

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЖИГАЙЛО О.Л.

УПРАВЛІННЯ АГРОЕКОСИСТЕМАМИ

Конспект лекцій

Одеса
Одеський державний екологічний університет
2015

УДК 631.55
Ж 68

Рекомендовано методичною радою Одеського державного
екологічного університету Міністерства освіти і науки
України як конспект лекцій
(протокол №8 від 28.05.2015р.)

Жигайло О.Л.

Управління агроекосистемами. Конспект лекцій. – Одеса, 2015 . – 68 С.

В конспекті лекцій викладені основні заходи щодо збереження ґрунтового покриву. Запропоновано екологічно обґрунтованого підходу до хімізації сільськогосподарського виробництва, меліорації земель, ведення біологічного землеробства з метою отримання екологічно чистої продукції.

Конспект лекцій призначений для магістрів напряму
навчання
«Гідрометеорологія».

ISBN 978-966-186-025-3

Жигайло О.Л. 2015

Одеський державний екологічний університет, 2020

ВСТУП

Сільське господарство, як ні одна з інших галузей виробництва, тісно пов'язане з інтенсивним використанням основних природних ресурсів – землі, повітря і води. Науково-технічний прогрес у сільському господарстві нині досяг такого рівня, коли кожен фахівець-аграрій має володіти не лише сукупністю спеціальних сільськогосподарських фітобіологічних знань, а й мати високий рівень екологічної освіти. Без цього неможливо раціонально використовувати ресурси на селі й успішно вирішувати проблеми охорони довкілля.

Від екологічних знань спеціалістів сільського господарства залежить захист і збереження навколишнього середовища від деградації природних ландшафтних систем та прямого забруднення, зниження ресурсо-, матеріалота енергоємності сільськогосподарського виробництва, впровадження маловідходних технологічних систем і процесів, мінімізація втрат сільськогосподарської продукції, впровадження природо доцільних систем ведення землеробства, тваринництва, оптимізація ландшафтів сільськогосподарських районів, виробництво екологічно чистої продукції та ін. Методологічно важливо надати екологічне спрямування сільськогосподарським технологіям з урахуванням напрямів науково-технічного прогресу, особливостей спеціалізації і концентрації за природно-господарськими зонами. Концепція природо доцільності має бути закладена у виробничі системи, а при оцінці продуктивності слід враховувати співвідношення виробленої продукції й об'ємів використаних ресурсів та отриманих відходів.

Вимоги раціонального природокористування треба враховувати на всіх підсистемах сучасного агропромислового комплексу: сфера виготовлення засобів виробництва для сільського господарства, сфера його матеріально-технічного обслуговування, власне сільськогосподарське виробництво, заготівля, зберігання, первинна переробка і реалізація сільськогосподарської продукції.

На озброєнні сучасного сільськогосподарського виробництва є методи і засоби, які успішно застосовуються в практиці природоохоронної роботи. Однак потрібно посилити контроль за станом раціонального використання природних ресурсів з метою запобігання подальшому забрудненню, деградації та виснаженню ґрунтів, водних екосистем, атмосфери. Це сприятиме поліпшенню умов довкілля для людей, тварин і рослин. Дуже важливо не переступити поріг самозахисту природи, за межами якого починаються неконтрольовані деградаційні процеси.

1. ЕКОЛОГІЧНІ НАПРЯМИ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

1.1 Напрями мінімізації обробітку ґрунту

У системі заходів підвищення родючості ґрунту, культури землеробства та врожайності сільськогосподарських культур велике значення має мінімізація обробітку ґрунту. Мінімізація обробітку — 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.

Багаторічними дослідженнями й виробничим досвідом доведено, що мінімізація обробітку ґрунту доцільна за умов, коли обробіток не знижуватиме культуру землеробства, родючість ґрунту, врожайність культур і якість продукції.

