

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

Методичні рекомендації

для лабораторних занять та самостійної роботи з дисципліни
**«ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА ТА
ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНЕ РОСЛИННИЦТВО»**
зі студентами спеціальності 201 «Агрономія»
за освітнім рівнем «Магістр»

Харків, 2018

УДК 631.4:550.8

Методичні рекомендації для лабораторних занять з дисципліни «Екологічні проблеми землеробства та еколого-біологічне рослинництво» зі студентами спеціальності 201 «Агрономія» за освітнім рівнем «Магістр» / укл.: Коляда О.В., Коляда В.П., Корчашкіна Л.А. Харків: ЛНАУ, 2018. 36 с.

У методичних рекомендаціях для лабораторних занять викладено короткі відомості про основні екологічні проблеми землеробства та загальні положення еколого-біологічного рослинництва. Представлено екологічні, біологічні, біоенергетичні, агрохімічні та агротехнічні основи рослинництва, а також проаналізовано основні біоекологічні фактори та їх роль у сучасному рослинництві.

Укладачі:

Коляда Ольга Василівна, старший викладач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, к. с.-г. н.

Коляда Валерій Петрович, старший викладач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, к. с.-г. н.

Корчашкіна Любов Анатоліївна, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, к.б.н.

Рецензент:

Солошенко Василь Іванович, доцент кафедри селекції, рослинництва та захисту рослин, к. с.-г. н.

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, протокол № 3 від 31 жовтня 2018 р.

Розглянуто і затверджено на засіданні Методичної комісії агрономічного факультету, протокол № 3 від 01 листопада 2018 р.

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради агрономічного факультету, протокол № 4 від 01 листопада 2018 р.

Призначено для студентів напрямів підготовки 201 «Агрономія» за освітнім рівнем «Магістр» денної та заочної форми навчання

ЗМІСТ

Вступ	4
Тема 1. Значення раціональної структури землекористування в Україні та її екологічне оцінювання	
Лабораторна робота 1.1. Визначення ступеню с.-г. використання земельного фонду України	5
Тема 2. Кислотна деградація ґрунтів. Дегуміфікація ґрунтів	
Лабораторна робота 2.1. Оцінка розвитку процесів декальцинації та дегуміфікації ґрунтів	7
Тема 3. Меліорація солонцевих ґрунтів. Агрофізична деградація ґрунтів	
Лабораторна робота 3.1. Основні способи меліорації солонцевих ґрунтів та основні показники агрофізичної деградації.....	11
Тема 4. Захист ґрунтів від ерозії	
Лабораторна робота 4.1. Розрахунок допустимих втрат ґрунту від ерозії.....	14
Тема 5. Екологічні проблеми зрошуваного землеробства	
Лабораторна робота 5.1. Особливості отримання врожаїв в умовах розрахунку норм поливу та на осушених землях.....	16
Тема 6. Проблеми екологічного моніторингу ґрунтів у сучасному землеробстві України	
Лабораторна робота 6.1. Дослідження показників ґрунтового моніторингу та сфери його проведення.....	19
Тема 7. Екологічні основи рослинництва	
Лабораторна робота 7.1. Основні заходи щодо поліпшення екологічних умов середовища на полях.....	21
Тема 8. Біологічні основи рослинництва	
Лабораторна робота 8.1. Основні біологічні особливості культур.....	22
Тема 9. Агротехнічні основи рослинництва	
Лабораторна робота 9.1. Мінімізація обробітку та агротехнічні заходи при догляді за посівами.....	25
Тема 10. Агрохімічні основи рослинництва	
Лабораторна робота 10.1. Види добрив та їх класифікація.....	21
Тема 11. Біоенергетичні основи рослинництва	
Лабораторна робота 11.1. Визначення енергетичної ефективності вирощування культур.....	29
Тема 12. Програмування врожаїв в системі біологічного рослинництва	
Лабораторна робота 12.1. Принципи та методи програмування врожаїв.....	32
Питання для самостійної роботи.....	35
Список використаних джерел.....	36

ВСТУП

Еколого-біологічне рослинництво – це один з найбільш перспективних напрямів застосування науково-технічного прогресу в сфері вирощування рослин (в даному випадку – сільськогосподарських культур), який передбачає аналіз рослинництва через призму його зв'язків з навколишнім природним середовищем у вигляді системи природних та антропогенних явищ і процесів. При цьому логічним чином відбувається поступовий перехід від загальних глобальних понять до більш вузькоспеціалізованих і конкретних, серед яких екологія і біологія.

Екологічні проблеми землеробства – це складова досліджень проблематики взаємодії людини з навколишнім середовищем в процесі ведення сільськогосподарського виробництва з концентрацією на вивченні впливу землеробської практики на природні комплекси та їх компоненти, взаємодію між компонентами агроєкосистем і специфіку кругообігу в них речовин, перенесення енергії, характері функціонування агроєкосистем в умовах технологічних навантажень у вигляді окремих систем землеробства.

Задачі дисципліни «Екологічні проблеми землеробства та еколого-біологічне рослинництво» полягають в тому, щоб поглибити теоретичні та практичні знання студента про сучасні особливості функціонування агроєкологічного землеробства, досягненнями науки і практики у сфері екологічного та біологічного рослинництва, а також засвоїти основні закономірності та положення, які представлені в курсі дисципліни.

Оцінювання знань студентів здійснюється відповідно до Положення про оцінювання знань і вмінь студентів Луганського національного аграрного університету. В результаті виконання лабораторних робіт студент повинен конспективно занотувати матеріал заняття та відповісти на контрольні запитання.

Тема 1. Значення раціональної структури землекористування в Україні та її екологічне оцінювання

Лабораторна робота 1.1. Визначення ступеню с.-г. використання земельного фонду України

Мета: ознайомитись із структурою земельного фонду України та провести її порівняння за ґрунтово-кліматичним зонами та окремими адміністративними областями.

Завдання: порівняти ступінь розораності, частку ріллі і бонітети ґрунтів за ґрунтово-кліматичними зонами України.

Раціональна структура землекористування включає в себе екологічно допустиме співвідношення між площами ріллі, природних угідь, лісових і водних ресурсі

Що стосується земельного фонду України, то за останні п'ять років в його структурі змін практично не відбулося. Площа загальної території у 2010 р. становила 60337,5 тис. га, а в 2015 р. – 60423,7 тис. га. Площі сільськогосподарських угідь за останні період п'ять років зменшилися з 68,9 до 68,7%. Серед сільськогосподарських угідь площі ріллі зросли на 0,1%, а площа перелогів, сіножатей та пасовищ зменшилася на 0,1% (табл. 1.1.).

Таблиця 1.1.

Динаміка змін структури земельного фонду України у розрізі земельних угідь за період з 2010 по 2015 рр.

Основні види земельних угідь	Земельний фонд України, тис. га			
	2010 рік	% до площі загальної території	2015 рік	% до площі загальної території
Загальна територія, у тому числі:	60337,5		60423,7	
Сільськогосподарські угіддя, з них:	41569,4	68,9	41511,7	68,7
рілля	32478,4	53,8	32531,1	53,9
перелogi	320,8	0,5	239,4	0,4
багаторічні насадження	897,7	1,5	892,2	1,5
сіножаті і пасовища	7899,5	13,1	7848,3	13,0
Ліси та інші лісовкриті площі	10591,9	17,6	10630,3	17,6
Забудовані землі	2499,1	4,1	2550,4	4,2
Відкриті заболочені землі	979,4	1,6	982,6	1,6
Відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом	1029,9	1,7	1015,8	1,7
Інші землі	1244,3	2,1	1256,5	2,1
Території під поверхневими водами	2423,5	4,0	2476,4	4,1

Категорії земельних угідь, такі як ліси та інші лісовкриті площі, відкриті заболочені землі, відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом, інші землі не зазнали змін протягом 2010-2015 рр. Територія забудованих земель зросла від 2499,1 тис. га до 2550,4 тис. га.

Загальна площа земель в Україні становить майже 60,4 млн. га. З них біля 70% – землі сільськогосподарського призначення, з яких щорічно обробляється понад 32 млн. га. Для порівняння, у Польщі під сільгоспвиробництво задіяні вдвічі менші площі – 14 млн га, в Німеччині – 12 млн га, у Румунії – 9 млн га, Франції – 18,1 млн га, Іспанії – 16,2 млн га, Великобританії – 6,5 млн га, що свідчить про низьку ефективність земель сільськогосподарського призначення в Україні.

Класифікацію використання земельних ресурсів за ґрунтово-кліматичними зонами України станом на 2015 р. представлено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2.

Сільськогосподарське використання земельного фонду України

Зона, область	Земельний фонд, тис. га						
	Усього	У т.ч. с.г. про дукції	З них ріллі	Розо- раність ,%	Переведено ріллі у корм.угід., заліснено	Залишено ріллі у госпо- дарствах	Розо- раність, %
Степ	25020	19276	15960	82,8	4860	11100	58,1
Луганська	2668	1914	1468	76,7	449	1018	52,8
Донецька	2652	2055	1690	82,2	555	1135	54,1
Лісостеп	20292	14802	12640	85,4	3623	9017	61,2
Харківська	3141	2428	1997	82,3	569	1428	58,3
Полісся	15044	8324	5742	69	1632	4110	49,7
Волинська	2014	1086	697	64,2	201	496	45,5
Всього по Україні	60338	42402	34342	81	10115	24227	5,5

Інші показники, які характеризують структуру землекористування – схилів землі під активною дією водної ерозії, під забудовою і т.д.

Основою економічної оцінки земель є бонітування ґрунтів. Критеріями бонітування ґрунтів є їх природні діагностичні ознаки (параметри) й ознаки, набуті у процесі окультурювання, які корелюють з урожайністю основних сільськогосподарських культур, а при бонітуванні кормових культур – з продуктивністю сінокосів і пасовищ.

