налобіна О.О.)

Керівник групи забезпечення спеціальності
208 «Агроінженерія» _____ (Налобіна О.О.)

Схвалено науково-методичною радою з якості ННМІ
Протокол № _1_ від “_27_” серпня 2024 року

Голова науково-методичної ради
з якості ННМІ _____ (Марчук М.М.)

© Т.М. Колесник
© О.В. Валецька,
© Н.О. Ювчик,
© О.Г. Змієвська, 2024
© НУВГП, 2024

ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1. Визначення дійсно можливого врожаю сільськогосподарських культур з урахуванням агрокліматичного потенціалу території	4
Лабораторна робота № 2. Розробка ґрунтозберігаючої системи ґрунту в типовій сівозміні	8
Лабораторна робота № 3. Система органічного (екологічно чистого) землеробства	13
Лабораторна робота № 4. Програмування оптимальної густоти посіву і норм висіву	16
Лабораторна робота № 5. Контроль якості внесення гербіцидів	19
Лабораторна робота № 6. Розрахунок внесення мінеральних добрив під запрограмовану врожайність	23
Лабораторна робота № 7. Визначення балансу органічної речовини в ґрунті	30
Лабораторна робота № 8. Характеристика технологій з різним рівнем інтенсифікації виробництва	36
Рекомендована література	41

Лабораторна робота №1

Тема: Визначення дійсно можливого врожаю сільськогосподарських культур з урахуванням агрокліматичного потенціалу території

Завдання:

- опрацювати теоретичні відомості;
- визначати потенційно можливий врожай за приходом ФАР по окремій зоні (з урахуванням агрокліматичного потенціалу території).

Теоретична частина

Понад 90-95% сухої біомаси рослин становлять органічні речовини, що утворюються в процесі фотосинтезу. Тому основний шлях підвищення врожайності – підвищення фотосинтетичної продуктивності рослин, а також коефіцієнтів використання ФАР.

Потенційний урожай – це найбільш можливий врожай, що визначається біологічними властивостями культури і який можна одержати за ідеальних ґрунтово-кліматичних умов. Тобто розмір цього врожаю залежить від величини використання ФАР.

Сумарний прихід ФАР за вегетаційний період, що обумовлює рівень потенційно можливої врожайності, визначається географічною широтою місцевості. Конкретна величина загальної ФАР, яка використовується при розрахунку рівнів урожаю, визначається за даними про пряму й розсіяну сонячну радіацію за формулою:

$$Q = 0,42 \cdot S' + 0,60 \cdot D' \quad (1.1)$$

де Q – прихід ФАР, ккал/га;

S' – сума прямої сонячної радіації, ккал/га;

D' – прихід розсіяної сонячної радіації, ккал/га.

Дані про пряму й розсіяну сонячну радіацію приводяться в агрокліматичних довідниках, найбільш точні ФАР по конкретному району можуть бути розраховані по даним метеорологічної станції або агрометеорологічного поста.

Потенційна врожайність біологічної маси (ПУ, т/га) може бути розрахована за формулою:

$$ПУ = \frac{Q_{\text{фар}}}{100 \cdot g} \cdot K_{\text{фар}} \quad (1.2)$$

де ПУ – потенційна врожайність сухої речовини, т/га;

$Q_{\text{фар}}$ – прихід ФАР за період вегетації рослин, кДж/га (табл. 1.1);

$K_{\text{фар}}$ – коефіцієнт використання ФАР, %;

g – калорійність одиниці врожаю органічної сухої речовини, кДж/т (табл. 1.2).

Таблиця 1.1. Середньомісячні та річні значення ФАР, кДж/см

Зона, область	Місяці							За рік	За період з темп. вище,	
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		10° С	5° С
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Полісся	21,36	28,91	31,00	31,24	26,81	18,85	11,73	209,50	142,46	167,60
Волинська	21,36	28,91	31,84	30,16	25,97	18,43	10,89	204,89	142,46	167,60
Житомирська	20,95	29,33	31,80	31,42	26,81	18,43	10,89	206,58	142,46	163,41
Закарпатська	20,95	29,33	31,00	32,28	28,07	20,11	12,98	218,71	159,22	180,17
Івано-Франківська	20,95	28,07	28,91	30,58	26,39	18,85	12,98	210,33	134,08	159,20
Львівська	21,78	28,91	31,42	31,42	27,23	19,27	13,15	213,27	142,46	163,41
Рівненська	21,36	29,33	31,84	31,42	26,39	18,43	11,31	208,24	142,46	167,60
Чернігівська	21,36	24,33	21,00	31,42	26,87	18,43	10,05	205,31	138,22	163,11
Лісостеп	22,20	30,16	32,26	32,26	28,91	20,11	11,73	217,88	146,65	171,70
Вінницька	22,62	31,00	33,10	33,10	36,87	20,53	12,57	223,32	150,84	173,98
Київська	22,20	30,16	32,26	32,26	27,23	19,27	11,31	212,43	146,65	171,79
Полтавська	22,20	30,58	31,84	33,52	28,07	20,11	11,31	216,62	150,84	171,79
Сумська	21,36	29,33	30,58	31,42	26,81	18,85	10,47	205,75	138,27	159,22
Гернопільська	22,20	29,33	31,84	32,26	27,93	20,11	12,15	216,20	146,65	171,79
Харківська	22,20	31,00	33,10	33,52	28,91	20,53	11,75	221,84	150,84	171,79
Хмельницька	22,20	30,16	32,26	32,68	27,23	20,11	12,15	217,04	146,25	167,60
Черкаська	22,62	31,42	33,00	33,52	28,91	20,95	12,15	223,32	150,84	175,98
Чернівецька	21,36	28,49	30,58	31,84	27,23	20,11	12,57	218,29	146,65	167,60
Степ	23,88	32,68	34,35	35,61	31,58	22,62	14,24	237,57	167,60	192,75
Луганська	22,62	30,58	34,35	34,35	29,74	21,36	12,57	228,77	153,03	192,75
Дніпропетровська	23,04	31,84	33,93	34,77	30,16	21,78	13,40	230,86	159,86	188,55
Донецька	23,46	31,84	33,52	35,19	30,16	21,36	13,40	234,28	159,22	184,56
Запорізька	23,88	32,26	34,35	36,03	30,58	22,62	14,24	237,15	167,60	192,74
Кіровоградська	22,62	31,42	33,10	33,93	28,49	21,36	12,98	225,00	159,22	180,17
Миколаївська	23,46	32,26	33,52	36,45	30,16	22,66	14,24	235,47	167,60	192,74
Одеська	24,30	33,52	34,35	35,61	31,00	23,46	14,66	246,37	171,79	196,93
Херсонська	24,30	33,93	35,19	39,45	31,48	24,30	15,08	246,37	175,98	205,31
АР Крим	25,97	34,35	36,45	37,29	32,68	24,72	16,34	258,10	188,55	217,88

Для переведення одиниць енергії (калорій в джоулі і навпаки) користуються наступними коефіцієнтами: 1 кал \approx 4,19 Дж; 1 Дж \approx 0,24 кал.

Для переходу від урожаю абсолютної-сухої біомаси до величини врожаю зерна та іншої продукції при стандартній вологості користуються формулою:

$$(1.3) \quad \text{ПУ}_{\text{ст}} = \frac{100}{(100 - W)} \cdot \text{ПУ} \cdot K_m$$

де ПУ_{ст} – урожай зерна або іншої сільськогосподарської продукції при стандартній вологості, т/га;

K_m – коефіцієнт господарської ефективності врожаю, що показує частку його корисної частини в загальній біомасі (табл. 1.2);

W – стандартна вологість основної продукції, % (табл. 1.2).

Слід зазначити, що в цьому випадку врожайність є господарською. Для визначення біологічної врожайності необхідно врахувати не тільки надземну масу, але й кореневу систему культури, на формування якої була витрачена сонячна енергія.

Практична частина. Приклад розрахунку ПУ за приходом ФАР. Визначити потенційну врожайність ячменю ярого в умовах Сумської області, якщо сходи були 2 травня, а визрівання культури тривало до 28 липня. Вегетаційний період культури складає 29 днів травня, 30 днів червня та 28 днів липня.

За табл. 1.1 розрахуємо прихід ФАР: за травень: $(29,33 \div 31) \times 29 = 27,44$ кДж/см² ; за червень: 30,58 кДж/см² ; за липень: $(31,42 \div 31) \times 28 = 28,38$ кДж/см.

Таблиця 1.2. Калорійність абсолютно сухої біомаси (g) сільськогосподарської продукції, співвідношення основної продукції (О) до побічної (П), коефіцієнт господарської ефективності врожаю (K_t), стандартна вологість основної продукції (W), % (* – показник не обмежується стандартом, середній вміст вологи)

Сільськогосподарська культура	Продукція	Калорійність, г, кДж·106 /т	Співвідношення О:П	K_t	Стандартна вологість (W), %
Озима пшениця	зерно	18,63	1:1,5	0,40	14
Озиме жито	зерно	18,83	1:1,4	0,42	14
Яра пшениця	зерно	19,25	1:1,3	0,43	14
Ячмінь	зерно	18,51	1:1,1	0,48	14
Овес	зерно	18,42	1:1,5	0,40	14
Кукурудза	зерно	17,17	1:1,7	0,37	14
Кукурудза	силос	16,33	-	1,00	70
Соняшник	зерно	18,68	1:4,0	0,20	8
Горох	зерно	19,72	1:1,5	0,40	16
Гречка	зерно	19,26	1:1,8	0,36	14
Буряк цукровий	коренеплоди	17,71	1:0,6	0,63	80
Буряк кормовий	коренеплоди	16,12	1:0,5	0,67	85
Картопля	бульби	18,00	1:0,9	0,53	80
Багаторічні трави	сіно	18,84	-	1,00	16
Капуста білокачанна	товарна продукція	12,45	-	1,00	90*
Плоди та ягоди	товарна продукція	21,20	-	1,00	90*

Отже, в цілому за вегетаційний період прихід ФАР складає 86,4 кДж/см² , або $86,4 \times 108$ кДж/га.

При коефіцієнті її використання посівом, рівним 4% потенційний врожай абсолютно-сухої біомаси дорівнює:

$$ПУ = \frac{86,40 \cdot 10^8 \cdot 4}{100 \cdot 18,51 \cdot 10^6} = 18,7 \text{ т/га}$$

Підставимо у формулу 1.3 всі наявні показники, одержимо, що при 4% використанні посівами ячменю ярого ФАР в умовах цієї зони можна одержати 10,4 т/га зерна при стандартній вологості 14%:

$$ПУ_{ст} = \frac{100 \cdot 18,7 \cdot 0,48}{(100 - 14)} = 10,4 \text{ т/га}$$

Отже, результати розрахунків показали, що в умовах Сумської області потенційна врожайність зерна ячменю ярого стандартної вологості визначається приходом ФАР за вегетаційний період у кількості $86,4 \times 10^8$ кДж/га і при коефіцієнті його використання 4% дорівнює 10,4 т/га.

Практична частина. Розрахувати потенційну врожайність культури за приходом ФАР при 5%-му його засвоєнні посівами (заповнити табл. 1.3). Зону вирощування та тривалість вегетаційного періоду обґрунтувати самостійно.