Основними умовами ефективного застосування мінімального обробітку ґрунту є:

- оптимальна будова орного шару ґрунту, коли тверда фаза і пористість співвідносяться як 50 : 50, що є основною умовою створення оптимальних водного, теплового, повітряного та поживного режимів ґрунту;
- наявність в орному шарі ґрунту не менш як 40 % агрономічно цінної структури, за якої в ґрунті зберігається постійно розпушений стан орного шару, від чого значною мірою залежить водний та повітряний режими ґрунту;
- забур'яненість полів, особливо багаторічними рослинами;
- висока забур'яненість коренепаростковими і кореневищними бур'янами виключає можливість і доцільність мінімізації обробітку ґрунту, однак окремі дослідження засвідчують, що система мінімального обробітку має певні переваги в боротьбі з бур'янами, зокрема з пирієм повзучим;
- високий рівень агротехніки, чітка технологічна дисципліна на полях, своєчасне та якісне проведення всіх польових робіт;
- науково обґрунтоване застосування інтегрованої системи захисту рослин;
- творче врахування основних властивостей ґрунтів і біологічних вимог сільськогосподарських культур та програмування їх урожайності;
- висока технічна озброєність господарств.

За мінімальної обробки ґрунту усувається потреба в найбільш енергоємних операціях — оранці та глибокому розпушуванні. Вони, як і поверхневий та мілкий обробіток ґрунту, поряд зі зміною будови орного шару негативно впливають на ґрунт. Щорічно на оранку в країні витрачається близько 3,3 млн т нафтопродуктів, 40 % енергетичних і 25 % — трудових ресурсів. При вирощуванні зернових культур під час підготовки ґрунту, догляду за посівами, збирання врожаю сільськогосподарські машини проходять полем 5 – 15 разів, внаслідок чого ґрунт ущільнюється й розпилюється, а в кінцевому підсумку знижується його родючість. Часте розпушування ґрунту активує біологічні процеси та мінералізацію органічних речовин, призводить до значних втрат розчинних сполук азоту, фосфору, калію, інших макро- і мікроелементів, знижує гуміфікацію, спричинює водну та вітрову ерозію.

Стійкість родючості ґрунту великою мірою залежить від динамічної рівноваги між процесами гуміфікації й мінералізації органічної речовини. За сільськогосподарського використання ґрунтів динамічна рівновага гуміфікація — мінералізація зміщується в бік посилення мінералізації, знижується вміст гумусу.

Інтенсивний полицевий обробіток, надмірне насичення сівозмін просапними культурами, ерозія, надмірне зрошення, недостатнє внесення органічних добрив — все це призводить до істотного зниження вмісту гумусу.

За останні десятиліття в багатьох країнах світу вміст і запаси гумусу в ґрунтах, що використовуються під рілля, зменшились на 15 – 25 %, а в деяких — на 50 % попереднього вмісту. Значні втрати гумусу і в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Середньорічні втрати гумусу за останні 20 років порівняно з темпами його втрат за попередні 80 років зросли в Лісостеповій зоні в 1,65 раза, Степовій — у 2,4, Поліській — у 8,4 раза. Щорічні втрати гумусу через підвищення темпів мінералізації органічної речовини порівняно з його нагромадженням досягають 18 млн т на всій площі ріллі, або 0,6 т/га за рік.

Лише від водної ерозії середньорічні втрати гумусу становлять у Поліській зоні 2,4 млн т, у Лісостеповій — 10,3, у Степовій — 11, загалом в Україні — 23,7 млн т.

Крім зниження вмісту гумусу в ґрунтах погіршується і його якість. У складі гумусу зменшується частка рухомої фракції й відносно зростає частка інертної. Такий гумус не бере активної участі в енергетичному обміні ґрунту, дуже повільно віддає поживні речовини і тому слабо впливає на ефективну родючість ґрунту навіть за високих його запасів, як наприклад у чорноземних ґрунтах. Значні втрати гумусу супроводжуються погіршенням його групового складу.

У дерново-підзолистих ґрунтах зростає вміст фульвокислот, а в чорноземах — зменшується кількість гумінових кислот, внаслідок чого погіршується весь комплекс агрономічно цінних властивостей ґрунтів.

Втрати гумусу нерозривно пов'язані з веденням землеробства, складовою частиною якого є система обробітку ґрунту. Віковий досвід землеробства засвідчує, що при оранці з перевертанням скиби неможливо зберігати й підтримувати запаси гумусу в ґрунтах на належному рівні.