Бонітування ґрунтів у системі земельного кадастру є науковою основою раціонального і високопродуктивного використання земельних ресурсів країни, підвищення родючості ґрунтів і врожайності сільськогосподарських культур.

Показники бонітування ґрунтів забезпечують планові органи і сільськогосподарські підприємства необхідною інформацією про землю, як головний засіб виробництва у сільському господарстві. Ці дані потрібні для

науково обґрунтованого визначення плати за землю, планування, організації, розміщення і спеціалізації сільського господарства, оцінки результатів виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств, удосконалення системи господарсько-договірних відносин, державних і ринкових цін на сільськогосподарську продукцію, матеріально-технічне постачання, оподаткування, кредитування тощо.

Бонітет ґрунтів за основними сільськогосподарськими культурами залежно від ґрунтово-кліматичної зони представлено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3.

**Бонітет ґрунтів за основними сільськогосподарськими культурами
залежно від ґрунтово-кліматичної зони**

Зона, область	Культура							
	Технічні та кормові культури	Зернові (без кукурудзи)	Озима пшениця	Кукурудза	Цукрові буряки	Картопля	Соняшник	Льон
Полісся								
Волинська	47	47	48	-	63	67	-	54
Лісостеп								
Харківська	59	61	64	47	55	-	74	-
Степ								
Луганська	48	51	54	44	-	-	66	-
Донецька	59	63	58	51	-	-	79	-
Україна	60	62	61	61	62	63	70	-

Питання для самоконтролю.

1. Дайте визначення терміну оптимізація землекористування?
2. Охарактеризуйте сучасну структуру земельного фонду України.
3. Чи вважаєте ви задовільною існуючу структуру землекористування в Україні? Чому?
4. Що таке бонітет ґрунтів?

**Тема 2. Кислотна деградація ґрунтів. Дегуміфікація ґрунтів
Лабораторна робота 2.1. Оцінка розвитку процесів декальцинації та дегуміфікації ґрунтів.**

Мета: ознайомитись з основними характеристиками та особливостями оцінювання процесів декальцинації та дегуміфікації ґрунтів.

Завдання: дослідити основні показники оцінювання кислотної деградації та дегуміфікації ґрунтів.

Основними причинами дегуміфікації є зменшення кількості рослинних решток, що надходять в ґрунт, зміна їх якісного складу, підсилення

мікробіологічної діяльності та перемішування більш гумусованого верхнього шару з нижнім менш гумусованим.

Особливе значення при **кислотній деградації** ґрунтів відіграють кислотні дощі, низький рівень внесення органічних добрив, необґрунтовано високе використання засобів хімізації, кислотність води, промислові викиди з сульфідами та оксидами металів, окиснення сульфідів заліза та мангану. Оскільки підкислення зростає при збільшенні кількості мінеральних добрив, доцільно описати процес у часі використовуючи показники гідролітичної кислотності, час спостереження, доза азоту на 1 га сівозміни, кг.

Основні характеристики декальцинації та дегуміфікації ґрунтів представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Характеристика процесів дегуміфікації та декальцинації ґрунтів

Причина деградації	Показники погіршення властивостей ґрунтів	Морфологічні ознаки погіршення ґрунтів
Дегуміфікація		
Недостатнє внесення органічних добрив; інтенсивний обробіток ґрунту; необґрунтоване поглиблення орного шару; відчуждження з поля нетоварної частини врожаю; внесення високих норм фізіологічно-кислих добрив; підсилення процесів ерозії та дефляції; необґрунтована структура посівних площ; недостатні площі посівів багаторічних трав і ін.	Зменшення вмісту і запасів гумусу в ґрунті; зниження протиерозійної стійкості, падіння потенційної та ефективної родючості.	Освітлення верхнього гумусовоаккумулятивного горизонту; розпилення структурних окремоостей; ущільнення ґрунту.
Кислотна деградація (декальцинація)		
Випадання кислих атмосферних опадів; довгострокове внесення фізіологічно кислих мінеральних добрив; низький рівень застосування органічних добрив та хімічних меліорантів.	Зміни у складі ґрунтового вбирного комплексу; підвищення вмісту обмінних катіонів H^+ та Al^{3+} ; втрати гумусу; зниження рН ґрунту.	Освітлення верхнього горизонту ґрунту; поява борошнистої кремьанки на структурних окремоостях; зниження лінії скипання від 10% HCl.

Оцінку ступеня деградації ґрунтів, зокрема і декальцинації та дегуміфікації, проводять трьома шляхами, а саме:

1. Порівнюючи деградований ґрунт з еталоном. Еталон – це значення певного показника або параметр, характерний для цілих ґрунтів, сформованих у типових для цієї місцевості умовах;

2. Порівнюючи параметри ґрунтів, що досліджуються, з аналогічними фоновими параметрами. Фон – це середнє значення певного показника, характерне для недеградованих ґрунтів вибраної території.

3. За абсолютними показниками якості ґрунту (незважаючи на природні властивості ґрунтів), використовуючи розроблені та стандартизовані нормативи якості ґрунтів.

Для вибору найбільш ефективних заходів поліпшення чи підтримання властивостей ґрунтів у сприятливому інтервалі значень необхідно визначити ступінь їх деградації. З цією метою використовують діагностичні критерії ступеня деградації, представлені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2.

**Діагностичні критерії ступеня деградації ґрунтів
(О.Ф. Гнатенко, М.В. Капшик, Л.Р. Петренко, С.В. Вітвіцький, 2005)**

Показники	Ступінь деградації ґрунтів, недобір врожаю, %			
	Слабка, до 10	Середня, 10–50	Сильна, 50–90	Повна, 90–100
Дегуміфікація				
Зменшення вмісту гумусу, % від вихідного	до 20	20–40	40–60	> 60
Вторинне підкислення				
pH _{KCl}	5,5–5,0	5,0–4,5	4,5–4,0	< 4,0
H _T , мг-екв на 100г ґрунту	3–4	4–5	5–6	>6,0
Сума увібраних катіонів, мг-екв на 100г ґрунту	20–15	15–10	10–5	< 5

Для прогнозування **дегуміфікації** в сівозмінах проводять розрахунки балансу гумусу в них. У розрахункових методах баланс гумусу являє собою різницю між статтями його надходжень та ви-трат за певний інтервал часу, найчастіше за ротацію сівозміни.

Статті приходу в балансі гумусу складаються з надходження гумусу в ґрунт з органічними рештками (поверхневими і кореневими) сільськогосподарських культур, гноєм та іншими органічними добривами, посівним і посадочним матеріалом зв'язування вуглекислого газу атмосфери та ґрунтового повітря синьозеленими водоростями й гетеротрофною мікрофлорою ґрунту.

Стаття витрат – це мінералізація органічної речовини за умов прийнятої технології вирощування сільськогосподарських культур, винос гумусу з

кореневмісного шару ґрунту з внутрішньо-ґрунтовим та вертикальним стоком і втрати, що зумовлені вод-ною ерозією і дефляцією ґрунтів.

В Україні для розрахунку балансу гумусу широко застосовують метод Г.Я. Чесняка (1987), за яким середньорічний баланс гумусу в ґрунті визначають за формулою

$$B_i = \frac{\sum \Pi_1 + \sum \Pi_2 - \sum P}{t} \quad (2.1.)$$

де B_0 – 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, що мінералізується під культурами за ротацію сівозміни, т/га;

t – тривалість ротації, роки.

Баланс гумусу складають для орного шару і для всього профілю ґрунту. З практичною метою найчастіше обмежуються розрахунком балансу для орного шару ґрунту, в якому процеси мінералізації і гуміфікації найінтенсивніші і значною мірою регулюються. Зниження вмісту гумусу в орних ґрунтах є наслідком багаторічного від'ємного балансу, зумовленого інтенсивним використанням ґрунтів і недостатнім надходженням у них органічної речовини.

При внесенні 1 т гною може утворитися гумусу в ґрунтах Степової зони – 56 кг, Лісостепової – 54, Полісся – 42 кг.

Головним заходом боротьби з **декальцинацією ґрунту**, особливо при внесенні мінеральних добрив, є вапнування. Дозу вапна розраховують за наступною формулою:

$$D = H_r \times 1,5 \quad (2.2.)$$

де D – норма вапна, т/га;

H_r – гідролітична кислотність, мг-екв/100г;

1,5 – кількість CaCO_3 (т/га), витраченого на нейтралізацію 1 мг-екв. гідролітичної кислоти на площі 1 га.

де D – доза CaCO_3 , т/га

ΔpH – різниця між оптимальним та фактичним значенням $pH_{\text{КСІ}}$;

x – норматив витрат CaCO_3 для зміщення pH на 0,1 у т/га.

Питання для самоконтролю.

1. Що представляють собою процеси декальцинації та дегуміфікації?
2. За якою формулою розраховують дозу вапна для внесення?
3. Що виступає основними причинами декальцинації та дегуміфікації ґрунтів?

4. Назвіть основні діагностичні критерії декальцинації та дегуміфікації ґрунтів.

Тема 3. Меліорація солонцевих ґрунтів. Агрофізична деградація ґрунтів Лабораторна робота 3.1. Основні способи меліорації солонцевих ґрунтів та основні показники агрофізичної деградації

Мета: ознайомитись з основними меліоративними заходами на солонцевих ґрунтах та показниками агрофізичної деградації ґрунтів.

Завдання: дослідити та вивчити основні меліоративні заходи на солонцевих ґрунтах та показники агрофізичної деградації ґрунтів.

Основними меліоративними заходами поліпшення солонцевих ґрунтів представлені у табл. 3.1.

Дія гіпсу проявляється у витісненні в ГВК обмінного натрію внесеним кальцієм, внаслідок чого зменшується рухомість ґрунтових колоїдів (гумусу, глини, заліза і т.д.). У якості природних та штучних меліорантів солонцевих ґрунтів використовують такі промислові відходи – фосфогіпс, сірчаноокисле залізо, сірчану кислоту, дефекат цукрових заводів, хлористий кальцій і т.д.. У процесі проведення глибокого обробітку руйнується щільний солонцевий горизонт і до орного шару залучаються природні меліоранти.