Таблиця 1.3. Урожай польових культур при 5% засвоєнні ФАР посівами

№ індивідуального завдання	Сільсько-господарська культура	Прихід ФАР, кДж·108 /га	Кількість енергії, акумульованої урожаєм, кДж·108 /га	Потенційний урожай, т/га	
				абсолютно сухої біомаси	основної продукції при стандартній вологості
1	2	3	4	5	6
1	Озима пшениця				
2	Озиме жито				
3	Яра пшениця				
4	Ячмінь				
5	Овес				
6	Кукурудза (зерно)				
7	Кукурудза (силос)				
8	Соняшник				
9	Горох				
10	Гречка				
11	Буряк цукровий				
12	Буряк кормовий				
13	Картопля				

14	Багаторічн і трави				
15	Капуста				

Лабораторна робота №2

Тема: Розробка ґрунтозберігаючої системи ґрунту в типовій сівозміні.

Завдання:

- вивчити технології ґрунтозберігаючої системи обробітку ґрунту.

Теоретична частина

Технологія Mini-till вирощування польових культур в умовах схилених земель України

При ґрунтозберігаючому землеробстві посів може здійснюватись за один прохід, після одного або декількох проходів із луценням або після глибокого рихлення. Ґрунтозахисні технології поєднуються із розширеним відновленням родючості ґрунту.

Ці технології базуються на мінімальному обробітку ґрунту без перевертання скиби (Mini-till), використанні для відновлення родючості ґрунту, поряд із традиційними органічними добривами (гною), побічної продукції (соломи, стебел кукурудзи, сояшнику, бадилля), сидеральних добрив та біостимуляторів росту і розвитку рослини.

Екстенсивний мульчуючий посів

Екстенсивний мульчуючий посів (low disturbance, неглибоке розпушування) передбачає між збиранням та посівом тільки обробіток стерні плоскорізами завглибшки не більше 10 см. Висів насіння проводиться за допомогою універсальної рядкової сівалки.

Інтенсивний мульчуючий посів

Інтенсивний мульчуючий посів (high disturbance, глибоке рихлення). Між збиранням та посівом виконується обробіток стерні плоскорізами (максимум на 10 см) і більш глибокий обробіток ґрунту (максимум на 30 см). Висів насіння проводиться за допомогою універсальної рядкової сівалки.

Поверхневі рослинні залишки за своєю масою іноді в 4-5 раз перевершують кореневі. Тому, вони більше впливають на технологічні результати роботи машин. Проблеми із забиванням робочих органів виникають при наявності куп соломи, незібраних і полеглих рослин, великої кількості рослинної маси. Диференціація ґрунтообробних машин у залежності від агрофону свідчить, що плуги-луцильники і обертові плуги загального призначення забезпечують задовільну якість (95-98%) загортання рослинних залишків у кількості до 3,0 т/га. Але вони не виконують завдання, якщо маса залишків зростає в 2-3 рази, це під силу лише ярусним плугам.

Щорічний енергетичний потенціал польових культур України за ресурсами біомаси складає:

- залишки зернових (солома) – 2,21 млн. тонн;
- стебла кукурудзи – 1,19 млн. тонн;
- соняшник (стебла, макуха) – 2,31 млн. тонн

Широкомасштабна деградація українських ґрунтів, за висновками вітчизняних фахівців, є основним наслідком екологічної недосконалості нинішніх технологій вирощування сільськогосподарських культур, існуючої структури земельних угідь і потребує з екологічної точки зору перегляду стратегії і тактики як ґрунтознавчої, так і землеробської наук. Деякі ґрунти в Україні перебувають на межі незворотних змін, що відбивається на складі ґрунтової біоти. Відновлення деградованих земель є складним, а в деяких випадках неможливим, оскільки втрата їх природної родючості тісно пов'язана з порушенням ряду процесів і явищ, у які включені рослини, ґрунт та організми, які його населяють. Ґрунтозахисні технології вирощування культур забезпечують охорону ґрунтів від факторів деградації і дають можливість мати вищу врожайність культур при низькій собівартості вирощеної продукції.

Традиційні технології вирощування культур в умовах схилового землеробства базуються на застосуванні для обробітку ґрунту 28 полицевих знарядь із заорюванням післяжнивних і рослинних решток, які сприяють утворенню переуцільненого підорного горизонту. Така система обробітку призводить до погіршення протиерозійної стійкості поверхні ґрунту, значно знижує його поглинальну здатність, створюючи умови для активного розвитку водоерозійних та дефляційних процесів.

Ґрунтозахисні технології вирощування культур базуються на мінімальному обробітку ґрунту завглибшки 4-5 см (параметри плоскоріза для суцільного мілкого обробітку завглибшки 5-16 см та глибокого 30-45 см) під всі культури сівозміни (у тому числі під цукрові буряки, кукурудзу, соняшник та ін.), біологізації землеробства, використанні нетоварної частини врожаю як органічних добрив, мульчуванні поверхні ґрунту післяжнивними рештками і широкому застосуванні сидератів. Застосування мінімального обробітку ґрунту сповільнює мінералізацію та втрати гумусу. Щорічні втрати гумусу через мінералізацію та ерозію ґрунтів складають 32-33 млн. тонн або більше 10 млрд. грн. збитків.

Впровадження у виробництво цих технологій забезпечує значну економію палива – в 2-4 рази, мінеральних добрив – у 10 разів (компенсується лише азотна недостатність – 10 кг д. р. азоту на тону залишених у полі соломи та інших рослинних залишків), пестицидів у 8 разів (обробляється лише насіння), часу на обробіток ґрунту – в 3 рази, металу на один метр захвату ґрунтообробних машин – у 2-3 рази і вологозберігаючий ефект до 50 мм продуктивної вологи порівняно з технологіями, які базуються на оранці. В той же час ці технології значно підвищують урожайність сільськогосподарських культур: перші п'ять років – на 0,45-0,70 т/га зернових одиниць; в наступні роки – на 1,2-3,0 т/га. Крім того, технологія

протиерозійного обробітку ґрунту сповільнює ерозійні процеси до допустимих меж.

Ці технології якби спеціально розроблені для наших сьгоднішніх умов господарювання, коли немає засобів для придбання палива, мінеральних добрив, засобів захисту рослин.

Теоретично обґрунтований "шоковий" стан ґрунту при обертанні скиби, коли аеробна біота ґрунту з глибини 0-15 см заорується плугом в анаеробні умови завглибшки 16-30 см і гине без кисню, а анаеробна біота з глибини 16-30 см вивертається плугом на поверхню і також гине, але вже від кисню. "Шоковий" стан зникає тільки на 4- 5-й рік систематичного застосування ґрунтозахисних технологій, і тоді віддача від них ефективним урожаєм різко зростає.

Щоб сприяти розвитку кореневої системи, за цими технологіями вирощування, потрібно підвищувати пористість ґрунту без змішування шарів (щільнюванням, глибоким розрихлюванням), для зменшення руйнування структури ґрунту і розчинення органічних речовин.

Відмова від обертання скиби і використання соломи як органічного добрива посилює процеси нітрифікації. Це призводить до меншого вимивання нітратів в зимовий період, сповільнення процесів денітрифікації й втрати мінерального азоту. У той же час заорювання соломи викликає анаеробний процес бродіння, з утворенням важких органічних кислот – пропіонової, масляної, оцтової, які токсичні для вищих рослин.

На агротехнічних фонах із мінімальним обробітком ґрунту інтенсивніше, ніж на оранці, відбувається фіксація атмосферного азоту азотобактером та іншими мікробами, які вільно живуть у ґрунті, що поліпшує режим азотного живлення рослин.

Внесення соломи в ґрунт стимулює мікрофлору останнього, бо даний матеріал являє собою джерело вуглецю.

Одним із найефективніших шляхів прискорення розкладу рослинних решток, є додаткове (компенсуюче) внесення азотних добрив на рівні 1% маси рослинних решток, або близько 10 кг мінерального азоту на 1 т соломи. Якщо цього не зробити, залишення післяживних решток призведе до зниження врожаю, внаслідок нестачі азоту, а при біологічному розкладі їх відбуватиметься не гуміфікація, а утворення вільної вуглекислоти.

З цією метою застосовують аміачну селітру, що вноситься при обробітку дисковою бороною, або аміачну воду чи безводний аміак, які вносять під час першої культивуації за допомогою підживлювачів, встановлених на культиватор. При залишенні стерні, на кожні 10 см її висоти перед обробітком вносять до 10 кг діючої речовини азоту на 1 га. Додаткове внесення азотних добрив не лише усуває депресивну дію в перший рік після заорювання стерні, але й підвищує загальну ефективність удобрення. В господарствах з розвинутим тваринництвом, замість азотних добрив із соломою, добре використовувати рідкий гній із розрахунку 6-8 т на 1 т соломи.

Спостерігається значне поліпшення агрофізичних властивостей ґрунтів під впливом ґрунтозахисних технологій: зростає структурність ґрунту, зменшується його щільність, утворюється вертикальна орієнтація пор аерації, що значною мірою поліпшує водопроникність і на порядок підвищує несучу спроможність ґрунтів.

При впровадженні ґрунтозахисних технологій необхідно враховувати елементи ризику, які можуть виникнути при їх застосуванні та здійснювати заходи щодо їх профілактики.

Це, зокрема:

1) відносна азотна недостатність, що спостерігається на низьких агрохімічних фонах у перші 2-3 роки після переходу на безплужний обробіток. Для її запобігання необхідно на фонах нижче N45 вносити додатково N15-20, краще – навесні;

2) небезпека підвищення забур'яненості полів, яка буває в перші роки, внаслідок значної засміченості орного шару насінням бур'янів;

3) небезпека збільшення кількості шкідників і хвороб, що спостерігається при порушенні технологій вирощування культур та сівозмін. Її профілактика полягає у правильному застосуванні технологій і високоякісному виконанні збиральних та інших робіт на полях;

4) несистемність виконання технологічних операцій. Порушення виникають, коли в традиційних технологіях 1-2 технологічні операції замінюють на нові, а інші залишаються від старої технології. Тоді різко знижується її ефективність, оскільки вона в повному наборі технологічних операцій не застосовувалася;

5) несвоєчасність виконання технологічних операцій, що призводить до різкого збільшення шкідників, бур'янів і хвороб, погіршення ґрунтових режимів та недобору врожаю;

6) некомплектність машин і знарядь. Для впровадження ґрунтозахисних технологій необхідний набір машин щодо їхнього технічного забезпечення;

7) психологічна невідповідність спеціалістів. Психологічний бар'єр і настороженість до новітніх технологій пояснюється консервативністю землеробства.

Технологія Strip-till

В агротехнічній практиці існує багато різних варіантів підготовки ґрунту, кожен із яких при певних умовах може оптимально підходити для конкретної місцевості.

Технологія Strip-till прийшла в Європу із Сполучених Штатів, де на певному етапі в результаті зміни умов навколишнього середовища утворилася із технології прямого посіву, або No-till. Технологія Strip-till бере свій початок із 1965 року і на сьогоднішній день є успішним методом вирощування просапних культур серед фермерів США, Німеччини і деяких провінцій Канади.

Strip-till (стрип-тілл або смугова оранка) – це система раціонального природокористування, при якій відбувається мінімальний обробіток ґрунту. Вона поєднує в собі переваги звичайного обробітку ґрунту, такі як підсушування та прогрівання ґрунту, з можливістю захисту ґрунтів від пересихання завдяки тому, що обробляється лише незначна ділянка, в яку заробляється насіння.

З історії відомо, що ще багато років тому трипільці придумали ефективний спосіб обробітку. Замість того, щоб удобрювати землю, варто дати можливість їй відпочити. Однак в умовах економіки, та обмеженості ресурсів таку розкіш мало хто може собі дозволити, а тому для вирощування продукції використовують максимум вільних земельних площ і при цьому вносять добрива, які не найкраще впливають на екологію навколишнього середовища.