Цілковите припинення або зведення до мінімально допустимих меж втрати ґрунтів внаслідок ерозійних процесів і зниження інтенсивності біологічної мінералізації гумусу спроможні забезпечити регіональні екологічно збалансовані ґрунтозахисні безплужні системи землеробства, важливою ланкою яких поряд із контурно-меліоративною організацією території, комплексом протиерозійних заходів є ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур, оснований на мінімізації обробітку ґрунту. За існуючих обсягів використання органічних добрив лише такий обробіток здатний наблизити процеси гуміфікації до природних і забезпечити вихід землеробства на позитивний баланс гумусу.

У сучасному землеробстві застосовують такі основні напрями мінімізації обробітку ґрунту:

- скорочення кількості й зменшення глибини основних, передпосівних і міжрядних обробіток ґрунту в сівозміні у поєднанні із застосуванням гербіцидів для боротьби з бур'янами;
- заміна глибокого обробітку продуктивнішими поверхневими або плоскорізними 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 застосуванням комбінованих ґрунтообробних і посівних агрегатів;
- зменшення оброблюваної поверхні поля за допомогою впровадження смугового передпосівного обробітку ґрунту при вирощуванні широкорядних культур у поєднанні з гербіцидами;
- пряма сівба, або хімічний чи нульовий обробіток ґрунту, — сівба насіння по стерні або в дернину з попередньою обробкою площі гербіцидами без механічного обробітку ґрунту за винятком формування мілких борозен (щілин), в які висівається насіння.

Перспективним напрямом мінімізації обробітку ґрунту є поєднання виконання кількох технологічних операцій і заходів за один прохід трактора застосуванням комбінованих ґрунтообробних і посівних агрегатів.

Мінімізація обробітку ґрунту дає змогу:

- економити час, робочу силу, паливо, кошти, проводити сівбу в оптимальні строки;
- зводити до мінімуму втрати вологи, органічної речовини, водну й вітрову ерозію;
- зберігати головні переваги непорушеної будови орного шару ґрунту й ущільненої поверхні, що уможливорює раннє випасання

тварин на слабо розвиненій дернині багаторічних і однорічних трав;

- вдосконалювати технології сівби й вирощувати два — три врожаї за рік на одній площі.

Головними чинниками, які визначають необхідність застосування мінімізації обробітку ґрунту, є:

- зниження родючості й продуктивної здатності ґрунту через застосування важких тракторів і транспортних засобів;
- необхідність зменшення енергетичних витрат поєднанням кількох операцій за один прохід трактора та кількості й глибини механічного обробітку ґрунту;
- можливість заміни обробітку як способу боротьби з бур'янами на застосування гербіцидів в екологічно допустимих нормах;
- використання для обробітку ґрунту енергонасичених тракторів, комбінованих агрегатів, машин і знарядь з активними робочими органами;
- економія часу, енергетичних і трудових ресурсів.

1.2 Ґрунтообробні знаряддя та технології, їх екологічна оцінка

Мінімізацію обробітку ґрунту забезпечують застосуванням таких ґрунтообробних знарядь:

- комбінований агрегат АКП-2,5, АКП-5 за один прохід виконує дискування верхнього шару ґрунту, розпушування нижнього шару плоскорізами, вирівнювання поверхні та коткування; за один прохід він готує ґрунт до сівби; продуктивність — 2,2 га/год;
- комбінований агрегат з активними робочими органами АКР-3,6 готує ґрунти важкого гранулометричного складу на глибину до 12 см до сівби озимих, післязакісних і післязривних культур;
- комбінований агрегат КА-3,6, призначений для одночасного виконання передпосівного обробітку ґрунту, рядкової сівби зернових і зернобобових культур, внесення мінеральних добрив і коткування; складається з культиватора фрезерного глибокорозпушувача КФГ-3,6, причіпного пристрою та посівної частини;
- комбінований агрегат ЗКА-5,4 виконує передпосівний обробіток ґрунту — культивацію, боронування, вирівнювання поверхні, припосівне внесення мінеральних добрив, коткування рядків і сівбу зернових культур за один прохід; причіпний і широкозахватний (10,8 м); продуктивність — 11 га/год;
- культиватор фрезерний-сівалка КФС-3,6 за один прохід виконує передпосівний обробіток ґрунту фрезеруванням, вирівнювання