Таблиця 3.1.

Характеристика меліоративних заходів

Назва заходу	Основні характеристики заходу
Будівельні заходи	<ul style="list-style-type: none"> - боротьба з втратами води на фільтрацію; - автоматизація водорозподілу; - застосування техніки для поливу, що виключає живлення ґрунтових вод; - недопускання затоплення зрошуваних земель паводковими водами; - високоякісне будівельне планування земель з точністю не менше ± 5 см; - влаштування сучасних колекторно-дренажної і скидної мережі; - оснащення гідромеліоративних систем створами спостережних свердловин, п'єзометрів, водомірних та інших гідротехнічних споруд.
Фізичні методи	<ul style="list-style-type: none"> - глибока оранка; - розпушування; - піскування.
Біологічні методи	<ul style="list-style-type: none"> - вирощування сільськогосподарських культур як меліорантів; - внесення органічних добрив.

Продовження таблиці 3.1.

<p align="center">Організаційні і агротехнічні заходи</p>	<ul style="list-style-type: none"> - суворе дотримання обґрунтованих сівозмін, закріплених за виконавцями на період не менше однієї ротації; - раціональне диференціювання періодично глибоких оранок ґрунту з врахуванням їх агровиробничих властивостей; - щорічне передпосівне вирівнювання поверхні ґрунту, при можливості за допомогою комбінованих агрегатів; - посів насіння високих кондицій в оптимальні строки з внесенням в рядки мінеральних добрив для отримання дружних сходів; - своєчасні регулярні поливи, при необхідності – підтримання промивного режиму зрошення, обов'язковий міжрядний обробіток просапних культур після поливу; - осінні, при необхідності – зимові і ранньовесняні вологозарядкові поливи сільськогосподарських угідь із зволоженням ґрунту в шарі 1-2 м, особливо на землях, схильних до сезонного засолення; - дотримання системи заходів боротьби з бур'янами на полях, межах, дорогах і каналах – на всій площі землекористування; - використання зональної системи органічних і мінеральних добрив та захисту від шкідників та хвороб; - мульчування поверхні ґрунту між рядами просапних культур для зниження втрат вологи на випаровування і для збагачення ґрунту органікою.
<p align="center">Хімічні методи</p>	<p>внесення гіпсу, вапна, кислотних сірковмісних речовин.</p>
<p align="center">Експлуатаційні заходи</p>	<ul style="list-style-type: none"> - суворе дотримання плану водокористування системи при цілодобовому поливі; - нормування водоподачі, дотримуватись режимів зрошення сільськогосподарських культур; - підвищення ККД зрошувальної системи; - недопущення нерегульованого затоплення посівів.
<p align="center">Лісомеліоративні заходи</p>	<ul style="list-style-type: none"> - полезахисні лісосмуги для покращення мікроклімату, зниження втрат води на випаровування, особливо при дощуванні; - яружно-балочні насадження для боротьби з водною ерозією; - лісосмуги вздовж доріг, дамб і головних дрен (колекторів) для їх захисту від засипання піском і висохлим бур'яном.

Норму внесення гіпсу для меліорації солонців та засолених ґрунтів визначають за формулою:

$$H=0,086* (Na - 0,1E)*h*d, \quad (3.1.)$$

Де H – норма гіпсу ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), т/га

E – ємність поглинання, мг екв/100 г ґрунту

Na – вміст увібраного натрію, мг екв/100 г ґрунту

h – глибина меліоративного шару ґрунту, см

d – щільність ґрунту, г/см³

Основними агрофізичними властивостями, зміна яких негативно впливає на ґрунт є:

- зростання брилуватості;
- зростання розпорошеності;
- зниження умісту агрономічно цінних агрегатів;
- зменшення водотривкості ґрунтової структури;
- зменшення механічної міцності;
- зменшення пористості агрегатів розміром від 5 до 0,25%.

Зміна цих властивостей впливає на зменшення глибини кореневмісного шару, зниження польової вологоємності, діапазону активної вологи, її доступності рослинам, рухомість елементів живлення. Значення перерахованих вище показників відображено в низці довідникових матеріалів. Нижче у вигляді прикладу наведено таблицю 3.2. з основними водно-фізичними властивостями ґрунтів, зміна яких свідчить про необхідність перевірки інших агрофізичних показників ґрунту.

Таблиця 3.2.

Характеристика водно-фізичних властивостей основних видів і різновидностей ґрунтів

Вид, різновидність ґрунту	Механічний Склад	Найменша вологоємність, мм	Недоступна волога, мм	Максимально можливі запаси доступної вологи, мм
Світло-сірі опідзолені	Супіщано-легкосуглинковий	270	70	200
Сірі опідзолені	Легкосуглинковий	290	110	190
Темно-сірі опідзолені	Середньо-суглинковий	300	120	180
Чорноземи опідзолені	Легкосуглинковий	310	120	190
Чорноземи типові глибокі	Середньо-суглинковий	310	140	180
Чорноземи карбонатні лучні	Легкосуглинковий	300	110	190

Продовження таблиці 3.2.

Чорноземи лучні солончакові	Суглинковий	300	145	160
Чорноземи звичайні	Легкосуглинковий	305	130	175
Те ж	Середньо-суглинковий	330	170	160
--/--	Важкосуглинковий	350	195	155
Чорноземи південні мало гумусні	Середньо-суглинковий	320	170	150
Чорноземи південні солонцюваті	Важкосуглинковий	330	190	140
Темно-каштанові солонцюваті	Супіщано-легкосуглинковий	245	115	130
Те ж	Важкосуглинковий	340	200	140
--/--	Середньо-суглинковий	315	165	150
Чорноземні ґрунти на пісках	Легкопіщано-пилуваті	200	80	120

Питання для самоконтролю.

1. Які джерела отримання інформації про агрофізичні властивості ґрунтів Ви знаєте?
2. Які способи меліорації солонцевих ґрунтів Ви знаєте та від чого вони залежать?
3. Зміна яких агрофізичних властивостей ґрунтів негативно впливає на їх стан?
4. Як розраховують норму внесення гіпсу для меліорації солонців та засолених ґрунтів?

Тема 4. Захист ґрунтів від ерозії

Лабораторна робота 4.1. Розрахунок допустимих втрат ґрунту від ерозії

Мета: ознайомитись з методикою розрахунку допустимих ерозійних втрат ґрунту.

Завдання: навчитися розраховувати допустимі втрати ґрунту від ерозії.

Допустимими ерозійними втратами ґрунту прийнято вважати максимальну швидкість щорічних ерозійних втрат, котра дозволяє зберегти необмежено високий рівень родючості ґрунту.

На сьогодні запропоновано ряд підходів до оцінки допустимих ерозійних втрат ґрунту. **За допустимі втрати ґрунту в результаті змиву частіше за все приймається рівень втрат, що відповідає швидкості ґрунтоутворення.** Через відсутність достатньо точних методів визначення швидкості ґрунтоутворення,

допустимі втрати зазвичай оцінюють за швидкістю природного ґрунтоутворення з введенням приблизних поправок на антропогенний фактор. Внаслідок цього значення допустимих втрат варіюють у досить широкому діапазоні, навіть для одного типу ґрунту, а їх застосування не гарантує збереження ґрунтового покриву.

З огляду на відсутність єдиних затверджених наукових нормативів розрахунку допустимих втрат ґрунту від ерозії, ми вважаємо за доцільне посилатися на «Тимчасові мінімальні норми допустимої ерозії» за Лавровським А. Б. та ін., 1990 р.. Автором запропоновано розраховувати норму ерозії за швидкістю гумусоутворення у верхньому шарі ґрунту та потребою для цієї мети органічного матеріалу.

У вигляді формули це можна представити так:

$$A_R = 10^{-3} X_E^{2,7} \cdot (5,0 - 0,04 \cdot X_c - 0,1 \cdot X_h + 0,1 \cdot X_{cc}) X_a X_{ri} X_{of} X_p, \quad (4.1.)$$

де A_R – величина втрати ґрунту, т/га;

X_E – середньозважена сумарна кінетична енергія ерозійної частини зливових опадів, кДж/м²;

X_c – вміст фізичної глини (суми частинок менше 0,01 мм), %; X_h – вміст гумусу, %;

X_{cc} – вміст карбонатів (CaCO₃), %;

X_a – ухил, град.;

X_{ri} – фактор рельєфу (форма схилу, експозиція – загальна довжина і ширина), м;

X_{of} – відкритість фону, %;

X_p – фактор ефективності деяких ґрунтозахисних заходів, %.

При цьому річні втрати ґрунту класифікують за шкалою представленою у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Класифікація річних втрат ґрунту в результаті ерозії

Тип ерозії	Річні втрати ґрунту, т/га
Незначна	До 0,5
Слабка	0,5–1,0
Середня	1,0–5,0
Сильна	5,0–10,0
Дуже сильна	Більше 10,0

Допустимі втрати ґрунту за Лавровським А. Б. не повинні перевищувати 0,2–0,5 т/рік: на менш родючих ґрунтах – 0,2 т/рік, на більш родючих – 0,5 т/рік. Науковцями Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» (С. А. Балюк, Д. О. Тімченко, М. М. Гічка та ін.) визначено допустимі норми ерозії для основних типів (підтипів) ґрунтів України в залежності від ступеня еродованості (табл. 4.2.).