У нинішніх умовах господарювання технологія Strip-till стає не просто модним захопленням для аграріїв, а вагомим аргументом збільшення прибутковості. Цю технологію вже досить широко використовують у багатьох країнах Європи та в цілому в усьому світі, що пов'язано з багатьма перевагами, необхідними в певних умовах виробництва. Зниження собівартості одиниці продукції, пошук ефективних інструментів для оптимізації виробництва є тими чинниками, що дають поштовх для її впровадження на все більших площах в Україні.

Обробіток ґрунту сьогодні досить ресурсомісткий процес, адже він потребує не тільки затрати праці, а й затрат енергії, палива, яке з кожним роком стає все дорожчим і дорожчим. Досить часто, аграрії вдаються просто до зменшення витрат, або скорочення їх рівня до нуля на удобрення земель та їх оранки. Звичайно, така ситуація погано відображається на урожайності, однак позитивно впливає на зменшення ерозійних процесів.

Технологія Strip-till побудована на основі:

- створення оптимально сформованого простору в місці проростання кореневої системи рослин за рахунок розрихлення ґрунту і забирання з місця майбутньої смуги післязливних решток та відсутності зворотного ущільнення ґрунту;
- отримання оптимальної структури ґрунту перед посівом за рахунок вирівнювання поверхні поля із застосуванням прикочуючих катків;
- економії на витратах засобів виробництва за рахунок зменшення кількості проведених агротехнічних заходів і меншого використання потужної техніки для оранки і т. д.;
- забезпечення доступу рослин до ґрунтової вологи за рахунок збереження капілярності ґрунту, особливо в міжряддях, де руйнування ґрунтової структури не відбувається, а також під смугою при відповідному зворотному ущільненні;
- захисту від водної та вітрової ерозії, перш за все, за рахунок покращення структури ґрунту, попередження появи дуже мілкого шару ґрунту на поверхні поля, а також утримуючих властивостях рослинних решток у міжряддях;

- ефективного прикореневого підживлення рослин на різних глибинах із використанням навіть деяких окремо внесених видів добрив.

У зв'язку із застосуванням на агрегатах для «стрип-тілл» (Strip-till) комбінації різних робочих органів, які подрібнюють і загортають рослинні залишки, здійснюють глибоке розпушування і подрібнення ґрунту, формують борозну і ущільнюють ґрунт за один прохід, з'являється можливість виконати тільки одну операцію з обробітку ґрунту (зазвичай восени).

Технологію «стрип-тілл» можна застосовувати і при традиційному або мінімальному обробітку ґрунту. Наприклад, застосовуючи восени не глибоке (на 5-6 см) суцільне дискування ґрунту, а навесні смуговий обробіток на глибину 15-25 см одночасно з внесенням добрив і сівбою.

Зазвичай технологія Strip-till може застосовуватися як з попередньою обробкою стерні, так і без неї.

У цьому випадку важливе значення має якість стерні, що залишилася після попередника, її кількість і, найважливіше рівномірність розподілу її на поверхні ґрунту. Часто при великій масі пожнивних решток, особливо при їх нерівномірному розподілі в результаті неякісної роботи подрібнювача і розподільника пожнивних залишків на комбайні, виникає потреба перш, ніж перейти до підготовки ґрунту, пустити на поле сітчасту борону. Дійсно, цей захід дозволить покращити розподіл соломи на полі, але виправити всі помилки навіть він не в змозі.

Лабораторна робота № 3

Тема: Система органічного (екологічно чистого) землеробства

Завдання:

- вивчити основні принципи органічного сільського господарства та ознайомитися із загальними вимогами до галузі органічного рослинництва.

Теоретична частина

Принципи органічного сільського господарства

Органічне землеробство - це система землеробства, метою якої є баланс між продуктивністю агроценозу і деградацією навколишнього середовища з метою забезпечення збереження якості земель для майбутніх поколінь.

Практично це система, яка повністю або в основному виключає використання:

- синтетичних добрив,
- пестицидів,
- регуляторів росту,

- кормових добавок до раціону тварин та інших потенційно небезпечних речовин.

Це включає:

- впровадження сівозміни,
- використання механічних і біологічних методів захисту рослин.

Надходження поживних елементів відбувається за рахунок:

- розширення вирощування бобових,
- рослинних залишків,
- гною,
- зелених добрив,
- інших органічних відходів та сирих мінеральних добрив (руд).

Метою такої системи є відтворення природних екосистем.

Органічне сільське господарство може бути визначене як таке ставлення до сільського господарства, метою якого є створення стійкої, з точки зору людства, якості навколишнього середовища і економічно обґрунтованої продукційної системи.

Основна ідея полягає у використанні саморегуляційних механізмів агроекосистем, місцевих і отриманих на території господарства ресурсів і управління екологічними та біологічними процесами і реакціями. Використання зовнішніх джерел енергії, як хімічних, так і органічних, обмежується, наскільки це можливо. У багатьох європейських країнах органічне землеробство відоме під терміном екологічного, воно спирається на управління екосистемами, а не на привнесення ресурсів ззовні.

Основні цілі органічних технологій виробництва і переробки такі:

- Виробництво продуктів харчування високої якості у достатній кількості.
- Конструктивна взаємодія з природними системами і кругообігом речовин та енергії зі збереженням і покращанням різноманіття форм життя.
- Урахування зростаючого соціального і екологічного значення технологій виробництва та переробки продукції органічного землеробства.
- Інтенсифікація біологічних циклів у межах господарства із залученням у них мікроорганізмів, ґрунтової флори і фауни, рослин і тварин.
- Створення цінних і стійких водних екосистем.
- Збереження і підвищення родючості ґрунтів.
- Збереження природної різноманітності продукційної системи і її природного оточення, включаючи захист дикоростучих рослин та інших організмів.
- Забезпечення дбайливого ставлення до водних ресурсів та водних екосистем і бережного їх використання.
- Використання, наскільки можливо, відновлюваних ресурсів власних (внутрішніх) продукційних систем.
- Створення гармонійного балансу між рослинництвом і тваринництвом.
- Створення для всієї худоби умов, що відповідають основним аспектам їх природної поведінки.

- Мінімізація всіх форм забруднення.
- Переробка продукції з використанням відновлюваних ресурсів.
- Виробництво тільки такої продукції, яка повністю біологічно розкладається.
- Виробництво текстильної продукції довготривалого використання високої якості.
- Забезпечити можливість будь-кому, хто займається органічним землеробством, жити якісним життям із задоволенням основних потреб людини, створення умов для безпечної і продуктивної праці.
- Соціально і екологічно обґрунтований розвиток виробництва, переробки і реалізації виробленої продукції.

Реалізація всіх цих пунктів можлива при обов'язковому дотриманні наступних правил.

- захист навколишнього середовища,
- зменшення забруднення,
- підтримка здоров'я і оптимізація біологічної продуктивності систем.

Загальні вимоги до галузі органічного рослинництва

Основна мета органічної системи - оптимізація біологічної продуктивності, безпечність навколишнього середовища для здоров'я людей. Фермери "органіки" намагаються зменшити або зовсім не використовувати речовини (природні і синтетичні), які можуть бути шкідливі для організмів ґрунту, збіднюють невідновлювані ресурси, погіршують якість води і повітря або шкідливі для здоров'я робітників ферми та споживачів.

Стійке відтворення і збереження родючості ґрунтів відбувається за допомогою створення оптимальних умов біологічної активності ґрунтів.

Здоров'я ґрунту є основою здоров'я всієї екосистеми і може бути оцінене як стабільність його біологічної активності. "Підживлення ґрунтів, а не рослин" продовжує бути основною тенденцією так званих екологічних агротехнологій. Покращання родючості включає збалансування фізичних, хімічних та біологічних властивостей для оптимізації кількості і різноманітності організмів ґрунту. Така практика включає впровадження сівозмін, ротації пасовищ, покривних культур, ущільнюючих посівів, зелених добрив, рослинних решток і гною, спеціальний обробіток ґрунту, використання дозволених необхідних мінеральних сполук поживних елементів.

Збереження біорізноманітності усередині господарства і навколо нього, захист середовища для дикоростучих видів і тварин.

Біорізноманіття - основна екологічна заповідь, необхідна для стабільного, а значить, стійкого існування екосистем. Різноманіття необхідно збільшувати в усіх аспектах органічного виробництва, включаючи підбір видів, сортів, культур, порід худоби, циклів ротації, стратегії боротьби з шкідниками.

Повторне використання та переробка матеріалів і ресурсів, наскільки це можливо, у господарстві або біля нього як частина регіональної системи сільського господарства.

Органічна система віддає перевагу використанню таких енергетичних ресурсів, які привносяться ззовні і мають біологічне походження, а не є продуктами переробки нафти. Поживні елементи ґрунту, які виносяться з урожаєм, втрачаються з промиванням або іншими шляхами, повертають за допомогою речовин, що отримують у господарстві або у навколишніх господарствах. Витрати енергії на транспортування, переробку та зберігання цих матеріалів і продукції в міру можливості мінімізують.

Уважне ставлення до потреб і здоров'я худоби.

Домашніх тварини необхідно доглядати так, щоб запобігти їх захворюванню. При цьому основна увага приділяється дотриманню дієти, умов утримання і догляду. Використання кормів органічного землеробства разом з турботою про умови утримання мінімізують стрес, що є основою здорової системи тваринництва. Уважне ставлення до здоров'я тварин є основною заповіддю тваринництва в органічному землеробстві.

Збереження цілісності поняття "органічні продукти" на кожному етапі їх виробництва від посіву до реалізації.

Продукти органічного землеробства можуть вважатися такими, коли виконані принципи даної системи для кожного етапу їх виробництва - вирощування продукції, її транспортування, переробки, реалізації. Інгредієнти, добавки і технології переробки повинні відповідати загальним принципам органічного землеробства. Споживачі повинні бути впевнені, що продукти з маркою "органічні" отримані при дотриманні всіх стандартів і мають всі сертифікати засвідчення якості від насіння до права продаж продукції.

Розробка і адаптація нових технологій із урахуванням довготривалості їх соціального і екологічного ефекту.

Нові матеріали і технології зазвичай оцінюються згідно з розробленими для органічного землеробства критеріями. Це передбачає розвиток органічної системи сільськогосподарського виробництва у напрямку підвищення стійкості у часі за допомогою технічних новацій і соціальної еволюції.

Лабораторна робота № 4

Тема: Програмування оптимальної густоти посіву і норм висіву

Завдання:

- опрацювати теоретичні відомості;
- зробити розрахунки практичної роботи.

Теоретична частина

Продуктивність окремих рослин збільшується за зменшення кількості їх на площі. Але продуктивність посіву підвищується за збільшення кількості рослин на одиниці площі посіву до певної величини, яку називають оптимальною. Подальше збільшення густоти рослин призводить до зниження урожайності. Оптимальна густота посівів

неоднакова для різних культур, їх сортів і залежить від родючості ґрунту, кількості внесених добрив, забезпеченості вологою тощо.