- поверхні, рядкову сівбу, коткування; продуктивність — до 2,75 га/год;
- ґрунтообробний комбінований агрегат РВК-3,6; РВК-5,4; РВК-7,2, ВП-5,6 за один прохід трактора проводить культивування ґрунту на глибину до 15 см, вирівнювання поверхні, коткування; продуктивність РВК-3,6 — 2,8 га/год, РВК-5,4 — 5,4, РВК-7,2 — 7,2 га/год;
 - ґрунтообробний комбінований агрегат АКЛЗ-5,4 призначений для передпосівного обробітку ґрунту, внесення добрив, сівби зернових культур і льону; продуктивність — 5,4 га/год;
 - комбінований агрегат ЛДС-6 — лушитель-сівалка, розпушує ґрунт, висіває насіння зернових, вносить добрива, проводить коткування;
 - сівалка-культиватор зерново-стерньова СЗС-2,1М, СЗМ-2М розпушує ґрунт смугою, підрізує бур'яни, вносить добрива, виконує коткування та сівбу.

На чистих від багаторічних бур'янів ґрунтах, передусім чорноземних, темно-сірих опідзолених, добре окультурених дерново-підзолистих, після цукрових буряків, картоплі, кукурудзи, однорічних трав і зернобобових культур оранку під озимі пшеницю, жито, тритикале і ячмінь доцільно замінити на мілкий обробіток дисковими знаряддями в агрегаті з важкими зубовими бородами у два сліди або на плоскорізний обробіток голчастою бороною БІГ-3 на глибину 10 – 12 см. Поверхневий обробіток ґрунту після зазначених попередників під ярі та озимі зернові слід проводити дисковими знаряддями БД-10, ЛДГ-5, БДН-3, БДТ-3, БДТ-7, а також плоскорізами КПП-2,2, КПГ-250, КПГ-2-150, КПБ-5, плугами-лушителями ПЛН-5-25, ПЛП-10-25. Після поверхневого обробітку всі наступні операції в разі потреби проводять культиваторами КПС-4, обладнаними стрілочастими лапами, голчастою бороною БІГ-3 або БІГ-3А, а також комбінованим агрегатом РВК-3,6, РВК-5,4.

На оглеєних ґрунтах важкого гранулометричного складу, особливо під просапні культури, доцільно застосовувати плоскорізні ґрунторозпушувачі КПП-2,2, КПГ-250 і чизель-плуги ПЧ-2,5, ПЧ-4,5, які розпушують ґрунт на глибину до 28 – 30 см, не вивертаючи на поверхню глейового горизонту. При цьому органічні добрива слід загортати дисковими бородами БДТ-3, БДТ-7, а для передпосівного обробітку використовувати борони БІГ-3 або БІГ-3А.

В останні роки широко застосовують мінімальний обробіток ґрунту під проміжні культури, які вирощують з метою отримання додаткових кормів, а також на зелене добриво.

Після збирання озимого жита, ріпаку, озимих сумішок на зелений корм слід відразу приступати до підготовки ґрунту під післяукісні посіви. Для цього краще використовувати знаряддя для поверхневого обробітку ґрунту БДН-3, БДТ-3, БДТ-7 в агрегаті із зубовими бородами, плугами-

лушительниками ПЛ-5-25, ПЛ-10-25, плоскорізами КПП-2,2, КПП-250, чизель-плугами ПЧ-2,5, ПЧ-4,5 в агрегаті з голчастими боронами БГ-3, БГ-3А.

Екологічну оцінку технологій обробітку можна проводити за показниками розширеного відтворення гумусу та родючості ґрунту. Гумусний стан ґрунту, його режими та властивості тісно взаємозв'язані на рівні коефіцієнтів кореляції $r = 0,90 \dots 0,95$. Гумусний стан — основа усіх властивостей ґрунту, тому за вмістом і балансом гумусу можна судити про рівень родючості ґрунту та екологічні умови на полях.