Допустима норма ерозії для основних типів (підтипів) ґрунтів України в залежності від ступеня еродованості (регіональний рівень), т/га за рік

Тип (підтип) ґрунту	Ступінь еродованості ґрунтів			
	Не еродовані	Слабо	Середньо	Сильно
Сірі та темно-сірі	0,2	0,6	1,3	1,7
Типові чорноземи	0,2	0,6	1,1	1,5
Звичайні чорноземи	0,1	0,3	0,6	1,1
Південні чорноземи	0,2	0,4	0,7	1,2
Каштанові та темно-каштанові	0,2	0,7	0,9	1,2

Питання для самоконтролю.

1. Від яких параметрів залежить величина допустимих ерозійних втрат ґрунту?
2. Назвіть обсяги допустимих втрат ґрунту, залежно від типу ерозії.
3. Які норми допустимих ерозійних втрат, залежно від типу ґрунту та ступеню еродованості?

Тема 5. Екологічні проблеми зрошуваного землеробства

Лабораторна робота 5.1. Особливості отримання врожаїв в умовах розрахунку норм поливу та на осушених землях

Мета: ознайомитись з методикою розрахунку можливих обсягів врожаїв в умовах додаткового поливу та на осушених землях.

Завдання: засвоїти методи розрахунку обсягу врожаїв з урахуванням додаткового розрахунку норм поливу та в умовах ефективного регулювання водно-повітряного режиму.

Величину можливого врожаю за умов зрошення визначають за надходженням і коефіцієнтом використання ФАР, а потім, виходячи з цього врожаю, розраховують норму поливу.

Спочатку визначають сумарне водоспоживання культур M_c , тобто загальну витрату води на транспірацію і випаровування з ґрунту, яке залежить від величини врожаю, рівня агротехніки та кліматичних умов:

$$M_c = V \cdot K \quad (5.1)$$

де V – врожай продуктивної культури, т/га; $K = M_c \cdot V$ – витрати води на одиницю врожаю за певного рівня агротехніки, м³/т.

Загальну норму поливу можна визначити за рівнянням:

$$M_z = M_c - A - (W_{II} - W_K) - W_{z.v} \quad (5.2)$$

де: M_z – кількість води, яку необхідно подати культурі за зрошувальний період для одержання врожаю, $m^3/\text{га}$;

A – кількість атмосферних опадів за період вегетації, $m^3/\text{га}$;

$\&$ – коефіцієнт використання опадів (0,6-0,7);

W_{Π} – запаси продуктивної вологи в зрошуваному шарі ґрунту (1,0-0,7 м) при сівбі, $m^3/\text{га}$;

W_K – те саме, при збиранні врожаю, $m^3/\text{га}$;

$W_{Г.В.}$ – поповнення води за рахунок ґрунтових вод, $m^3/\text{га}$.

Разову норму поливу визначають за формулою:

$$m = 100 \cdot H \cdot P \cdot (B - b) \quad (5.3.)$$

де m – разова норма поливу, $m^3/\text{га}$;

H – товщина шару ґрунту, м;

P – щільність ґрунту, $\text{г}/\text{м}^3$;

B – польова вологість ґрунту, % ;

b – передполивна вологість ґрунту, %.

Внесення органічних і мінеральних добрив знижує витрату води на створення одиниці врожаю на 25-50 %.

Крім цього рекомендують крім коефіцієнта корисної дії ФАР і вологозабезпеченості посівів визначати рівень врожаю за ефективною родючістю ґрунту і приростом від внесення добрив.

Рівень запланованого врожаю визначають за формулою:

$$U_{\text{пр}} = (B_p : U_b \cdot K) + (D_m \cdot O_m) + (D_o \cdot O_o) \quad (5.4.)$$

де $U_{\text{пр}}$ – врожай, що планується;

B_p – бал ріллі;

U_b – ціна бала, кг основної продукції культури, що прогнозується;

K – поправочний коефіцієнт на агрохімічні властивості ґрунту;

D_m – доза мінеральних добрив, кг поживної речовини;

O_m – окупність мінеральних добрив, кг основної продукції на 1 кг NPK;

D_o – доза органічних добрив, т/га;

O_o – окупність органічних добрив, кг/т основної продукції.

Осушені землі які використовуються в сільськогосподарському виробництві різноманітні за своїми агрохімічними властивостям. До них відносяться осушені торф'яники, дерново-підзолисті глейові і лучно-чорноземні осушені ґрунти.

Оптимальні рівні ґрунтових вод для органічних осушених ґрунтів в межах 50–60 см на початку вегетації і 65–85 см при інтенсивному розвитку трав, 60–65 і 70–90 см для зернових, 65–70 і 80-95 см – для кукурудзи на силос і картоплі.

Для мінеральних осушених ґрунтів оптимальні рівні ґрунтових вод визначаються 50–60 см у весняний період і в подальшому можуть бути на глибині

70–90 см для зернових культур, 60–75 см для багаторічних трав, до 90-100 см для кукурудзи, цукрових і кормових буряків.

Особливістю отримання врожаїв на осушених землях є необхідність детального обліку і ефективного регулювання водно-повітряного режиму. Оптимальною вологістю кореневмісного шару для більшості сільськогосподарських культур є 70-80% ПВ. Для створення сприятливого водного режиму необхідно, щоб кореневмісний шар, глибина якого в зоні осушення становить 0,5 м, знаходився в постійному гідравлічному зв'язку з зоною інтенсивного капілярного притоку вологи від рівня ґрунтових вод.

Для визначення рівня врожайності по вологозабезпеченості сільськогосподарських культур на осушених з регульованим водно-повітряним режимом ґрунтах використовують формулу:

$$КУ_{в.о.} = (W + O + W_{г.в.}) / K_w \quad (5.5.)$$

де: $КУ_{в.о.}$ – врожайність за рахунок ресурсів вологи на осушених ґрунтах, т/га;

W – запаси продуктивної вологи в шарі 0,5 м на початку вегетації, мм; O – сума опадів за період вегетації, мм;

$W_{г.в.}$ – кількість вологи яка надходить в шар 0,5 м за рахунок капілярного притоку від рівня ґрунтових вод, мм;

K_w – коефіцієнт сумарного водоспоживання.

Визначення рівня врожайності за рахунок родючості осушеного ґрунту проводять за формулою:

$$ДВУ_{о.п.} = (\Pi V K_{п.} h) / B \cdot 100 \quad (5.6.)$$

де $ДВУ_{о.п.}$ – дійсно можлива врожайність на осушеному ґрунті, т/га;

Π – вміст поживних речовин в розрахунковому шарі ґрунту, мг/100 г ґрунту;

V – об'ємна маса ґрунту, г/см³;

$K_{п.}$ – відсоток використання поживних елементів із ґрунту;

h – глибина розрахункового шару, см;

B – виніс поживних речовин врожаєм, кг/га.

Вміст поживних речовин в ґрунті (Π), на якому планується отримати врожай, визначають за агрохімічними картографіями. Внесення азотних добрив на осушених торфових ґрунтах не планують, оскільки вміст його достатній, для одержання запрограмованих врожаїв. Використання фосфору і калію із осушених ґрунтів беруть із відповідних довідників. Послідуочий розрахунок запланованого врожаю і потребу в добривах для його одержання проводять згідно існуючих загальновідомих методик.

Питання для самоконтролю:

1. За допомогою яких показників визначають величину можливого врожаю за умов зрошення?

2. Що покладено в основу визначення загальної та разової норм поливу?
3. Що на Вашу думку визначає рівень врожаю в умовах зрошення?
4. Які Ви знаєте ще особливості отримання врожаїв на осушених землях?

Тема 6. Проблеми екологічного моніторингу ґрунтів у сучасному землеробстві України

Лабораторна робота 6.1 Дослідження показників ґрунтового моніторингу та сфери його проведення

Мета: ознайомитися з особливостями проведення ґрунтового моніторингу.

Завдання: засвоїти алгоритм проведення ґрунтового моніторингу.

Ґрунтовий моніторинг є складовою загального екологічного моніторингу.

Моніторинг ґрунтового покриву – система стійких спостережень, діагностування, прогнозування та вироблення рекомендацій щодо управління станом ґрунтів з метою збереження і відтворення їх родючості.

За масштабами спостережень та узагальненнями отриманої інформації виділяють локальний, регіональний і глобальний види моніторингу ґрунтів.

В Україні розроблена концепція ґрунтового моніторингу, згідно з якою мета моніторингу – отримання інформації для вироблення управлінських рішень щодо стабілізації і поліпшення якості ґрунтів, екологізації землеробства та досягнення кінцевого результату – розширеного відтворення ґрунтової родючості. Земельним кодексом України передбачено проведення моніторингу ґрунтового покриву як основи практичних заходів щодо екологічного оздоровлення ґрунтів.

Об'єктами ґрунтового моніторингу є основні типи, підтипи, роди, види та різновиди ґрунтів, які обираються в межах ґрунтової провінції і максимально відображають мозаїчність ґрунтового покриву, всі види і рівні антропогенного навантаження.

Завдання моніторингу ґрунтів:

- підтримання здатності ґрунтів до регуляції циклів біофільних елементів;
- контролювання і запобігання негативному розвитку процесів ґрунтоутворення, які проявляються в дегуміфікації, ерозії, переущільненні, підтопленні, засоленні тощо;
- контроль динаміки основних фізичних, хімічних, біологічних та інших ґрунтових процесів як у природних умовах, так і при антропогенних навантаженнях;
- поліпшення родючості ґрунтів, віддачі від меліорації і хімізації та підвищення якості сільськогосподарської продукції;
- вироблення критеріїв загальної оцінки сучасного стану ґрунтового покриву.

Моніторинг ґрунтів здійснюється на території природних об'єктів (лісів, заповідників), еталонних об'єктів високого рівня сільськогосподарського використання ґрунтів (держсортдільниці, поля господарств, де запроваджено контурно-меліоративну систему землеробства), звичайних господарств.