Зі зміною густоти стояння рослин змінюються показники елементів структури рослини. Знаючи закономірності цих змін, можна розрахувати оптимальну кількість рослин, яка повинна бути на площі на час збирання врожаю. Ця залежність виражається такими формулами:

$$\text{- для зернових культур: } P = \frac{100 \cdot Y}{K \cdot Z \cdot A}$$

$$\text{- для картоплі: } P = \frac{100 \cdot Y}{B \cdot M}$$

$$\text{- для буряків: } P = \frac{100 \cdot Y}{M}$$

де, Y – запрограмована урожайність, ц/га;

K – коефіцієнт продуктивної кущистості рослини;

Z – кількість зерен у суцвітті, шт.;

A – маса 1000 зерен, г;

B – середня кількість бульб під кушем, шт.;

M – середня маса однієї бульби картоплі, одного коренеплоду буряків, г;

P – густина рослин під заплановану урожайність на час збирання, млн шт./га; для картоплі й буряків – тис. шт./га.

Упродовж вегетації густина стояння рослин змінюється внаслідок їх загибелі від несприятливих погодно-метеорологічних умов, ураження хворобами і пошкодження шкідниками, знищення під час проведення заходів щодо догляду за посівами, тощо. Тому, щоб на час збирання забезпечити оптимальну кількість продуктивних рослин у посівах (P), потрібно правильно запрограмувати кількісну і вагову норми висіву насіння.

Кількісну норму висіву програмують, користуючись формулою

$$NB_{\text{КЛ}} = \frac{100 \cdot P}{V_{\text{заг}}}$$

$V_{\text{заг}}$

Якщо в формулу підставити значення P , то одержимо такі формули:

$$\text{- для зернових культур: } NB_{\text{КЛ}} = \frac{10^4 \cdot Y}{V_{\text{заг}} \cdot K \cdot Z \cdot A}$$

$$\text{- для картоплі: } NB_{\text{КЛ}} = \frac{10^4 \cdot Y}{V_{\text{заг}} \cdot B \cdot M}$$

$$\text{- для буряків: } NB_{\text{КЛ}} = \frac{10^4 \cdot Y}{V_{\text{заг}} \cdot M}$$

де, $NB_{\text{КЛ}}$ – норма висіву насіння, млн. шт./га схожих насінин, для картоплі й буряків – тис. шт./га;

$V_{\text{заг}}$ – загальне виживання рослин за вегетацію, %.

Таблиця 4.1. Оптимальні якісні значення елементів урожаю сільськогосподарських культур

Культури	Кількість рослин на	Продуктивна кущистість	Кількість продуктивних	Маса 1000	Середня маса з 1-ї рослини
----------	---------------------	------------------------	------------------------	-----------	----------------------------

	1 м ² при збиранні		стебел рослин на 1 м ²	насінин, г	до збирання, г
Озима пшениця	400-450	1,2-1,3	480-500	35-45	0,81-1,05
Озиме жито	400-450	1,2-1,3	480-500	28-35	0,73-0,93
Ячмінь	300-400	1,4-1,6	420-460	50-60	0,73-0,85
Овес		1,3-1,2	360-520	30-35	0,56-0,71
Горох	600-700	-	600-700	180 - 200	0,40-0,55
Цукрові буряки	10-12	-	10-12	28-30	280-310
Кукурудза (з/м)	8-12	-	8-12	200- 250	500-700
Картопля	6-8	-	6-8	-	500-600

Загальне виживання рослин визначають як добуток окремих показників виживання на найважливіших етапах вегетації посіву (польова схожість, перезимівля, виживання після кожного прийому догляду за посівами та ін.:

$$B_{\text{ЗАГ}} = \frac{B_1 \cdot B_2 \cdot B_3 \dots B_n}{100^{n-1}}$$

де, $B_{\text{ЗАГ}}$ – загальне за вегетацію виживання рослин, %; $B_1, B_2, B_3 \dots B_n$ – показники виживання рослин на окремих етапах життя посіву, %; n – кількість таких етапів, показників, шт.

Вагову норму висіву розраховують за формулами:

$$\text{для зернових: } НВ_{\text{ВАГ}} = \frac{10^6 \cdot Y \cdot A_0}{B_{\text{заг}} \cdot K \cdot Z \cdot A \cdot Пн}$$

$$\text{для картоплі: } НВ_{\text{ВАГ}} = \frac{10^6 \cdot Y \cdot M_0}{B_{\text{заг}} \cdot B \cdot M \cdot Пн}$$

де, $Y, K, Z, A, M, B, B_{\text{ЗАГ}}$ – ті ж, що й у попередніх формулах;

A_0 – маса 1000 насінин, г;

M_0 – середня маса садивної бульби, г;

$Пн$ – посівна придатність насіння, %.

Посівна придатність визначається за формулою:

$$Пн = 0,01 \times Ч \times С$$

де, $Ч$ – чистота насіння, %;

$С$ – лабораторна схожість насіння, %

Практична частина

Завдання 1. Розрахувати норми висіву насіння для запрограмованої урожайності пшениці 60 ц/га, сорт Миронівська 61, чистота насіння – 99%, лабораторна схожість – 98%, маса 1000 насінин – 42 г. Прогнозована структура рослини така: продуктивна кущистість – 2, кількість зерен у колосі – 30, маса 1000 насінин – 38 г. Прогнозована динаміка виживання рослин: польова схожість із урахуванням лабораторної – 90%, без

лабораторної – 95 (В1), осіння загибель від шкідників – 5, зимова загибель – 15, ранньовесняна загибель – 15, загибель від ранньовесняного боронування – 3, весняно-літнє виживання – 85% (В6).

Завдання 2. Розрахувати кількісну і вагову норми висіву насіння озимої пшениці на момент посіву, якщо її фактична урожайність становила 50 ц/га, продуктивна кущистість – 1,2, польова схожість – 95%, а виживання рослин – 70%.
Завдання 1. Розрахувати норми висіву насіння для запрограмованої урожайності пшениці 60 ц/га, сорт Миронівська 61, чистота насіння – 99%, лабораторна схожість – 98%, маса 1000 насінин – 42 г. Прогнозована структура рослини така: продуктивна кущистість – 2, кількість зерен у колосі – 30, маса 1000 насінин – 38 г. Прогнозована динаміка виживання рослин: польова схожість із урахуванням лабораторної – 90%, без лабораторної – 95 (В1), осіння загибель від шкідників – 5, зимова загибель – 15, ранньовесняна загибель – 15, загибель від ранньовесняного боронування – 3, весняно-літнє виживання – 85% (В6).
Завдання 2. Розрахувати кількісну і вагову норми висіву насіння озимої пшениці на момент посіву, якщо її фактична урожайність становила 50 ц/га, продуктивна кущистість – 1,2, польова схожість – 95%, а виживання рослин – 70%.

Лабораторна робота № 5

Тема: Контроль якості внесення гербіцидів.

Завдання:

- опрацювати теоретичні відомості;
- зробити розрахунки згідно варіанту щодо урегулювання витрат робочого розчину до потрібного рекомендованого діапазону планових витрат.

Теоретична частина

Агротехнічні вимоги. Обприскування треба проводити в найкоротші строки, коли культурні рослини найбільш стійкі, а бур'яни найбільш чутливі до гербіцидів.

Не рекомендується обприскувати посіви при швидкості вітру більше 4 – 5 м/с, а також за високої температури повітря. Робочий розчин має бути однорідним за складом, відхилення його концентрації від розрахункової не повинне перевищувати норми.

Задану норму робочої рідини слід рівномірно розподіляти по всій робочій поверхні чи на її частині (стрічкове внесення). Огірхи після загального обробітку посівів чи ґрунту гербіцидами не допускаються.

Оцінювання якості. Якість наземного обприскування оцінюють за такими показниками: дотримання технологій приготування робочого розчину; робота тракториста-машиніста за заданим режимом (норма витрат рідини, рівномірність обприскування, швидкість руху і ширина захвату агрегату, тиск у системі); оцінка технічної ефективності препарату; густина покриття гербіцидами оброблюваної поверхні.

Підготовка агрегату до роботи і робота на ділянці. Ретельно підготувати агрегат до роботи, керуючись заводськими інструкціями та рекомендаціями науково-дослідних установ і передовим досвідом.

Основні правила виконання робіт з обприскування посівів гербіцидами:

Недоцільно обробляти посіви гербіцидами в жаркий сонячний день, при сильному вітрі, перед дощем і в дощ.

- Агрегат має рухатися перпендикулярно чи під кутом 45° до напрямку вітру, починаючи з підвітряного боку.
- Швидкість руху агрегату по всій ділянці повинна бути однаковою. Маневрування швидкостями у процесі роботи не допускається.
- Повороти агрегату, об'їзд великих перешкод виконуються з виключенням робочих органів. Зупинки агрегату на ділянці недопустимі. У разі вимушеної зупинки треба включити вал відбору потужності і перекрити крани магістральних трубопроводів. Підтікання і злив робочої рідини на ділянці не допускаються.
- Очищення розпилювачів і робочих органів треба проводити за межами поля.
- Під час роботи з гербіцидами та іншими отрутохімікатами слід дотримуватися правил техніки безпеки.

Контроль якості обприскування проводять трактористмашиніст, агроном із захисту рослин та робітники заправного пункту, користуючись годинником, квадратною рамкою 50×50 і двометрівкою.

Якість приготування робочої рідини перевіряють на заправному пункті, порівнюючи норму внесення гербіциду з розрахунковою. Робочий розчин можна приготувати безпосередньо в місткості обприскувача чи заправника або у спеціальній місткості, розрахованій на кілька заправок.

Розраховану таким чином норму препарату завантажують у місткість, перемішують і рівномірно розподіляють на розрахованій площі. Зауважимо, що завантажувати місткість наступною порцією гербіциду треба за масою тільки в окремих випадках – за об'ємом і з допомогою наперед вимірної тари.

Дотримання норми витрат робочої рідини оцінюють, здійснюючи пробний прохід агрегатом відповідного шляху. Для цього в баки заливають певну кількість води чи заправляють їх повністю робочим розчином, встановлюють потрібний тиск і запускають машину на задану швидкість руху. Коли вода або розчин в баку обприскувача будуть повністю використані, вимірюють пройдений агрегатом шлях, обчислюють оброблену площу (множать шлях на ширину захвату агрегату) і визначають фактичні витрати робочої рідини.

Якщо фактична витрата рідини відрізняється від заданої більш як на $\pm 5\%$, тиск у системі чи швидкість руху агрегату треба змінити так, щоб фактична витрата рідини дорівнювала або була близькою до заданої.

Дотримання швидкості руху агрегату визначають за часом, за який він проходить визначену відстань. Поділивши пройдений шлях (км) на час (год), одержують фактичну швидкість руху.

Робочу ширину захвату агрегату встановлюють за відстанню між слідами коліс трактора у кількох суміжних проходах агрегату. Вона повинна дорівнювати розрахованій величині.

Рівномірність обприскування визначають за допомогою предметних скелець, оброблених гліцерином чи силіконом. При роботі із штанговим обприскувачем предметні скельця розкладають довшою стороною вздовж напрямку руху агрегату на відстані 50 м одне від одного. Для обприскувачів, які працюють методом бокового дугтя контрольних міток має бути не менше 50, причому пластинки розкладають через 1 м.

Після проходу агрегату на предметних скельцях підраховують кількість крапель розчину гербіциду (у разі потреби використовують мікроскоп). Рівномірність обприскування визначають за коефіцієнтом вирівняності В, користуючись п'ятибальною шкалою.