Наукові дослідження і практичний досвід засвідчують, що застосування мінімального обробітку ґрунту сповільнює мінералізацію та втрати гумусу (табл. 1.1).

Згідно з даними таблиці, технологія мінімального обробітку порівняно з полицевим сприяє накопиченню гумусу 0,03 – 0,16 т/га і збільшенню продуктивності сівозміни на 2 – 3 ц/га кормових одиниць за відсутності втрат ґрунту від ерозії — дуже негативного агроекологічного чинника.

Таблиця 1.1 – Екологічна ефективність різних технологій обробітку ґрунту (за І.В. Веселовським та С.В. Бегеєм)

Показник	Обробіток					
	Поліцевий	Плоскорізнний	Плоскорізнний + мульчування	Мінімальний	Мінімальний + мульчування	Мінімальний + щількування
Втрата 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 кормових одиниць	35	37	38	37	38	37

Важливу роль ґрунтозахисного мінімального обробітку в розширеному відтворенні гумусу та родючості ґрунту переконливо засвідчують результати досліджень М.К. Шикуди, О.Ф. Ігнатенко та ін. (табл. 1.2).

Згідно з даними табл. 1.2, у варіантах з оранкою втрати гумусу найбільші (–0,07 %), у варіантах з мілким безплужним обробітком — найменші (–0,01 %). Внесення гною і соломи за полицевого обробітку забезпечило бездефіцитний баланс гумусу, а за ґрунтозахисного мінімального обробітку — вірогідний приріст гумусу (+0,09 %). Доповнення гною і соломи мінеральними добривами під час оранки сприяло підвищенню вмісту гумусу в межах похибки досліду (+0,02...0,03 %), а за ґрунтозахисного мінімального обробітку — значному приросту вмісту гумусу (+0,24...0,34 %).

Отже, за полицевого обробітку ґрунту розширене відтворення гумусу не відбувалося. Розширене відтворення гумусу та родючості ґрунту забезпечував ґрунтозахисний мінімальний обробіток. Комбінований обробіток, за якого під просапні культури ґрунт орали, а під зернові — застосовували ґрунтозахисний мінімальний обробіток, характеризувався проміжними показниками як стосовно відтворення гумусу, так і врожайності сільськогосподарських культур. Отже, ґрунтозахисний мінімальний обробіток має велике значення для поліпшення екологічних умов ґрунту й отримання екологічно чистої продукції рослинництва.

Таблиця 1.2 – Вплив обробітку та удобрення на зміну вмісту гумусу в орному шарі чорнозему типового за 1980 – 1988 рр., %

Система удобрення на 1 га сіво-зміни	Система обробітку ґрунту					
	Полицева		Комбінована		Ґрунтозахисна мінімальна	
	Вміст гумусу	± до контролю	Вміст гумусу	± до контролю	Вміст гумусу	± до контролю
Початковий вміст гумусу в 1980 р.						
Без добрив (контроль)	2,96	—	2,94	—	3,07	—
Вміст гумусу в 1988 р.						
Без добрив (контроль)	2,88	-0,07	2,91	-0,03	3,06	-0,01
Гній, 12 т	2,95	-0,01	2,96	+0,02	3,16	+0,09
Гній 12 т + + N ₇₈ P ₇₀ K ₇₈	2,99	+0,03	3,02	+0,08	3,31	+0,24
Солома 2,4 т + N ₂₄	2,96	0	2,96	+0,02	3,24	+0,17
Солома 2,4 т + N ₂₄ + + N ₇₈ P ₇₀ K ₇₈	2,98	+0,02	2,99	+0,05	3,41	+0,34

2 ШЛЯХИ ЗБІЛЬШЕННЯ РЕСУРСУ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ГРУНТУ

Органічна речовина ґрунту — це сукупність живої біомаси й органічних решток рослин, тварин, мікроорганізмів, продуктів їхнього обміну та специфічних новоутворень органічної речовини ґрунту — гумусу. Цей складний комплекс різноманітних органічних речовин поділяють на **дві групи**:

1. негуміфіковані органічні речовини рослинного або тваринного походження;
2. органічні речовини специфічної природи — гумусові, або перегнійні.