Діяльність системи державного ґрунтового моніторингу контролюють МНС (визначення залишкової кількості пестицидів і важких металів у землях сільськогосподарських угідь); МОЗ (спостереження за хімічним та біологічним забрудненням ґрунтів на території населених пунктів); Мінагропром (радіологічні, агрохімічні та токсикологічні спостереження за ґрунтами сільськогосподарського використання); Мінлісгосп (визначення концентрації радіонуклідів, токсичних речовин у лісовому ґрунті); Держкомгідромет (визначення концентрації пестицидів, важких металів у ґрунті).

Основні польові та аналітичні роботи, які він включає в себе моніторинг ґрунтового покриву представлено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1.

Показники, які характеризують актуальні процеси в системі моніторингу ґрунту

Контрольований процес	Показники
Зміна структури ґрунтового покриву і контроль землекористування	Зміна структури ґрунтового покриву Трансформування земельних угідь Контроль оптимальності землекористування Контроль оптимальності технологій Контроль комплексної охорони ґрунтів
Оцінка темпів зміни основних процесів ґрунтоутворення	Гумусний стан Реакція ґрунтового розчину Ємність поглинання Водний режим Поживний режим Забрудненість ґрунтових вод Агрофізичні властивості Біологічна активність
Оцінка інтенсивності процесів ерозії	Площі угідь під водною та вітровою ерозією Кількість та інтенсивність зливових опадів Швидкість та тривалість вітру Площі, вкриті рослинами і їх рештками, % Зміна глибини гумусованих горизонтів Зміна властивостей еродованих ґрунтів Іригаційна ерозія
Додаткові показники контролю якості ґрунтів меліоративного фонду	Якість зрошувальних вод Рівень і склад підґрунтових вод Засоленість ґрунтів у зоні аерації Оцінка темпів спрацювання осушених торфовищ Трансформація органічної речовини Вторинне озалізнення та осолонцювання
Оцінка ефективної родючості ґрунтів	Якість рослинницької продукції

Питання для самоконтролю.

1. Дайте визначення моніторингу ґрунтового покриву.
2. Які основні завдання ґрунтового моніторингу?
3. За допомогою визначення яких показників проводять моніторинг ґрунтового покриву?
4. Що на Вашу думку визначає якість робіт з моніторингу ґрунтів?

Тема 7. Екологічні основи рослинництва

Лабораторна робота 7.1. Основні заходи щодо поліпшення екологічних умов середовища на полях

Мета: ознайомитися з основними заходами щодо поліпшення екологічних умов середовища.

Завдання: засвоїти спосіб розрахунку норм внесення відходів промисловості та компостів за їх ГДК.

У сучасних умовах для отримання якісної продукції рослинництва і тваринництва недостатньо застосування технологій, вільних від надмірної хімізації. Необхідні також чисте повітряне середовище, відсутність шкідливих викидів промислових підприємств, автомобільного транспорту та ін.

Рослини засвоюють з ґрунту лише ті поживні речовини, які їм потрібні. Однак за надлишкових концентрацій шкідливі елементи й хімічні сполуки з ґрунту потрапляють у рослини, зерно, корми, а отже, у продукцію тваринництва. Саме тому стічні води підприємств, міст, великих тваринницьких ферм і комплексів слід очищати, а найбільш шкідливі підприємства (зокрема АЕС, хімічні заводи та ін.) – переводити на замкнутий цикл водоспоживання.

Велике значення має оптимальна система азотного живлення рослин. Надмірна концентрація рухомого азоту (понад 6-8 мг/кг ґрунту) може призводити до підвищення вмісту нітратів у рослинах, що погіршує якість урожаю. Слід зазначити, що органічні добрива, які вносять в надмірних кількостях (понад 16–17 т/га сівозміни), як і мінеральні, спричинюють нагромадження нітратів та інших шкідливих сполук у продукції рослинництва.

Перед внесенням органічні добрива треба знезаражувати, очищати від насіння бур'янів, визначати їх хімічний склад.

Не можна вносити надмірні дози калійних і особливо фосфорних добрив, оскільки це може призвести до підвищення радіоактивного фону на полях у десятки разів. Так, суперфосфат іноді містить багато важких металів, зокрема урану.

Норми внесення різних відходів і компостів слід оптимізувати залежно від допустимих концентрацій важких металів у ґрунтів. Їх розраховують за наступною формулою:

$$D = (ГДК - Ф) K_1 K_2 K_3, \quad (7.1.)$$

де D – допустима норма важкого металу, кг/га,

ГДК – гранично допустима концентрація важкого металу в ґрунті, кг/га
 Ф – фоновий вміст важкого металу в ґрунті, кг/га,
 К1, К2, К3 – поправочні коефіцієнти на вміст гумусу, механічний склад, кислотність ґрунту.

До **інших** заходів, які поліпшують екологічну умови на посівах польових культур, належить насамперед раціональна система удобрення, яка значною мірою запобігає потраплянню надлишку поживних речовин добрив, зокрема нітратів, у навколишнє середовище, особливо в ґрунтові води.

Негативним екологічним фактором є безсистемний полив на зрошуваних землях, особливо надмірними поливними нормами (понад 300 — 400 м³/га). Наслідком є ерозія ґрунту, змивання і вими-вання добрив у його нижні горизонти, звідки підземним стоком вони потрапляють у водойми; збіднення верхнього шару ґрунту на кальцій, зміна співвідношення катіонів у вбирному комплексі і, як наслідок, погіршення вбирної здатності ґрунту та ін.

При меліоративно неупорядкованому землекористуванні особливо великої шкоди завдає ерозія. У боротьбі з ерозією, як дуже нега-тивним агроекологічним фактором, велике значення має ґрунтозахисна система землеробства. При її застосуванні інтенсивне рослинництво локалізують на рівнинній частині території.

Також впроваджують контурно-меліоративну систему землеробства, підтримуються рекомендацій до диференційованого використання різних агротехнологічних груп на схилах (I, II, III). Всі ці заходи доповнюють виположуванням схилів, створенням валів і каналів, спрямуванням води в задерновані лісисті лощини. У разі потреби створюють капітальні споруди – водоскидні лотки, підпірні стіни, напівзагати.

Питання для самоконтролю:

1. Назвіть основні заходи поліпшення екологічних умов середовища на полях.
2. Як розраховують допустиму норму важкого металу?
3. Які особливості екологічно безпечного внесення органічних та мінеральних добрив?

Тема 8. Біологічні основи рослинництва

Лабораторна робота 8.1. Основні біологічні особливості культур

Мета: ознайомитись з основними біологічними властивостями польових культур та основними фазами їх вегетації.

Завдання: дати характеристику біологічних особливостей основних сільськогосподарських культур.

До біологічних особливостей польових культур відносять:

- способи розмноження;
- морфологічну будову і структуру;
- реакцію на середовище і добрива;

- температуру проростання насіння;
- здатність до відростання (отавність);
- ріст і розвиток рослин;
- особливості життєвого циклу;
- тривалість періоду вегетації;
- будову, потужність та вбирну здатність кореневої системи;
- особливості наливу і досягання зерна;
- врожайність та її структуру та ін.

У злакових, бобових і хрестоцвітих та інших культур розрізняють такі **фази вегетації**:

- проростання;
- куціння у злакових;
- пагоноутворення у бобових, хрестоцвітих та стрижнекорневих;
- вихід у трубку у злакових;
- гілкування у бобових та ін.;
- колосіння (викидання волоті) у злакових;
- бутонізація;
- цвітіння;
- плодоношення.

Взагалі в розвитку кожної рослини виділяють 12 основних етапів (табл. 8.1)

Таблица 8.1.

Етапи розвитку рослин

Етап	Назва етапу	Характеристика етапу
I	Формування зародкової бруньки	Відбуваються процеси диференціації конуса наростання на різні тканини
II	Формування вегетативної сфери	Формуються вузли із зачатками листя та міжвузлів
III	Формування головної генеративної осі пагона	Формуються осі початкового суцвіття
IV	Гілкування осі генеративних пагонів	Листя зазнає різних модифікацій і стає покривним – брактеями, приквітниками або листовими обгортками, які зазвичай значно менші за справжні середні листки і часто редукуються
V	Формування і диференціація квіток	Відбувається закладання тичинки, приймочки та покривних органів квітки
VI	Етап мікро- й макроспорогенезу	У пилкових гніздах з кожної материнської клітини пилку (мікроспороцита) в результаті мейозу утворюються 4 мікроспори (тетрада) з гаплоїдним набором хромосом у кожній.
VII	Формування чоловічого і жіночого гаметофітів	Дозрівають пилкові зерна і зародкові мішки, закінчується гаметогенез. За оптимальних умов відбувається

		підготовчий процес до утворення основних груп спеціалізованих клітин жіночого гаметофіту.
VIII	Фаза виголошування у злаків, бутонізації у бобових та Інших культур	Тичинки і приймочки часто ще недозрілі, але квітки вже набувають вигляду типових і сортових ознак, характерного для прицвітника забарвлення
IX	Цвітіння, запліднення і утворення зиготи	
X	Нагромадження поживних речовин у плодах і насінні	Наливання зерна
XII	Перетворення поживних речовин на запасні	Різко зменшується вміст води в плодах і насінні і вони повністю досягають. У фотосинтезуючих органах вже немає хлорофілу. Хімічні процеси, які відбуваються при досяганні плодів, мають видову специфіку: триває синтез білків, швидко розщеплюється крохмаль, вміст цукрів залишається постійним або збільшується, вміст кислот зменшується.

Крім описаних вище екологічних та біологічних особливостей **сорти й гібриди культур** розрізняються такими особливостями:

- висотою стеблестою;
- будовою листя;
- куцистістю;
- стійкістю до ураження шкідниками і хворобами;
- морозо- та зимостійкістю;
- посухостійкістю і т.д.

Студенти повинні навести характеристику біологічних особливостей основних сільськогосподарських культур за такою схемою:

- вимоги до температури;
- вимоги до вологи;
- вимоги до світла;
- вимоги до ґрунту.

Питання для самоконтролю.