Технічну ефективність гербіцидів визначають так. Перед обприскуванням ґрунту чи рослин гербіцидами і через 3 – 5 днів після нього за допомогою квадратної метрової рамки підраховують кількість бур'янів

Оцінюють технічну ефективність гербіцидів за п'ятибальною шкалою:

C, %	Оцінка, балів
> 95	Відмінно — 5
90 – 95	Добре — 4
85 – 90	Задовільно — 3
80 – 85	Погано — 2
< 80	Дуже погано — 1

Якщо кількість бур'янів не підраховали перед обробітком посівів гербіцидами, для визначення технічної ефективності гербіцидів можна використати необроблені ділянки, які за кількістю бур'янів, рельєфом, строком сівби, агротехнікою тощо не відрізняються від оброблюваної ділянки.

Світовими лідерами в розробці та виготовленні машин для захисту рослин є фірми: “Amazone”, “BBG”, “CASE”, “RAU”, “Schmotzer”, “Dubex”, “Hardi”, “Inema”, “Berthoud”, “Technoma”. Всі ці фірми випускають обприскувачі з великим типорозмірним рядом базових параметрів (місткість бака, ширина захвата), що дозволяє мінімізувати витрати на обприскування.

Так фірма “Amazone” випускає навісні обприскувачі з місткістю бака від 600 до 2000 л та шириною захвата від 10 до 24 м, а причіпні - з місткістю бака від 2000 до 4500 л та шириною захвата від 12 до 36 м, фірма “Berthoud” випускає навісні обприскувачі з місткістю бака від 800 до 3200 л, шириною захвата від 28 до 42 м. Фірма “Dubex” випускає навісні

обприскувачі з місткістю бака від 700 до 1100 л, шириною захвата від 12 до 24 м, а причіпні - з місткістю бака від 1 800 до 6000 л та шириною захвата від 27 до 36м.

Головним напрямком розвитку техніки для захисту рослин є підвищення надійності роботи, ефективності та екологічної безпеки використання пестицидів за рахунок покращення якості їх внесення. Дослідженнями останніх років встановлено, що такий напрямок забезпечує можливість зниження ефективних норм внесення пестицидів до 50%. Якість внесення пестицидів залежить, в основному, від норми витрати робочої рідини, дисперсності розпилу, густоти покриття краплинами поверхні, що обробляється, та рівномірності розподілу. Тому вдосконалення оприскувачів і полягає в розробці надійних, високої точності дозуючих систем, розпилювачів рідини, які забезпечували оптимальну до конкретних умов роботи дисперсність крапель, систем примусового осадження крапель на поверхню, що обробляється, та механізмів, які б забезпечували рівномірний розподіл рідини по ширині захвату обприскувача.

Розрахунок гектарної норми витрати робочого розчину обприскувача

Налаштування витрати робочого розчину

1. Потрібно підібрати відповідну передачу;

2. Виміряйте фактичну швидкість обприскувача. Для цього виміряйте, за який проміжок часу обприскувач пройде по полю 100 м на робочій швидкості з увімкнутими насосом і гідромішалкою. Вирахуйте фактичну швидкість за формулою:

$$V_{\phi} = 100 \times 3,6/t, \quad \text{км/год}, \quad (1)$$

де t — час, за який обприскувач пройде 100 м, с

3. Визначте ширину робочого захвату штанги (L) в метрах і за кількістю розпилювачів на штанзі (n) штук.

4. Вирахуйте фактичний вилів робочої рідини (Q , л/га) на гектар за формулою:

$$Q_{\phi} = 60qnV/L \quad \text{л/га}, \quad (2)$$

де q — витрата рідини через один розпилювач, л/хв,

V_{ϕ} — фактична швидкість руху, км/год.

5. Щоб урегулювати витрату робочого розчину до потрібного рекомендованого діапазону планових витрат, необхідно встановити діапазон допустимих швидкостей руху обприскувача за формулами:

Мінімальна планова швидкість руху обприскувача:

$$V_{\text{пл-мін}} = V_{\phi} \cdot Q_{\phi} / Q_{\text{пл-макс}}, \quad \text{км/год} \quad (3)$$

$Q_{\text{пл-макс}}$ — максимальна межа рекомендованої витрати робочого розчину рідини, л/га

Максимальна планова швидкість руху обприскувача:

$$V_{\text{пл-макс}} = V_{\phi} \cdot Q_{\phi} / Q_{\text{пл-мін}}, \quad \text{км/год} \quad (4)$$

$Q_{\text{пл-макс}}$ — мінімальна межа рекомендованої витрати робочого розчину рідини, л/га

Показник роботи обприскувача	Од. вимірювання	Результат розрахунку у (приклад)	Вихідні дані згідно варіанту					
			1	2	3	4	5	6
Час, за який обприскувач пройде 100 м	с	50	45	40	35	33	45	50
Ширина робочого захвату штанги (L)	м	18	24	18	36	24	18	36
Кількість розпилювачів на штанзі	шт	36	48	36	72	48	36	72
Витрата рідини через один розпилювач, q	л/хв	1,65	1,2	1,42	1,35	1,5	1,15	1,25
Фактична швидкість обприскувача, V	км/год	7,2						
Фактичний вилів робочої рідини, Qф	л/га	1426						
Плановий вилів робочої рідини, Qпл-мін	л/га	400	300	320	340	180	200	250
Необхідна швидкість руху обприскувача, Vпл-макс	км/год	450	350	370	380	220	250	300
Необхідна швидкість руху обприскувача, Vпл-мін	км/год	25,7						

Лабораторна робота № 6

Тема: Розрахунок внесення мінеральних добрив під запрограмовану врожайність

Завдання:

- засвоїти методику розрахунку норм внесення добрив під запрограмований урожай;
- зробити розрахунок практичної частини.

Теоретична частина

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

Існують різні методи встановлення оптимальних норм мінеральних добрив. Тривалий час основним методом був лабораторно-польовий дослід. У таких дослідях установлювали середні норми добрив і до них розробляли поправочні коефіцієнти залежно від вмісту елементів живлення в ґрунті, попередника, кислотності ґрунтового розчину, гранулометричного складу

грунту. Цей метод залишається одним із основних і до цього часу, але тепер більше використовують розрахунково-балансові методи встановлення оптимальних норм добрив. Основними з них є розрахунок норм добрив за виносом елементів живлення запрограмованою урожайністю, за виносом елементів живлення запрограмованим приростом урожайності, встановлення норми добрив за бальною оцінкою ґрунту і окупністю одиниці добрив приростом урожайності. Балансові методи враховують винос елементів живлення плановою врожайністю, запаси елементів живлення в ґрунті, коефіцієнти засвоєння елементів живлення із запасів ґрунту, прямої дії і післядії внесених органічних та мінеральних добрив, післяживних решток. Вченими розроблено програми для ЕОМ, за якими визначають найраціональніші варіанти використання добрив під культури сівозміни в господарстві та в межах району.

Проте використовують ці програми далеко не в усіх господарствах. У практиці програмування врожаїв ще переважають звичайні способи розрахунку оптимальних норм добрив. Балансові методи ґрунтуються на порівнянні валового виносу елементів живлення запрограмованою врожайністю з 36 можливим виносом їх за рахунок запасів елементів живлення в ґрунті. Розрахунок ведуть за відповідними рівняннями або за логічно-розрахунковими схемами (табл. 6.1).

Таблиця 6.1. Логічна схема розрахунку норм добрив на запрограмовану врожайність

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

Ці ж розрахунки можна звести до такого рівняння:

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

де, D – норма елемента живлення, кг/га;

Y – запланована урожайність, ц/га;

v – питомий винос елемента живлення 1 ц урожаю основної продукції з врахуванням побічної, кг/ц;

$P_{ГЗ}$ – ґрунтові запаси елемента живлення в розрахунковому шарі ґрунту, кг/га;

$K_{ГЗ}$ – коефіцієнт використання елемента живлення з ґрунтових запасів;

K_M – коефіцієнт використання елемента живлення з мінеральних добрив.

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

$$P_{ГЗ} = h \times A \times n$$

де, h – глибина розрахункового шару ґрунту, см;

A – об'ємна маса ґрунту, г/см³;

n – вміст елемента живлення в ґрунті, мг /100 г ґрунту

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

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

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

У цьому разі формула матиме такий вигляд:

$$D = \frac{Y \times v - P_{ГЗ} \times K_{ГЗ} - D_0 C_0 K_0 - D_{оп} C_{оп} K_{оп} - D_{мп} K_{мп}}{K_M}$$

де, D, Y, v, $P_{ГЗ}$, $K_{ГЗ}$, K_M – ті ж, що й у попередніх формулах та логічно-розрахунковій схемі;

D_0 – кількість органічних добрив, т/га;

C_0 – вміст елементів живлення від органічних добрив (у середньому азоту 5 кг, фосфору 2,5, калію 6 кг);

K_0 – коефіцієнт використання елементів живлення з органічних добрив;

$D_{оп}$ і $D_{мп}$ – кількість органічних (т/га) і мінеральних (кг/га) добрив, внесених під попередню культуру;

$C_{оп}$ і $K_{мп}$ – коефіцієнти використання поживних елементів у післядії з органічних і мінеральних добрив.

Норму добрив на запланований приріст урожайності розраховують за такою формулою:

$$D = \frac{\Delta Y \times V}{K_M}$$

де, ΔY – запрограмований приріст урожайності, ц/га, який визначають як різницю між запрограмованою урожайністю на даному полі та урожайністю культури на цьому полі без внесення добрив (Y_0). Цю урожайність можна також розрахувати за запасами елемента живлення в ґрунті ($\Pi_{ГЗ}$) та коефіцієнтом його використання з ґрунтових запасів ($K_{ГЗ}$) за формулою:

$$Y_0 = \frac{\Pi_{ГЗ} \times K_{ГЗ}}{V}$$

Якщо розраховувати Y_0 по кожному елементу за наведеною формулою, то одержимо такі ж норми, як і за наведеними вище формулами на запрограмовану урожайність або за логічною схемою розрахунків. Якщо ж брати урожайність, фактично одержану без внесення добрив, тоді норми добрив будуть відрізнятися. Це зумовлено тим, що фактично одержана урожайність відповідає рівню вмісту в ґрунті найбільш лімітованого елемента живлення. Інші елементи дають можливість одержати вищу урожайність. Отже, запрограмований приріст урожайності за цими елементами живлення повинен бути нижчим, ніж за найбільш лімітуючим елементом.

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

$$D = \frac{Y - B \times C_B \times K - D_0 C_0}{O_M}$$

де, D – норма збалансованого NPK під запрограмований урожай, кг/га;

Y – запрограмована урожайність, ц/га;

B – бал бонітету ґрунту;

C_B – урожайна ціна бала, ц;

K – поправочний коефіцієнт на кислотність, гранулометричний склад ґрунту, попередник тощо;

D_0 – норма органічних добрив, т/га;

O_0 – окупність 1 т органічних добрив приростом урожаю, ц/т;

O_M – окупність 1 ц мінеральних добрив приростом урожаю, ц.

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

Для забезпечення високої ефективності й досягнення програмованого результату розрахована оптимальна норма добрив повинна бути правильно використана. Для цього складають систему удобрення культури. При цьому треба враховувати особливості ґрунтового живлення культури, відношення її до реакції ґрунтового середовища, засвоєвальну здатність кореневої системи, неоднаковість потреб різних культур, їхніх сортів і гібридів у елементах живлення на різних етапах росту й розвитку.

Наприклад, у перший період життя рослини споживають невелику валову кількість фосфору, але дефіцит його в цей період викликає настільки глибокі зміни в рослині, що будь-яке високе забезпечення фосфором у наступні періоди не знімає негативного впливу на початку розвитку.