До негуміфікованих органічних речовин переважно входять відмерлі, але ще не розкладені або напіврозкладені рослинні і тваринні рештки, які є в ґрунті, тіл мікроорганізмів.

У ґрунті в невеликих кількостях містяться різноманітні індивідуальні органічні сполуки — проміжні продукти розкладання рослинних решток, тіл мікроорганізмів і ґрунтових тварин, вуглеводи (клітковина, крохмаль, геміцелюлоза тощо), органічні кислоти, білкові та інші азотовмісні органічні речовини (амінокислоти, амід), жири, смоли, альдегіди, поліуронові кислоти та їхні похідні, дубильні речовини, лігнін. На негуміфіковану частину припадає близько 10 – 15 % загального запасу органічної речовини ґрунту. Ці органічні речовини відіграють важливу роль у життєдіяльності ґрунту та його родючості. Вони є важливим джерелом поживних речовин для рослин, тому що відносно легко розкладаються в ґрунті. Частина їх, розклавшись, перетворюється на складні органічні сполуки специфічної природи і стає джерелом гумусоутворення.

Гумусові речовини — це високомолекулярні азотовмісні сполуки специфічної природи. Їх вміст досягає 85 – 90 % загальної кількості органічної речовини ґрунту. До їх складу входять гумінові кислоти, фульвокислоти та гуміни.

У ґрунті безперервно відбуваються процеси утворення і розкладання гумусу за рахунок надходження рослинних решток та їх мінералізації.

Залежно від того, який із цих процесів переважає, загальна кількість гумусу в ґрунті збільшується або зменшується.

Хоча вміст органічної речовини в ґрунті відносно невеликий, вона відіграє дуже важливу роль у формуванні його родючості та живленні рослин. У ній акумульований майже весь запас азоту, значна частина фосфору, сірки, а також невеликі кількості калію, кальцію, магнію та інших елементів.

Основними шляхами збільшення ресурсу органічної речовини ґрунту є:

- сумісне внесення органічних і мінеральних добрив;
- висівання сидератів та багаторічних трав;
- залишання на полі високої стерні зернових культур, соломи та інших рослинних решток;
- раціональний обробіток ґрунту;
- дотримання оптимального співвідношення зернобобових і просапних культур у сівозмінах;
- застосування меліорантів (вапно, дефека́т, гіпс та ін.);
- використання проміжних культур (підсівних, післяжнивних, післяжнивних).

Найважливішу роль у збільшенні вмісту органічної речовини в ґрунті та її найціннішої складової частини — гумусу відіграють кореневі і післяжнивні рештки, органічні добрива, розширені посіви багаторічних трав (особливо бобових), вирощування проміжних культур, сидератів і залишання на полі побічної продукції.

За масою корневих решток у ґрунті польові культури поділяють на чотири групи:

- багаторічні трави (буркун, люцерна, конюшина, еспарцет), які залишають у ґрунті понад 4 т/га негуміфікованих решток;
- кукурудза на зерно або силос — 3 – 4 т/га решток;
- зернові колосові культури, соняшник — 2 – 3 т/га свіжої органічної маси;
- горох на зерно, цукрові буряки, картопля — близько 2 т/га корневих решток.

Важливим джерелом поповнення ґрунту органічними речовинами є післяжнивні рештки, маса яких залежить від способу збирання, висоти зрізування культури під час збирання, її біології, технології вирощування, величини врожаю. З підвищенням урожаю культур маса післяжнивних і корневих решток збільшується.

2.1 Азотні добрива та бобові рослини — чинники ефективності гуміфікації

За сучасним визначенням, гуміфікація — це процес біохімічного перетворення органічних решток рослинного і тваринного походження та продуктів життєдіяльності організмів на високомолекулярні гумусові речовини темного забарвлення.