1. Які фази вегетації польових культур ви знаєте? Як їх класифікують?
2. Які біологічні особливості притаманні гібридам ви знаєте?
3. Назвіть основні етапи розвитку рослин.

Тема 9. Агротехнічні основи рослинництва

Лабораторна робота 9.1. Мінімізація обробітку та агротехнічні заходи при догляді за посівами

Мета: ознайомитися з поняттям мінімізації обробітку ґрунту, його видами та основними напрямками.

Завдання: засвоїти знання про мінімальний обробіток ґрунту та екологічну ефективність різних технологій обробітку.

Мінімізація обробітку ґрунту – новий економічно й екологічно обґрунтований напрям у науці та практиці з обробітку ґрунту, що дає змогу зменшити розпиленість, ущільнення ґрунту, скоротити енергетичні, трудові, матеріальні витрати на механізовані польові роботи, зменшенням кількості та глибини обробітків, поєднанням операцій в одному робочому процесі за екологічно обґрунтованого застосування засобів хімізації.

Напрями мінімізації обробітку наступні:

- скорочення кількості та зменшення глибини основних, передпосівних і міжрядних обробітків ґрунту в сівозміні у поєднанні із застосуванням гербіцидів для боротьби з бур'янами,
- заміна глибокого обробітку поверхневими або плоско різними знаряддями, використання широкозахватних знарядь з активними робочими органами, які забезпечують високоякісний обробіток ґрунту за один прохід,
- поєднання кількох технологічних операцій і заходів в одному процесі із застосуванням комбінованих ґрунтообробних і посівних агрегатів,
- зменшення поверхні поля під обробкою за допомогою впровадження смугового передпосівного обробітку при вирощуванні широкорядних культур у поєднанні за гербіцидами,
- пряма сівба, хімічний або нульовий обробіток – сівба насіння по стерні або в дернину з попередньою обробкою площі гербіцидами без механічного обробітку ґрунту за винятком формування мілких борозен, в які висівають насіння.

При вирішенні питання про мінімізацію обробітку ґрунту слід враховувати біологічні властивості вирощуваних рослин. За позитивною реакцією на мінімізацію обробітку ґрунту польові культури можна розташувати в такий низхідний ряд: озимі зернові, ярі зернові, соняшник, цукрові буряки, зернобобові, картопля, льон, ріпак.

Отже, перш за все мінімальний обробіток ґрунту необхідно застосовувати на чорноземних, каштанових та інших типах добре окультурених ґрунтів із сприятливими для рослин агрофізичними властивостями, а також на полях, чистих від бур'янів, або при систематичному використанні гербіцидів. Найважливішими і загальними для всіх зон умовами ефективного застосування мінімального обробітку ґрунту є високий рівень агротехніки, чітка технологічна дисципліна на полях, виконання механізованих робіт в оптимальні строки при високій якості.

Слід зазначити, що межа раціональної мінімізації обробітку тих чи інших ґрунтів не є постійною, а змінюється із зміною багатьох обставин. Так придатність

ґрунтів для мінімалізації їх обробітку можна поліпшити шляхом осушення, щільовання, гіпсування і вапнування, збільшення вмісту гумусу і покращання структури. Значно зростає можливість мінімалізації обробітку ґрунту з ростом культури землеробства.

Екологічну ефективність різних технологій обробітку наведено в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1

Екологічна ефективність різних технологій обробітку ґрунту (за І.В. Веселовським, С.В. Бегеєм)

Показник	Обробіток					
	Полицевий	Плоскорізнний	Плоскорізнний+ мульча	Мінімальний	Мінімальний+ мульча	Мінімальний+ щільовання
Втрати ґрунту від ерозії, т/га	6,7	1,1	0	0	0	0
Накопичення гумусу, т/га	1,33	1,36	1,49	1,36	1,49	1,36
Продуктивність сівозміни, ц/га корм.од.	35	37	38	37	38	37

Питання для самоконтролю.

1. Які напрями мінімізації обробітку польових культур ви знаєте? Як їх класифікують?
2. Яка екологічна ефективність притаманна різним технологіям обробітку?
3. Що таке мінімізація обробітку ґрунту?

Тема 10. Агрохімічні основи рослинництва

Лабораторна робота 10.1. Види добрив та їх класифікація

Мета: ознайомитися з основними типами та видами добрив.

Завдання: засвоїти різні класифікації добрив, навчитись розрізняти типи та види добрив.

Добрива – це речовини, призначені для поліпшення живлення рослин і підвищення родючості ґрунту. Їх класифікують: за способом виробництва; хімічним складом; фізичним станом; характером дії на ґрунт і рослини; походженням. Загальна класифікація наведена на рис. 10.1.

За **способом** виробництва розрізняють місцеві і промислові добрива. До промислових належать майже всі мінеральні добрива, які виробляють на хімічних підприємствах. Місцеві добрива одержують в господарствах, на місці їх використання, або поблизу них. До місцевих добрив належать гній, гноївка, пташиний послід, торф, сапропель, вапнякові туфи, зола, солома.

За **хімічним** складом добрива поділяють на мінеральні, органічні, мікродобрива. До мінеральних належать добрива, що містять елементи живлення

рослин у вигляді неорганічних сполук, до органічних – які містять елементи живлення у вигляді органічних сполук.

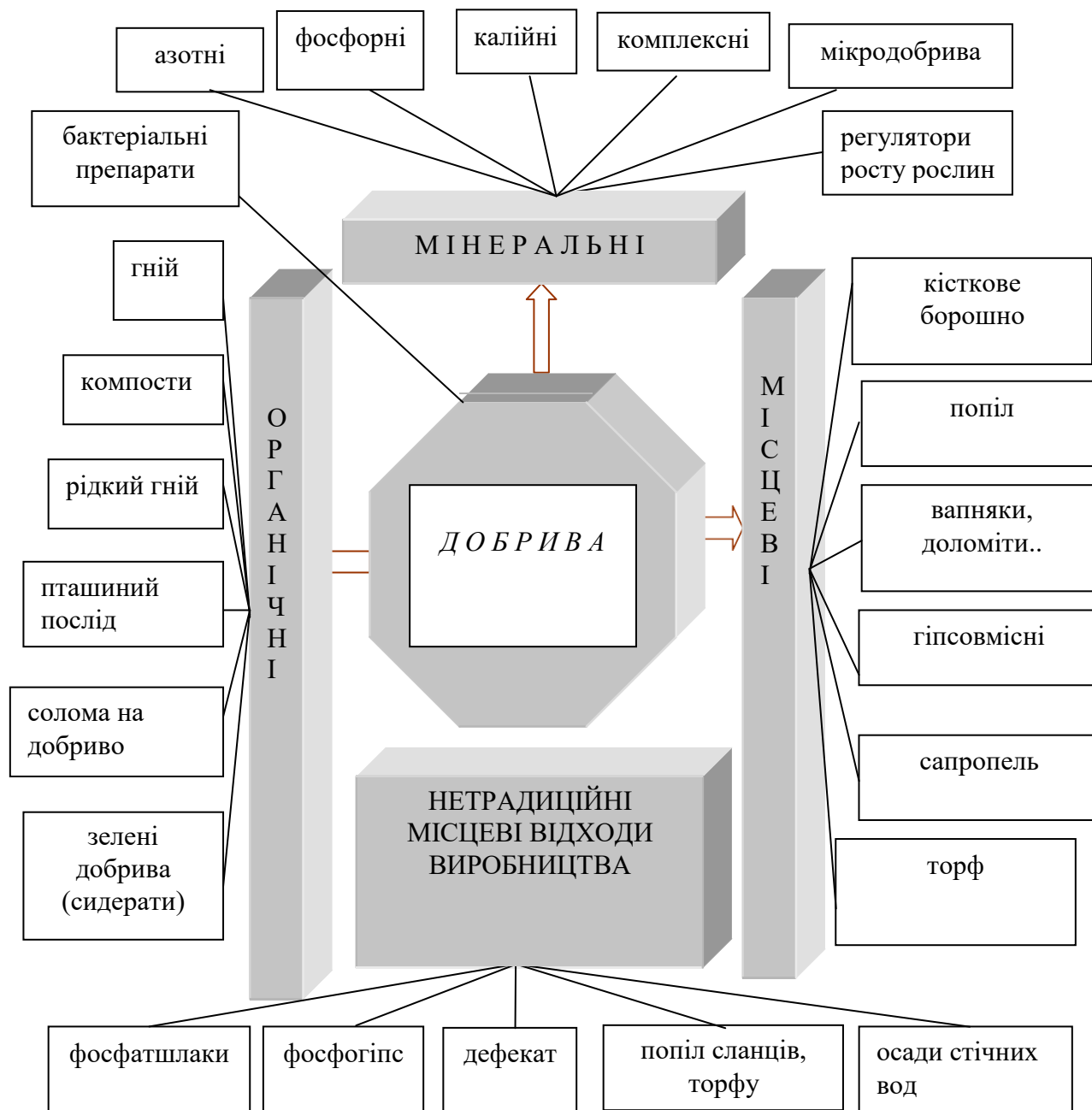


Рис. 1.1. – Класифікація добрив

До мінеральних добрив належать і деякі органічні сполуки, що виробляються промисловістю, наприклад, сечовина (карбамід) та продукти її конденсації з формальдегідом (уреаформ).

Вид мінерального добрива визначається вмістом елемента (сполуки), основної поживної для рослин речовини, що міститься в ньому. Розрізняють азотні, фосфорні, калійні, борні, марганцеві, молібденові, цинкові, мідні та інші добрива. Типи та види добрив наведено у табл. 10.1.