У сільськогосподарських культур неоднакова засвоювальна здатність кореневих систем щодо важкорозчинних сполук. Ячмінь, наприклад, має дуже низьку здатність засвоювати фосфор з важкорозчинних сполук; пшениця й овес – низьку; жито і кукурудза – середню; картопля, цукрові буряки, гірчиця, конюшина – високу; люпин, гречка, горох, люцерна – дуже високу (табл. 6.2 – 6.7).

Таблиця 6.2. Коефіцієнти використання елементів живлення з органічних добрив (середні узагальнені дані).

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшениця озима	0,20-0,35	0,30-0,50	0,50-0,70
Жито озиме	0,20-0,35	0,30-0,50	0,50-0,70
Ячмінь	0,20-0,25	0,25-0,40	0,50-0,55
Овес	0,20-0,25	0,25-0,40	0,50-0,60
Кукурудза - зерно	0,35-0,40	0,45-0,50	0,65-0,75
- зелена маса	0,30-0,35	0,40-0,45	0,60-0,65
Картопля	0,20-0,30	0,30-0,40	0,50-0,70
Цукрові буряки	0,15-0,40	0,20-0,50	0,60-0,70
Кормові буряки	0,30-0,40	0,45-0,50	0,60-0,70

Таблиця 6.3. Винос елементів живлення кг на 1 ц основної продукції з врахуванням побічної (середні узагальнені дані).

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

Таблиця 6.4. Коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунтових запасів (узагальнені середні дані)

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшениця озима	0,2-0,35	0,05-0,15	0,08-0,2

Жито озиме	0,2-0,35	0,05-0,15	0,08-0,29
Ячмінь	0,105-0,35	0,05-0,15	0,06-0,12
Овес	0,2-0,35	0,05-0,15	0,08-0,16
Кукурудза	0,25-0,4	0,06-0,18	0,08-0,3
Просо	0,15-0,35	0,05-0,13	0,06-0,15
Сорго	0,15-0,4	0,06-0,15	0,07-0,17
Рис	0,25-0,45	0,08-0,18	0,08-0,18
Гречка	0,15-0,35	0,05-0,15	0,06-0,15
Горox	0,3-0,55	0,09-0,18	0,06-0,19
Люпин (однорічний)	0,3-0,65	0,08-0,18	0,07-0,36
Соя	0,3-0,45	0,09-0,15	0,06-0,15
Картопля	0,2-0,35	0,07-0,15	0,09-0,4
Льон-довгунець - насіння	0,25-0,35	0,03-0,14	0,07-0,2
- соломка	0,22-0,32	0,03-0,12	0,06-0,18
Коноплі – соломка	0,2-0,35	0,08-0,15	0,06-0,15
Соняшник	0,3-0,45	0,07-0,17	0,08-0,24
Цукрові буряки	0,25-0,5	0,06-0,15	0,07-0,4
Кормові буряки	0,2-0,45	0,05-0,12	0,06-0,25

Таблиця 6.5. Коефіцієнти використання елементів живлення польовими культурами з мінеральних добрив (середні узагальнені дані)

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

Таблиця 6.6. Види основних добрив

Добриво	Хімічний склад	Вміст елемента живлення, %	Умови застосування
1	2	3	4
Азотні добрива			
Аміачна селітра	NH ₄ NO ₃	34	Передпосівне і підживлення
Натрієва селітра	Na NO ₃	16	Передпосівне і підживлення
Кальцієва селітра	Ca (NO ₃) ₂	17,5	Передпосівне і підживлення
Сульфат амонію	NH ₄	21	Основне, передпосівне і підживлення

Рідкий аміак	NH ₄ OH	82	Основне, передпосівне і підживлення
Аміачна вода	CO ₂ (NH ₂) ₂	20	Основне, передпосівне і підживлення
Сечовина	NH ₄ Cl	46	Передпосівне і підживлення
Хлористий амоній		45	Основне і передпосівне
Фосфорні добрива			
Суперфосфат простий	Ca(H ₂ PO ₄) + 2CaSO ₄ + H ₂ O	14	Основне, припосівне, підживлення
Суперфосфат подвійний	Ca(H ₂ PO ₄) + H ₂ O	53-62	Основне, припосівне, підживлення
Фосфоритне борошно	Ca ₃ (H ₂ PO ₄) + 2Ca ₅ O	28	Основне
Преципітат	CaH ₂ PO ₄ · 2H ₂ O	48-50	Основне, припосівне
Фосфатшлак	4CaO · P ₂ O ₅ + 4CaO	9,5-10,5	Основне, припосівне
Обезфторений фосфат		15	Основне, припосівне
Калійні добрива			
Хлористий калій	KCl	53-62	Основне
Сильвініт	KCl · NaCl	14	Основне
Калімагнезія	K ₂ SO ₄ · MgSO ₄	28	Основне, припосівне
Сульфат калію	K ₂ SO ₄	48-50	Основне, припосівне
Каїніт	K ₂ SO ₄ · MgSO ₄ · 3H ₂ O	9,5-10	Основне

Таблиця. 6.7. Вміст елементів живлення у комплексних добривах, %

Добриво	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Амонізований суперфосфат	2-3	18	
Амофос	10-12	39-52	
Діамофос	19-21	49-53	
Нітрофоска	11-17	10-19	11-19
Нітроамофос	16-25	14-24	
Карбоамофос	17-32	16-29	0-17
Рідкі комплексні добрива	6,5-10	10-34	

Таблиця 6.8. Вміст поживних речовин в органічних добривах

Добриво	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Гній	0,50	0,25	0,6	0,70
Торф	1,8-3,0	0,2-0,5	0,1-0,3	
Фекалії	0,67	0,33	0,20	0,10
Гноївка	0,25-0,30	0,03-0,06	0,4-0,5	
Пташиний послід	2,2	1,8	1,8	2,4
Солома	0,5	0,25	0,8	
Зелене добриво	0,45	0,10	0,17	0,47

Практична частина.

Приклад розрахунку. Запрограмована урожайність пшениці становить 50 ц/га. Кислотність ґрунту рН = 6,7, тобто потреби у вапнуванні немає. В 100 г ґрунту за картограмою міститься 13 мг N, 10 мг P₂O₅ і 10 мг K₂O. Глибина розрахункового шару – 20 см, об'ємна маса ґрунту – 1,25 г/см³. Розраховуємо норму азоту, фосфору і калію за формулою: ДN = (50 × 3,2 – 20 × 1,25 × 13 × 0,3) : 0,6 = 104,2 кг/га; ДP₂O₅ = (50 × 1,12 – 20 × 1,25 ×

$10 \times 0,15) : 0,25 = 74$ кг/га; $Дк2O = (50 \times 2,24 - 20 \times 1,25 \times 10 \times 0,25) : 0,25 = 76,2$ кг/га.

Завдання для самостійної роботи

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

Завдання 2. Розрахувати норми N, P, K для запрограмованої урожайності в навчальному господарстві Сумського НАУ, якщо запрограмований урожай пшениці озимої на незрошуваних землях становить 50 ц/га. Попередник – кукурудза на силос, під яку внесено 30 т гною, N90P40K60. Середньозважений бонітет поля – 78 балів, поправочний коефіцієнт на попередник до бонітету поля 0,95, окупність 1 т гною в післядії 0,29 ц/т, 1 ц мінеральних добрив – 2,5 ц/ц, 1 ц мінеральних добрив прямої дії – 5,5 ц/ц, рекомендоване співвідношення N:P2O5:K2O для озимих – 1,2:1:1.

Лабораторна робота № 7

Тема: Визначення балансу органічної речовини в ґрунті.

Завдання:

- засвоїти методику визначення балансу органічної речовини ґрунту;
- визначити оптимальний вміст гумусу в ґрунті та розрахувати потреби в органічних добривах під сівозміну згідно заданого варіанту.

Теоретична частина

1. Оптимальний вміст гумусу в ґрунті. Величина оптимального вмісту органічної речовини у ґрунті залежить від бажаної окультуреності ґрунтів і тому коливається. З точки зору фізичних властивостей ґрунту, бажана величина вмісту гумусу може бути розрахована за формулою М. Вілаїна:

$$\frac{\% \text{Гумусу}}{\% \text{Глин}} \cdot 100 \geq 7. \quad (7.1)$$

Для компенсації низького вмісту мінеральної колоїдної фракції ґрунтів легкого гранулометричного складу високий вміст органічної речовини бажаний. Це означає, що для ґрунтів легкого і важкого гранулометричного складу високий вміст гумусу є позитивним яв ищем, хоч і з різних причин.

Органічна речовина ґрунту позитивно впливає як на фізичні властивості ґрунту завдяки покращанню міцності структури та сприяє його

збереженню (наприклад, протидія ерозії) так і на агрохімічні показники завдяки постійному забезпеченню рослин поживними елементами. Врахування мінералізації і гуміфікації дозволяє успішно управляти органічною речовиною ґрунту і, відповідно, утримувати ґрунт у оптимальних умовах.

2. Розрахунок балансу гумусу в сівозміні. Для контролювання змін вмісту гумусу і запобігання його зниженню до рівня погіршення властивостей ґрунтів, необхідно оволодіти методикою прогнозу процесів у трансформації органічної речовини ґрунту. Для оперативного вирішення цього завдання використовують розрахункові методи визначення балансу гумусу в ґрунті.

Баланс гумусу математично є різницею між статтями його надходження і витратами за однаковий проміжок часу. Розрізняють такі типи балансу гумусу в ґрунті:

- бездефіцитний – коли втрати гумусу поповнюються його новоутворенням;
- позитивний – новоутворення гумусу перевищують його втрати на мінералізацію;
- негативний (дефіцитний) – втрати гумусу перевищують його новоутворення.

При визначенні величини середнього балансу гумусу в ґрунті розрахунки необхідно проводити за формулою Г.Я. Чесняка:

$$B_c = \frac{\sum \Pi_1}{t_p} + \frac{\sum \Pi_2}{t_p} - \sum p \quad (7.2)$$

де B_c – середньорічний баланс гумусу в ґрунті на 1 га за ротацію сівозміни, т/га;

Π_1 – сума новоутвореного гумусу під культурами за ротацію сівозміни за рахунок рослинних решток, т/га;

Π_2 – збільшення вмісту гумусу в ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок органічних добрив, т/га;

p – сумарна кількість гумусу, який мінералізується під культурами за ротацію сівозміни, т/га;

t_p – тривалість ротації сівозміни, років.

Прибуткова частина гумусового балансу включає облік новоутворення гумусу з поживно–коренових решток рослин і органічних добрив, враховуючи коефіцієнти гуміфікації.

Кількість рослинних решток визначають за фактичним (або плановим) урожаєм продукції культур сівозміни. З табл. 7.1 беруть коефіцієнт виходу поживних і коренових решток для конкретних культур і множать на рівень урожаю головної продукції.