З усіх видів мінеральних добрив азотні (крім калієвої, натрієвої і кальцієвої селітр) за дією на ґрунт є найагресивнішими. Уже під час розчинення амонійних і амонійно-нітратних добрив у результаті їх гідролізу в ґрунт виділяється кислота. Надалі внаслідок абіотичного і біологічного вбирання амонію, а також нітрифікації цей процес посилюється. Встановлено, що дія на ґрунт 1 кг азотних добрив рівноцінна дії 0,5 – 1,5 кг концентрованої сірчаної кислоти. Виділена кислота і меншою мірою залишковий амоній добрив призводять до дегуміфікації та загального погіршення властивостей ґрунту. Азот добрив, активуючи життєдіяльність мікроорганізмів, сприяє інтенсивній мінералізації гумусу ґрунту.

Проаналізувавши понад 30 друкованих праць провідних учених, В.М. Кудеяров дійшов висновку, що 1 кг азоту мінеральних добрив спричинює мінералізацію від 1 до 20 кг гумусу.

Особливо руйнівним для ґрунту є внесення водного технічного та рідкого синтетичного аміаку. У місцях його підвищеної концентрації створюються локальні осередки, в яких рН ґрунтового розчину становить близько 9 і більше. В цих осередках гумус розчиняється і «тече», гинуть мікро- та мезофауна і флора, відбуваються дегуміфікація, декальцинація, деструктуризація, що призводить до погіршення агрофізичних та агробіологічних властивостей ґрунту.

Щоб зменшити негативну дію азотних добрив на ефективність гуміфікації, необхідно:

- суворо дотримуватись науково обґрунтованих норм, строків, способів і форм внесення добрив;
- максимально наближати строки внесення добрив до періоду інтенсивного вбирання азоту рослинами;
- вносити водний технічний та рідкий синтетичний аміак лише на високобуферних ґрунтах і в дозах не більш як 120 – 150 кг/га азоту;
- забезпечувати максимальну рівномірність внесення азотних добрив;
- збільшувати надходження в ґрунт свіжих органічних речовин,
- бідних на азот, насамперед корневих і післяжнивних решток;
- якомога частіше контролювати вміст азоту в ґрунті та рослинах
- за рН ґрунтового розчину, проводити відповідні коригування норм і строків внесення азотних добрив, вапна.

Позитивним чинником ефективності гуміфікації є бобові рослини, які містять в 1,5 – 2 рази більше білка, ніж зернові культури. Бобові рослини збагачують ґрунт екологічно чистим і економічно дешевим азотом. З післяжнивними та корневими рештками бобові рослини

залишають у ґрунті від 50 до 170 кг/га азоту, а також біологічно активні речовини — антибіотики, вітаміни, ферменти, амінокислоти.

Швидкість перетворення органічних решток визначається їх хімічним складом, у решток бобових рослин він близький до природного опаду. Водорозчинні органічні сполуки (крохмаль, пектин, білок) розкладаються швидше, ніж інша група органічних сполук (целюлоза, лігнін). Тому процеси гуміфікації корневих і післяжнивних решток бобових рослин відбувається інтенсивніше, ніж злакових зернових культур.

Післяжнивні та кореневі рештки бобових культур характеризуються вужчим відношенням вуглецю до азоту, розкладаються швидше і сприяють утворенню більшої кількості гумінових кислот, які взаємодіють з кальцієм, магнієм, іншими катіонами ґрунту і закріплюють у гумусі поживні речовини. Органічні рештки бобових рослин перетворюються на гумус з найвищим коефіцієнтом гуміфікації (0,23 – 0,25), причому процеси гуміфікації значно переважають над процесами мінералізації.

Отже, під час розкладання органічної маси бобових рослин підвищується ефективність гуміфікації, утворюються гумінові сполуки, поліпшуються фізико-хімічні властивості ґрунту, зростає його родючість.

2.2 Вермикомпостування: оцінка ефективності, технологія та перспективи застосування біогумусу

Останнім часом поширюється один із нових напрямів біотехнології — вермикультивування, що полягає в промисловому розведенні деяких форм дощових черв'яків. Формування й розвиток його зумовлені можливістю вирішення на біологічній основі важливих екологічних завдань — утилізації органічних відходів, виробництва високоякісного чистого органічного добрива, підвищення родючості ґрунту, вирощування екологічно чистої продукції рослинництва, істотного обмеження забруднення навколишнього середовища та ін.