Типи та види добрив

Тип добрива	Тип класифікації	Види за класифікацією
Азотні	За формою	Аміачні (аміачна вода, сульфат амонію) Нітратні (натрієва чи кальцієва селітра) Аміачно-нітратні (аміачна селітра) Амідні (сечовина,)
Фосфорні	За ступенем розчинності	Розчинні (суперфосфат) Напіврозчинні (преципітат, томасшлак) Нерозчинні (фосфоритне борошно, вівіаніт)
Калійні	Всі добрива розчинні, легко засвоюються і не вимиваються	Хлорид калію, калійна сіль, алімагnezія, сульфат калію
Складні	За приготуванням	Змішані Комплексні (амофос, амофоска, нітроамофоска)
Органічні	Отримані природнім шляхом	Гній, компости, сидерати, біогумус
Мінеральні	Отримані штучним шляхом	Перераховані вище крім органічних
Бактеріальні	Містять бактерії	Нітрагін, Ризоторфін, Альбобактерин, Поліміксобактерин та ін.
Мікродобрива	Містять мікроелементи	Борні, марганцеві, молібденові, мідні, цинкові, кобальтові

Мінеральні добрива, в свою чергу, поділяються на **прості** (містять один елемент живлення) і **комплексні** (містять кілька елементів живлення). За **кількістю елементів живлення** комплексні добрива бувають: подвійними (азотно-фосфорні - амофос, метафосфат калію); потрійними, або повними (азотно-фосфорно-калійні - нітроамофоска, азофоска).

Комплексні добрива поділяють на складні, змішані й складно-змішані. Складні добрива містять два або більше елементів живлення в молекулі хімічної сполуки, з якої складається добриво (амофос тощо). Виробляють їх взаємодією вихідних хімічних сполук, а також сумісною кристалізацією або сплавленням компонентів. Змішані добрива – це механічна суміш простих та складних добрив в певному співвідношенні. Складнозмішані добрива виробляють змішуванням готових простих добрив та введенням в суміш рідких і газоподібних продуктів (нітрофос, нітрофоска, амонізо-ваний суперфосфат).

Бактеріальні добрива – препарати, які містять мікроорганізми, що здатні підвищувати вміст поживних речовин в ґрунті (симбіотичні та асоціативні азотфіксувальні бактерії) і мобілізувати їх, тобто переводити в доступні рослинам форми (фосформобілізувальні силікатні бактерії).

За **характером дії на рослини** добрива бувають прямої і побічної дії. Добрива прямої дії вносять безпосередньо в ґрунт для забезпечення рослин необхідними елементами живлення. Це азотні, фосфорні, калійні та мікродобрива. Добрива побічної дії вносять для поліпшення властивостей ґрунту і мобілізації в них поживних речовин. Наприклад, вапняк і гіпс поліпшують фізичні властивості ґрунту, його водний і повітряний режими, впливаючи на врожайність сільськогосподарських культур.

За **фізичним станом** мінеральні добрива поділяють на тверді і рідкі. Тверді добрива залежно від розміру часточок поділяють на порошкоподібні (розмір часточок < 1 мм) і гранульовані (1-4 мм). Ступінь подрібнення добрива визначає його товщина помолу. Гранулометричний склад добрива відображає характеристику мінерального добрива за розміром часток. Гранульовані добрива випускаються у формі зерен, гранул або кульок. Такі добрива краще зберігаються, менше злежуються внаслідок їх низької гігроскопічності (гігроскопічність – це здатність добрива вбирати вологу із зовнішнього середовища).

Рідкі добрива – це розчини у воді простих та складних добрив або взаємодія розчинів хімічних реагентів. Суміші на основі рідких добрив, які містять тверді компоненти, називають суспензованими добривами.

За **характером дії на ґрунт** добрива поділяють на фізіологічно лужні (які підлугуюють) і фізіологічно кислі (які підкислюють) ґрунтовий розчин.

Добрива, які підкислюють ґрунтовий розчин внаслідок переважного використання рослинами катіонів, називають фізіологічно кислими (аміачна селітра, суперфосфат). Надмірна кислотність або лужність добрива усувається нейтралізуючими добавками (нейтралізація добрива). Нейтральні добрива не змінюють кислотності ґрунтового розчину (преципітат).

Біологічно кислі добрива (карбамід) підкислюють ґрунт внаслідок мікробіологічного перетворення амідної або амонійної форм азоту до нітратної (шляхом нітрифікації).

За **концентрацією діючої речовини** мінеральні добрива поділяють на: низькоконцентровані до 25%, концентровані до 60% та висококонцентровані понад 60 %.

Питання для самоконтролю.

1. Які види добрив ви знаєте?
2. За якими основними ознаками класифікують добрива?
3. Чим відрізняються типи та види добрив?

Тема 11. Біоенергетичні основи рослинництва

Лабораторна робота 11.1. Визначення енергетичної ефективності вирощування культур

Мета: засвоїти принципи методики оцінки енергетичної ефективності агротехнологій та їх елементів.

Завдання: на основі технологічної карти розрахувати загальні витрати енергії та коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сільськогосподарської культури, за якою виконується дипломна робота.

В умовах сьогодення досить актуальними є питання пов'язані з мінімізацією енергетичних витрат при вирощуванні сільськогосподарської продукції. Сучасні агротехнології повинні забезпечувати енергетичну стабільність ґрунтів тим самим зберігаючи їх енергетичний потенціал для майбутніх поколінь, та досягати за цих умов мінімальних енергетичних витрат на отримання одиниці продукції.

Універсальним показником енергетичної ефективності технологій вирощування сільськогосподарських культур є співвідношення енергії акумульованої в продукції та витраченої на її отримання. Розрахунок цього показника дозволяє найбільш точно врахувати не тільки прямі витрати енергії на технологічні процеси й операції, а також і на енергію акумульовану в різних засобах виробництва та у виробленій продукції.

Відношення отриманої енергії з урожаєм до сумарної кількості витраченої антропогенної енергії називають **коефіцієнтом енергетичної ефективності** $K_{e.e.}$. Він дає уявлення про енергетичну ефективність сільськогосподарського виробництва або окремих його ланок. Технологію вирощування сільськогосподарських культур можна вважати енергоощадною, якщо $K_{e.e.} > 1$.

Коефіцієнт енергетичної ефективності $K_{e.e.}$ знаходять за відношенням енергії Q_n , що міститься у вирощеній сільськогосподарській продукції, до кількості антропогенної енергії Q_s , витраченої на формування врожаю:

$$K_{e.e.} = \frac{Q_n}{Q_s}, \quad (11.1)$$

де $K_{e.e.}$ – коефіцієнт біоенергетичної ефективності;

Q_n – енергія накопичена господарсько-цінної часткою врожаю, ГДж/га;

Q_s – сукупна енергія витрачена на вирощування культури, ГДж/га.

Для об'єктивної оцінки технологій вирощування **овочевої продукції** з урахуванням не тільки її калорійності, а й біологічно активних сполук, застосовують коефіцієнти споживчої цінності овочів, а коефіцієнт енергетичної ефективності розраховують за формулою 11.2:

$$K_{e.e.} = \frac{Q_n \times f}{Q_s}, \quad (11.2)$$

де f – коефіцієнт споживчої цінності продукції.

Енергію накопичену в господарсько-цінній частці врожаю розраховують за формулою (11.3):

$$Q_n = \frac{Y \times \lambda \times q}{100}, \quad (11.3)$$

де U – врожайність товарної продукції, т/га;
 λ – вміст сухої речовини в товарній продукції, %;
 q – вміст енергії в 1 т сухої речовини, ГДж.

Витрати енергії (Q_6) на вирощування сільськогосподарської продукції включають наступні статті:

- прямі витрати енергії (паливо, електроенергія). Їх розраховують шляхом множення витрат палива та електроенергії (відповідно кг/га (чи л/га) та кВт·год/га) на енергетичні коефіцієнти перерахунку у ГДж;

- витрати енергії на виробництво добрив, пестицидів, насіння та інших речовин; розраховують шляхом множення кількості внесених при вирощуванні культури агрохімікатів (кг) на відповідний енергетичний еквівалент, який дорівнює кількості антропогенної енергії (ГДж), що була витрачена на виробництво діючої речовини;

- енерговитрати живої праці; розраховують шляхом множення витраченого часу основних (трактористи, комбайнери та ін.) і залучених (сівачі, вантажники, та ін) працівників (люд.·год) на відповідні енергетичні еквіваленти (ГДж).

- витрати енергії від використання оборотних засобів (амортизація, ремонт тощо).

В цілому величину сукупних енерговитрат розраховували за формулою (11.4) :

$$Q_6 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8, \quad (11.4)$$

де Q_1 – витрати енергії на основні засоби виробництва, ГДж/га;

Q_2 – витрати енергії на паливні та мастильні матеріали, ГДж/га;

Q_3 – витрати енергії на мінеральні та органічні добрива, ГДж/га;

Q_4 – витрати енергії на воду, ГДж/га;

Q_5 – витрати енергії на посадковий (посівний) матеріал, ГДж/га;

Q_6 – витрати енергії на пестициди, ГДж/га;

Q_7 – витрати енергії вкладеної трудовими ресурсами, ГДж/га;

Q_8 – витрати енергії на ручний інвентар, ГДж/га.

Розрахунок енергетичної ефективності технології вирощування сільськогосподарських культур складається з декількох етапів.

Етап 1. Розрахунок витрат сукупної антропогенної енергії на отримання врожаю сільськогосподарських культур з 1 га посівів. Для цього використовують технологічні карти вирощування культури. Норми виробітку за годину, витрати палива, електроенергії, праці людини тощо беруть фактичні або довідникові. Затрати сукупної енергії, що переноситься на продукцію машинами та обладнанням, визначаються як добуток часу роботи машин та обладнання на енергетичний еквівалент агрегату. Загальні затрати енергії живої праці складаються з праці всіх категорій робітників, які задіяні у виробництві продукції даної культури. При цьому враховується час їхньої праці та енергетичний еквівалент кожної категорії працівників. Оскільки складність та інтенсивність праці достатньо точно враховується в її оплаті, то доцільно повні витрати енергії на відтворення робочої сили спочатку визначити для працівника певної категорії. Для

інших категорій робітників їх можна визначити множенням отриманої величини на коефіцієнт редукації праці, встановлений за співвідношенням розмірів тарифних ставок. Так, наприклад, енергоємність 1 год. роботи допоміжних працівників становить 70 % від енергоємності роботи тракториста. Затрати сукупної енергії на оборотні засоби виробництва розраховують, перемножуючи кількість затрачених добрив, води, насіння, пестицидів, пального на їхні енергетичні еквіваленти.