Таблиця 7.1. Коефіцієнти виходу поживних і коренових решток від урожаю основної продукції

Сільськогосподарська культура	Ґрунтово-кліматична зона		
	Полісся	Лісостеп	Степ
Озимі зернові	1,50	1,10	1,30

Ячмінь	1,10	0,90	1,00
Овес	1,30	1,10	1,00
Просо	1,10	1,00	1,00
Кукурудза на зерно, соняшник	1,30	0,80	1,42
Кукурудза на силос	0,18	0,16	0,21
Горох, соя	0,90	0,80	0,85
Цукрові буряки	0,08	0,04	0,03
Картопля	0,14	0,06	0,05
Льон	3,20	-	-
Однорічні трави на силос	1,00	0,80	0,90
Однорічні та багаторічні трави на силос	0,31	0,20	0,25

Наприклад, урожайність озимої пшениці на легкосуглинкових ґрунтах у зоні Полісся складає 4,0 т/га, коефіцієнт виходу рослинних решток 1,50. Кількість поживних і кореневих решток буде дорівнювати:

$$4,0 \cdot 1,50 = 6,0 \text{ т/га.}$$

Розрахунок кількості новоутвореного гумусу із рослинних решток проводять, використовуючи коефіцієнти їх гуміфікації (табл. 7.2). Тобто множать кількість рослинних решток на відповідний коефіцієнт. В нашому прикладі цей коефіцієнт дорівнює 0,23, таким чином скорегована кількість новоутвореного гумусу дорівнює $6,0 \cdot 0,23 = 1,38$ т/га.

Таблиця 7.2. Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток і органічних добрив у орному шарі ґрунту

Сільськогосподарська культура	Ґрунтово-кліматична зона		
	Полісся	Лісостеп	Степ
Озимі на зелений корм	0,15	0,14	0,13
Озимі зернові	0,23	0,25	0,20
Горох віка, соя	0,24	0,23	0,25
Кукурудза на зерно	0,22	0,20	0,20
Ячмінь, овес, просо, сорго, гречка	0,23	0,22	0,2
Однорічні трави	0,24	0,25	0,22
Люцерна, конюшина	0,23	0,25	0,25
Кукурудза на силос	0,14	0,15	0,15
Буряки цукрові та кормові	0,08	0,10	0,10
Картопля, овочі, баштанні	0,13	0,08	0,10
Льон	0,25	-	-
Соняшник	-	-	0,14
Солома на добриво	0,20	0,22	0,25
Гній підстилковий	0,042	0,054	0,059

Наступним етапом розрахунку є облік витратної частини гумусового балансу, який включає мінералізацію органічної речовини ґрунту в умовах прийнятої технології виробництва.

Кількість гумусу, яка мінералізується, визначають для кожної культури сівозміни, використовуючи показники середньорічної мінералізації (табл. 7.3).

Таблиця 7.3. Середньорічна мінералізація гумусу під сільськогосподарськими культурами, т/га

Сільськогосподарська культура	Грунтово-кліматична зона		
	Полісся	Лісостеп	Степ
Чорний пар	-	1,50	2,00
Озимі на зелений корм	1,14	1,00	1,24
Озимі на зерно	0,90	0,70	1,35
Цукрові буряки	1,70	1,50	1,59
Кукурудза на зерно	1,40	1,10	1,56
Кукурудза на силос	0,30	1,25	1,47
Ячмінь	0,05	0,70	1,23
Овес	0,27	0,82	1,20
Просо	-	0,72	1,10
Гречка	0,12	1,06	1,10
Пшениця яра	-	-	1,10
Овочі	1,34	1,20	1,60
Льон	0,90	-	-
Картопля	1,50	1,20	1,61
Соняшник	-	1,00	1,39
Однорічні трави, соя	0,80	0,80	1,10
Багаторічні трави	0,55	0,30	0,60

Розміри мінералізації коригуються поправкою на гранулометричний склад ґрунту у співвідношенні з коефіцієнтами, наведеними в табл. 7.4.

Таблиця 7.4. Коефіцієнти мінералізації гумусу залежно від гранулометричного складу ґрунту

Група ґрунтів за гранулометричним складом	Коефіцієнт мінералізації
Піщані	1,8
Супіщані	1,4
Легкосуглинкові	1,2
Середньосуглинкові	1,0
Важкосуглинкові, глинисті	0,8

Отже, середньорічна мінералізація гумусу під озимою пшеницею в Поліссі дорівнює 0,90 т/га. Оскільки ґрунти згідно завдання – легкосуглинкові, то поправочний коефіцієнт мінералізації залежно від гранулометричного складу становить 1,2. Таким чином, відкорегована кількість мінералізованого гумусу дорівнює $0,9 \cdot 1,2 = 1,08$ т/га.

Баланс гумусу під однією культурою розраховують шляхом знаходження різниці між прибутковою та витратною частинами. Отже, в нашому випадку він дорівнює $1,38 - 1,08 = 0,3$ т/га, тобто баланс гумусу – прибутковий.

Результати розрахунків балансу гумусу зручно подати у вигляді таблиці 7.5.

Таблиця 7.5. Розрахунок балансу гумусу під окремими культурами в сівозміні

№	Сільськогосподарська культура	Урожайність, т/га	Прибуткова складова балансу				Витратна складова балансу			Баланс гумусу, т/га
			коефіцієнт виходу рослинних решток	кількість рослинних решток, т/га	коефіцієнт гуміфікації рослинних решток	кількість новоутвореного гумусу	кількість гумусу, що мінералізувалася на полі, т/га	поправочний коефіцієнт мінералізації	скорегована кількість гумусу, що мінералізувалася, т/га	

Розрахунок балансу гумусу в ґрунті по полях сівозміни та на 1 га сівозміної площі проводиться за формулою середньорічного балансу гумусу (формула 7.2).

3. Визначення потреби в органічних добривах. Потребу в органічних добривах встановлюють, виходячи з конкретних умов і завдання по досягненню урівноваженого або позитивного балансу гумусу. Для підтримання бездефіцитного балансу гумусу, норму гною можна розрахувати за формулою Т.Я. Чесняка:

$$N_m = N_l + \frac{B_r}{K_r}$$

де Нм – мінімальна норма гною на 1 га сівозмінної площі, яка забезпечує бездефіцитний баланс гумусу, т;

Н1 – норма гною, яка використовується у сівозміні, т;

Бг – баланс гумусу в сівозміні;

Кг – кількість гумусу, що утворюється з 1 т гною: в умовах Полісся – 0,042, Лісостепу – 0,054, Степу – 0,059 т/га.

Практична частина. За вказаними в індивідуальному завданні даними визначити оптимальний вміст гумусу в ґрунті та розрахувати потреби в органічних добривах під запропоновану сівозміну. У дужках наведено врожайність основної продукції культур у тонах з гектара. Результати розрахунку звести у табл. 7.5

1. Зона Полісся, ґрунт дерново-підзолистий піщаний, фізичної глини 10%, гумусу 1,2%, сівозміна: 1 – соя (2,5 т/га), 2 – жито на зерно (1,2 т/га), 3 – овес на зерно (2,0 т/га).

2. Зона Лісостеп, ґрунт світло-сірий лісовий супіщаний, фізичної глини 15%, гумусу 1,5%, сівозміна: 1 – соя (3,2 т/га), 2 – пшениця озима (3,6 т/га), 3 – буряки цукрові (30 т/га).

3. Зона Степ, ґрунт чорнозем типовий легкосуглинковий, фізичної глини 28%, гумусу 3,3%, сівозміна: 1 – горох (1,9 т/га), 2 – пшениця озима (3,6 т/га), 3 – ячмінь ярий (2,1 т/га).

4. Зона Полісся, ґрунт сірий лісовий легкосуглинковий, фізичної глини 25%, гумусу 1,6%, сівозміна: 1 – горох (1,7 т/га), 2 – озима пшениця (3,0 т/га), 3 – кукурудза на силос (45 т/га).

5. Зона Лісостеп, ґрунт дерново-підзолистий важкосуглинковий, фізичної глини 45%, гумусу 1,1%, сівозміна: 1 – кукурудза на силос (40 т/га), 2 – пшениця озима (3,6 т/га), 3 – буряки цукрові (35 т/га).

6. Зона Степ, ґрунт чорнозем звичайний глинистий, фізичної глини 55%, гумусу 3,8%, сівозміна: 1 – соя (2,6 т/га), 2 – озима пшениця (3,5 т/га), 3 – кукурудза на зерно (2,8 т/га).

7. Зона Полісся, ґрунт темно-сірий лісовий супіщаний, фізичної глини 16%, гумусу 2,0%, сівозміна: 1 – люпин на зерно (2,3 т/га), 2 – жито озиме (1,6 т/га), 3 – картопля (17,4 т/га).

8. Зона Лісостеп, ґрунт сірий лісовий середньосуглинковий, фізичної глини 35%, гумусу 2,2%, сівозміна: 1 – горох (1,7 т/га), 2 – кукурудза на зерно (3,5 т/га), 3 – ярий ячмінь (2,0 т/га).

9. Зона Степ, ґрунт темно-каштановий супіщаний, фізичної глини 20%, гумусу 1,6%, сівозміна: 1 – чорний пар, 2 – пшениця озима (2,6 т/га), 3 – соняшник (2,2 т/га).

10. Зона Полісся, ґрунт сірий лісовий середньосуглинковий, фізичної глини 30%, гумусу 2,6%, сівозміна: 1 – однорічні трави (35 т/га), 2 – жито озиме на зерно (1,2 т/га), 3 – жито озиме на зелений корм (25 т/га).

11. Зона Лісостеп, ґрунт темно-сірий лісовий супіщаний, фізичної глини 57%, гумусу 0,8%, сівозміна: 1 – гречка, (1,5 т/га) 2 – пшениця озима (3,6 т/га), 3 – буряки цукрові (31 т/га).

12. Зона Степ, ґрунт чорнозем південний супіщаний, фізичної глини 18%, гумусу 2,8%, сівозмiна: 1 – соя (3,4 т/га), 2 – пшениця озима (2,8 т/га), 3 – кукурудза на силос (35 т/га).

13. Зона Полісся, ґрунт світло-сірий лісовий легкосуглинковий, фізичної глини 52%, гумусу 3,1%, сівозмiна: 1 – люпин на зерно (2,2 т/га), 2 – жито озиме на зерно (1,5 т/га), 3 – однорічні трави на зелений корм (20 т/га).

14. Зона Лісостеп, ґрунт сірий лісовий середньосуглинковий, фізичної глини 35%, гумусу 1,7%, сівозмiна: 1 – горох (1,8 т/га), 2 – пшениця озима (2,2 т/га), 3 – кукурудза на зерно (3,3 т/га).

15. Зона Степ, ґрунт чорнозем опідзолений піщаний, фізичної глини 8%, гумусу 2,0%, сівозмiна: 1 – соя (3,1 т/га), 2 – пшениця озима (2,4 т/га), 3 – кукурудза на зерно (3,2 т/га).

Лабораторна робота №8

Тема: Характеристика технологій з різним рівнем інтенсифікації виробництва

Завдання:

- охарактеризувати основні принципи сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур;
- вивчити принципи класифікації технологій за рівнем їх інтенсифікації;
- охарактеризувати особливості застосування нетрадиційних технологій.

Теоретична частина

НЕТРАДИЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Екологічно чисті технології. Україна, на відміну від інших країн світу, має унікальні умови для розвитку та впровадження на великих площах біологічних технологій. Підставою для запровадження біологічного рослинництва та виробництва екологічно чистої продукції є те, що за останні 50 років в Україні, порівняно з країнами Західної Європи, застосовувалися значно нижчі норми агрохімікатів. Так, у 60-ті роки минулого століття вносили в середньому по 49 кг/га діючої речовини мінеральних добрив, у кінці 80-х років – по 177 кг/га, а в 90-х роках – по 21 кг/га.

Через нестачу коштів переважна більшість господарств не використовували агрохімікати та пестициди протягом останніх 10-15 років.

У країнах Західної Європи в ці роки вносили по 300-350 кг/га д.р. мінеральних брив. Разом з мінеральними добривами в ґрунт надходили фтор, хлор, важкі метали, що суттєво знижувало якість продукції рослинництва.

На сьогодні забезпеченість агроформувань засобами захисту рослин становить 20 % від потреби.

Тому Україна вже зараз заявила про себе на міжнародному рівні, як про виробника екологічно чистої продукції сільського господарства. Нажаль

в державі майже відсутній внутрішній ринок екологічно безпечної аграрної продукції.

За даними ПАМ (Проекту аграрного маркетингу) прибуток від реалізації екологічно безпечної продукції на світовому ринку в 2-3 рази вищий, ніж від продажу с.-г. продукції, вирощеної традиційними методами (К.Н. Пакулова, 2004).

Це сприяло підвищенню попиту на біопрепарати, біологічно активні та ростові речовини, біоциди рослинного походження для боротьби з шкідниками, хворобами і, навіть, бур'янами.

Технологічна схема даної технології передбачає також підбір сортів (гібридів), які слабо пошкоджуються шкідниками та хворобами, не вилягають, а тому не потребують додаткових затрат на пестициди, ретарданти та інші агрохімікати.

Основними ознаками біологічного рослинництва є:

- 1) науково-обґрунтоване використання сівозмін, без яких біологічної технології не існує;
- 2) застосування органічних добрив, використання рослинних решток, сидератів, соломи тощо;
- 3) висока родючість ґрунту, яка дає змогу вирішити проблему забезпечення елементами живлення;
- 4) використання біологічного азоту, синтезованого бобовими культурами;
- 5) застосування біопрепаратів, біологічно активних та ростових речовин, біоцидів рослинного походження та агротехнічних методів боротьби з шкідниками, хворобами і бур'янами;
- 6) повна відмова від застосування агрохімікатів.

Надзвичайно цінною та привабливою рисою біологізації сільськогосподарського виробництва є відсутність забруднення довкілля та повна екологічна чистота продукції, яка в першу чергу використовується для дитячого, дієтичного, профілактичного і лікувального харчування. Саме тому, в недалекому майбутньому, перевага буде надаватися саме екологічно чистим технологіям вирощування рослинницької продукції.

Технології із застосуванням ГМО та біотехнології

Біотехнологія та генетично модифіковані рослини на сучасному етапі вирощування рослинницької продукції дадуть змогу вирішити екологічні, енергетичні та продовольчі проблеми, які стоять перед людством.

Основні напрями розвитку біотехнології в рослинництві:

- 1) підвищення якості продукції (вміст білка, клейковини, цукру тощо) через створення генетично модифікованих організмів (ГМО), насамперед трансгенних рослин;
- 2) отримання бактеріальних добрив (азотфіксуючих, фосформобілізуєчих бактерій) та біопестицидів;
- 3) створення сортів і гібридів, стійких до шкочочинних організмів та діючих речовин хімічних засобів захисту рослин.

Слід зазначити, що серед учених немає одностайності щодо впливу ГМО на здоров'я людини та на функціонування екологічних систем. При цьому основним аргументом є те, що принципової відмінності між генною інженерією і селекцією немає. До того ж при генній інженерії виконуються відомі, заздалегідь сплановані модифікації, а швидкість процесу – вища.

Чільне місце у біотехнологічних дослідженнях посіли корпорації «Дюпон», «Новартис», «Монсанто», «Рон-Пуленк», «Карсіл».

В Україні законодавчо не дозволено вирощувати ГМ рослини. Проте є ще багато нереалізованих резервів збільшення врожайності с.-г. культур за рахунок технологічних заходів. ГМО для України ще не на часі, бо не сприятимуть ані зростанню врожайності, ані покращенню економічних показників, а лише створять проблему з виходом сільськогосподарської продукції на світовий ринок, знизять її ціну й можливість реалізації.

ЕМ-технології в рослинництві

ЕМ-технології – це використання корисних мікроорганізмів та мікробіологічних добрив (Ефективних Мікроорганізмів).

Відомо, що родючість ґрунту створює «жива речовина», яка складається з мільярдів ґрунтових бактерій, мікроскопічних грибків, хробаків та інших живих організмів.

Суть родючості ґрунту полягає у «годівлі бактерій та інших ґрунтоживучих живих істот», які у свою чергу забезпечують необхідними факторами життя рослини. Ні мінерали, ані органіка, самі по собі не переходять у засвоювану форму. Цю функцію виконують мешканці ґрунтів, про яких і необхідно піклуватися в першу чергу.

Нажаль хімічні засоби захисту рослин забезпечують лише короткочасне вирішення проблеми підвищення продуктивності рослин і викликають отруєння навколишнього середовища і погіршення здоров'я людей.

Інтенсивна хімізація ґрунтів знищує мікрофлору і фауну ґрунтових організмів, крім того через звикання та адаптацію шкідників до пестицидів знижується їх ефективність.

Надлишкове внесення мінеральних добрив призводить до нагромадження їх залишків у ґрунті, ґрунтових водах, рослинній і тваринній продукції, збільшуючи кількість хвороб рослин, тварин та людини. Порушується саморегуляція живої природи, послаблюється імунітет рослин, тварин і людей.

Тому на часі є актуальною поступова відмова від використання хімічних препаратів у сільському господарстві та застосування комплексу альтернативних, екологічно чистих технологій. Хімічні засоби повинні залишитися лише, як інструмент негайного впливу в критичних ситуаціях (за перевищення економічного порогу шкодочинності шкідливих організмів), але не в повсякденній практиці.

Одним з найбільш дієвих шляхів виходу з кризової ситуації є швидке впровадження технологій Ефективних Мікроорганізмів.

За рахунок впровадження ЕМ-технологій можна протягом всього 3-5 (а не 20-30) років практично повністю відновити природну родючість ґрунту.

ЕМ-технологія (застосування Ефективних Мікроорганізмів для стійкого симбіозу із рослинами, для забезпечення їх живленням і пригнічення патогенної мікрофлори) – один із самих перспективних напрямків розвитку аграрного виробництва ХХІ століття.

Засновником ЕМ-технології є японський професор, мікробіолог **Тероу Хіга**, який у 1988 році створив надскладний комплекс з корисних бактерій, назвавши їх ефективними мікроорганізмами.

ЕМ-технології не можуть замінити традиційні технології, але можуть значно підвищити їх ефективність.

До складу препарату ЕМ-1 входять:

- фотосинтезуючі бактерії (синтезують амінокислоти, біологічно активні речовини та цукри);

- молочнокислі бактерії (виробляють молочну кислоту, яка є стерилізатором, що пригнічує розвиток шкідливих мікроорганізмів та прискорює розкладання органічної речовини);

- азотфіксуючі бактерії;

- дріжджі (синтезують біологічно активні речовини);

- актиноміцети (виробляють антибіотики, які пригнічують ріст шкідливих грибів і бактерій);

- ферментуючі гриби роду *Aspergillus* і *Penicillium* (які швидко розкладають органічні речовини, виробляють етиловий спирт, складні ефіри та антибіотики, запобігаючи зараженню ґрунту шкідливими комахами та личинками).

На основі концентрату ЕМ-1 виробляються наступні похідні продукти:

- ЕМ-А – основний препарат багатоцільового використання;

- ЕМ-5 – засіб боротьби зі шкідниками та хворобами рослин;

- ЕМ-екстракт (виготовлений на основі свіжої подрібненої рослинної маси);

- ЕМ-бакоші – ферментовані зерно та зернові висівки;

- ЕМ-компост – ферментовані органічні рештки;

- ЕМ-керамічний порошок.

ЕМ-препарати використовуються для: обробки ґрунту, посівного матеріалу та вегетативної маси рослин, приготування ґрунтосумішей у теплицях тощо.

Застосування ЕМ-препаратів забезпечує:

- підвищення водо- і повітропроникності ґрунту;

- поліпшення процесів гумусоутворення (органіка перетворюється в ЕМ-компост за 2-3 тижні);

- підвищення температури ґрунту на 2-5 °С, що прискорює коренеутворення, схожість, цвітіння і плодоношення;

- підвищення врожайності на 10-50 %;

- покращує смакові та якісні показники плодів (збільшує вміст вітамінів, крохмалю, білка і т.д.);
- зниження вмісту нітратів у овочах і фруктах у 4-5 разів;
- підвищення стійкості рослин до хвороб і шкідників, посухи і заморозків;
- нейтралізацію солей важких металів;
- видалення неприємних запахів під час розкладання органіки у вигрібних ямах, а також у приміщеннях для тварин і відстійниках.

Протипоказання та обмеження до використання:

- не допускається одночасне використання ЕМ-препаратів з пестицидами (має бути розмежоване в часі на 7-10 діб);
- не можна вносити з високими нормами хімічних добрив, особливо з добривами, які містять у своєму хімічному складі хлор;
- за недостатньої кількості органіки в ґрунті в деяких випадках може бути конкуренція рослин і ЕМ за поживні речовини.
- можна змішувати з регуляторами росту природного походження, деякими біологічними препаратами та добривами (крім сильних окислювачів) за концентрації останніх до 1,5 % у робочому розчині. 20

Дози та особливості застосування ЕМ-препаратів описані в інструкціях з їх використання та на етикетках оригінальних виробників.

МХ-технології в рослинництві

Обов'язковою складовою практично всіх сучасних технологій вирощування с.-г. культур є передпосівна обробка насіння проти шкочочинних організмів. Щорічно для цього використовуються тисячі тонн небезпечних отрутохімікатів.

Передпосівна обробка насіння екологічно чистими електротехнологічними методами (УФ та ІЧ випромінюванням) сприяє підвищенню врожайності, наприклад пшениці на 21-29 г/м².

Мікрохвильове поле пригнічує комплекс фітопатогенів насіння (сажка, фузарії, гнилі) під час його передпосівної обробки.

Мікрохвильове поле по-перше, позитивно впливає на схожість насіння, по-друге, некондиційне насіння частково доводиться до кондиційного за схожістю, вирішуючи проблему насінництва за дефіциту посівного матеріалу. Одночасно в рослинницькій продукції підвищується вміст сухих речовин, цукру, аскорбінової кислоти, b-каротину та інших корисних сполук, зменшується вміст нітратів і важких металів.

Рекомендована література

1. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії : підручник / Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О. ; за ред. В. П. Гудзя. К. : Вища школа, 1995. 310 с.
2. Раціональні сівозміни в сучасному землеробстві / за ред. І. П. Примака. Біла Церква, 2003. 384 с.
3. Клименко М.О. Основи та методологія наукових досліджень: Навч. посібник / М.О. Клименко, В.П. Фещенко, Н.М. Вознюк - Київ: Аграрна освіта, 2010 – 351 с.
4. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник / Е.Р. Ермантраут, М.А. Бобро, Т.І. Гопцій та ін. Харк. нац. аграрн. ун-т ім. С.В. Докучаєва. Х., 2008. 64 с.
5. Паламарчук В.Д. Системи сучасних інтенсивних технологій (2-ге видання виправлене та доповнене): Навчальний посібник. / Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. – Вінниця: ФОП «Рогальська І.О.», 2012. – 370 с.
6. Сучасні технології в рослинництві та умови їх реалізації. Центр наукового забезпечення агропромислового виробництва Вінницької області. – Вінниця, 2000. – 92 с.
7. Зінченко О.І. Програмування врожайності сільсько-господарських культур : підруч. Умань : Редакційно-видавничий відділ Уманського НУС, 2015. 310 с.