Етап 2. Розрахунок енергії, що накопичена господарсько-цінною частиною врожаю. Вміст валової енергії (Q_n), що накопичена врожаєм, визначається множенням урожайності товарної продукції (Y , т/га) на λ – відсоток вмісту сухої речовини в товарній продукції та на q – вміст енергії в 1 т сухої речовини.

Етап 3. Розрахунок енергетичного коефіцієнта. Енергетичний коефіцієнт – це співвідношення валової енергії (Q_v) врожаю і кількості затраченої сукупної енергії (Q_s), затраченої на його вирощування. При оцінці ефективності технології вирощування кормових культур розраховують коефіцієнт енергетичної ефективності – співвідношення обмінної енергії в кормі до витрат сукупної антропогенної енергії. При розрахунках енергетичної ефективності виробництва овочевої продукції враховують коефіцієнт харчової (споживчої) цінності овочів (f), тобто коефіцієнт енергетичної ефективності.

Питання для самоконтролю:

1. Як визначають загальні витрати енергії при вирощуванні сільськогосподарських культур?
2. Охарактеризуйте алгоритм розрахунку енергії, що накопичена господарсько-цінною частиною врожаю.
3. Як розраховують коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощуванні кормових та овочевих культур?
4. Як визначають енергетичну ефективність вирощування культури?

Тема 12. Програмування врожаїв в системі біологічного рослинництва Лабораторна робота № 12.1. Принципи та методи програмування врожаїв

Мета: закріпити теоретичні знання щодо основних принципів та методів програмування врожайності с.-г. культур.

Завдання: ознайомитись з принципами (елементами) програмування врожайності за І.С. Шатиловим.

Основна мета прогнозу та програмування врожаю – це оптимізація умов вирощування сільськогосподарських культур, теоретичне обґрунтування і практична реалізація можливого рівня використання сонячної енергії, ґрунтово-кліматичних ресурсів, генетичного потенціалу районованих і перспективних сортів з метою одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур з мінімальними матеріальними, грошовими і енергетичними затратами в умовах біологічного рослинництва.

Основою програмування є ефективне використання сонячної енергії (ФАР), ресурсів тепла, вологи, вуглекислоти повітря, мінеральних речовин ґрунту та добрив, створення необхідних біологічних, агроекологічних, організаційно-господарських та енергетичних передумов одержання високих врожаїв з мінімальними витратами на одиницю продукції.

Біологічні принципи – програмування врожаїв пов'язані з: оптимізацією водного, повітряного, теплового и поживного режимів ґрунтів із створенням автоматизованих систем регульованого землеробства; з керуванням факторами навколишнього середовища існування рослин і реалізацією потенційної продуктивності сучасних сортів с.-г. культур.

Програмування врожайності має певну історію. Ще в 40-х рр. ХХ ст. відомий селекціонер Ф. М. Лорх опрацював програму вирощування картоплі та отримав 400 ц/га бульб в умовах Нечорноземної зони Росії, а проф. В. С. Савицький в Білоруській сільськогосподарській академії обґрунтував оптимальні показники структури стеблостою для забезпечення високого врожаю зернових. Відомий український вчений і спеціаліст у галузі рослинництва проф. С. М. Бугай в 50-60-х рр. уперше висунув і теоретично обґрунтував положення про сортову агротехніку вирощування польових культур, що є важливим аспектом програмування врожайності та дає змогу повніше використати їх біологічний потенціал.

Провідними теоретиками програмування врожайності польових культур визнано академіка І. С. Шатилова і професора М. К. Каюмова.

Так, академік І. С. Шатилов виділив 10 рядів елементів програмування, які назвав принципами. Основна суть їх така:

1) розрахувати потенційну врожайність (ПУ) за використанням ФАР посівами;

2) розрахувати дійсно можливу, або кліматично забезпечену, врожайність (ДМУ, КУ) за природними ресурсами вологи і тепла;

3) спланувати реальну господарську врожайність (РПУ) за ресурсами, які є в господарстві;

4) розрахувати для спрогнозованої врожайності площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал (ФП) та інші фітотричні показники;

5) всебічно проаналізувати закони землеробства й рослинництва і правильно використати їх в конкретних умовах програмування;

6) розрахувати норми добрив і розробити систему найефективнішого їх використання;

7) скласти баланс води та для умов зрошення, розробити систему повного забезпечення посівів водою по періодах вегетації;

8) розробити систему агротехнічних заходів виходячи з вимог вирощуваного сорту;

9) розробити систему захисту посівів від шкідників, хвороб та бур'янів;

10) скласти картку вихідних даних та використати ЕОМ для визначення оптимального варіанта агротехнічного комплексу по досягненні запрограмованої врожайності за величиною і якістю.

Для правильного обґрунтування запрограмованої врожайності треба врахувати господарські можливості та всебічно проаналізувати ресурси природних

факторів урожайності, які в польових умовах суттєво майже не змінюються. Це насамперед сонячна радіація, тепло, волога, мінеральні сполуки ґрунту і добрив, вуглекислота повітря. Тому в процесі програмування розраховують:

- потенційну врожайність за використанням ФАР на рівні доброго посіву (за А. А. Ничипоровичем 1,5–3%), повного використання природних ресурсів вологи і тепла;

- дійсно можливу, або кліматично забезпечену врожайність (ДМУ, КУ);
- реальну програмовану господарську врожайність (РГГУ).

Кожний з етапів програмування включає досить конкретні його елементи і представляє собою певну послідовність дій, які представлені нижче:

- визначення рівнів врожайності культури та їх реально можливої величини в конкретних ґрунтово-кліматичних та матеріально-технічних умовах господарства;

- складання оптимального агрокомплексу стосовно конкретного сорту й агроекологічних умов поля;

- розробка прогностичної програми продукційного процесу (моделі формування врожаю), програми коригування та ін.

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

Питання для самоконтролю.

1. Яка основна мета та завдання програмування врожайності ?
2. Хто з вчених займався питанням прогнозування врожайності?
3. Які існують принципи програмування врожайності культур?
4. Які ви знаєте етапи програмування врожайності с.-г. культур?
5. Від чого залежать етапи програмування врожайності с.-г. культур?

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Визначення ступеню сільськогосподарського використання земельного фонду України.
2. Характеристика заходів боротьби з кислотною деградацією ґрунтів.
3. Основні заходи попередження та боротьби з де гуміфікацією ґрунтів.
4. Особливості солонцевих ґрунтів.
5. Способи покращення агрохімічних показників солонцевих ґрунтів.
6. Причини агрофізичної деградації ґрунтів.
7. Шляхи покращення агрофізичних показників ґрунту.
8. Фактори розвитку вітрової ерозії ґрунту.
9. Причини і наслідки водної ерозії.
10. Особливості функціонування зрошуваних систем.
11. Проблема вторинного засолення ґрунтів.
12. Функції ґрунтового моніторингу.
13. Особливості проведення екологічної оцінки агроландшафту.
14. Навколишнє природне середовище і антропогенний фактор.
15. Вимоги основних сільськогосподарських культур до температури навколишнього середовища.
16. Вимоги основних сільськогосподарських культур до родючості ґрунтів.
17. Відношення культур до механічного догляду.
18. Альтернативні хімічні засоби захисту рослин. Проблеми і можливості.
19. Основні напрямки мінімізації обробітку ґрунту.
20. Сучасні системи удобрення сільськогосподарських культур.
21. Ефективність застосування нових видів добрив.
22. Хімічна меліорація ґрунтів.
23. Витрати сукупної енергії на вирощування сільськогосподарських культур.
24. Енергія акумульована у врожаї сільськогосподарських культур.
25. Методи розрахунку енергетичної ефективності вирощування культур.
26. Визначення доз добрив на запланований врожай.
27. Агрокліматичне прогнозування урожайності культур.
28. Види родючості ґрунту.
29. Сучасні шляхи запобігання деградації ґрунтів.
30. Особливості органічного землеробства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроекологія: навч. посібник / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак та ін. Київ: Вища освіта, 2006. 671 с.
2. Екологічні проблеми землеробства / Примак І. Д. та ін. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 456 с.
3. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво: підручник / за ред. О. І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
4. Кисель В.И. Биологическое земледелие в Украине: проблемы и перспективы. Харьков: Штрих, 2000. 162 с.
5. Лихочвор В.В. Біологічне рослинництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2004. 312 с.
6. Мазур В. А., Горщар В. І., Конопльов О. В. Екологічні проблеми землеробства. URL: http://ebooktime.net/book_17.html .
7. Методичні вказівки до виконання розрахунків з дисципліни «Прогнозування і програмування врожаїв сільськогосподарських культур» для студентів сільськогосподарських вузів 3-4 рівня акредитації за спеціальністю 8.090101 «Агрономія» / Укл.: Каленська С.М. та ін. Київ. 2009. 30 с.
8. Можаяев Н. И., Серикпаев Н. А., Стыбаев Г. Ж. Программирование урожаев сельскохозйственных культур: учебное пособие. Астана: Фолиант, 2013. 160 с.
9. Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку ґрунту в сучасному землеробстві України / Примак І. Д. та ін. Київ: КВЦ, 2007. 272 с.
10. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І. Агрохімія. Теоретичні основи формування врожаю, добрива та їх вплив на біопродуктивність ґрунту: навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2011. 645 с.