Вермикультура — це компостні черв'яки в органічному субстраті. Іноді під цим терміном розуміють тільки черв'яків або, навпаки, тільки субстрат. Вермикультуру можна уявити як складне біоценотичне угруповання, обмежене певним біотопом у складі культурного ландшафту.

Дощові черв'яки — найбільші представники безхребетних, які входять до складу ґрунтової макрофауни. На їх частку припадає не менш як половина всієї біомаси ґрунту. Щільність їх заселення досягає в середньому 120 особин/м², а біомаса — 50 г/м² (за маси тіла одного черв'яка 0,5 – 1,5 г). У сприятливі періоди можлива щільність дощових черв'яків у ґрунті 400 – 500 особин/м².

Основне джерело їх живлення — рослинні рештки. Вони сприяють перемішуванню й розпушенню ґрунту, накопиченню органічної речовини, з

якої утворюється гумус. Присутність черв'яків може бути тестом на збагаченість ґрунту на органічну речовину. Дощові черв'яки поліпшують аерацію ґрунту, інтенсифікують процеси гумусоутворення, нітрифікації та амоніфікації. Вони вологолюбні й помірно теплолюбні. Оптимальна температура для їх живлення 20 – 25 °С, для розмноження — 12 – 17 °С. Вимогливі до аерації ґрунту.

Оптимальна реакція середовища — нейтральна або слабкокисла. Для культивування черв'яків непридатні піщані, глинисті, кислі і засолені ґрунти. Вони не витримують надмірної хімізації ґрунтів і гинуть.

Велика роль черв'яків у поліпшенні ґрунтів сприяла значній зацікавленості в їх штучному розмноженні. Так, внаслідок багаторічної селекційної роботи американські дослідники в 1959 р. в Каліфорнії вивели новий різновид дощових черв'яків, який назвали «каліфорнійським гібридом червоного черв'яка» або просто «каліфорнійським червоним черв'яком». Із 1979 р. його розмножують у Західній Європі та Японії.

За плодючістю й активністю цей гібрид значно перевищує звичайних дощових черв'яків і на відміну від них добре вирощується у штучних умовах. Вони цілодобово переробляють відходи з високим коефіцієнтом корисної дії (із використаної поживи засвоюється 40 %, а 60 % — після перетравлення виділяється у вигляді екскрементів — копролітів, тобто біогумусу).

Копроліти містять у 5 разів більше біологічного азоту, в 7 разів багатші на фосфор і в 11 разів — на калій порівняно з поверхневим шаром родючого ґрунту. В копролітах є значна кількість кальцію, що забезпечує добру водостійку структуру й високу водоутримувальну здатність ґрунту. Крім того, кальцій знижує кислотність ґрунту і створює умови, несприятливі для розвитку хвороб рослин — фузаріозу, іржі, бактеріозу та ін. Поблизу копролітів інтенсивно розвивається корисна мікрофлора. Дощові черв'яки, як і інші живі організми, збагачують ґрунт макро- і мікроелементами, ростовими речовинами, антибіотиками. Фермент протеаза, що входить до складу біомаси черв'яків, виявляє біостимулювальну дію, поліпшує засвоєння кормів тваринами, сприяє прискоренню їх росту, активує фізіолого-біохімічні процеси в організмі.

Маса копролітів, щорічно утворювана черв'яками в природних умовах, дуже велика. Так, на полі багаторічних трав на дерново-підзолистому ґрунті (черв'яків — 180 особин/м²) за рік утворюється 53 т/га копролітів. На зрошуваних ґрунтах їх продуктивність збільшується в 2 – 3 рази.

В останні роки в нашій країні значну увагу приділяють використанню дощових черв'яків для переробки різних відходів (гною, пташиного посліду, соломи, листя, решток силосу, сіна, відходів харчової, м'ясної, плодоовочевої промисловості, комунального господарства). Дослідження засвідчують, що за допомогою черв'яків органічні відходи в короткий термін можна перетворити на добрива, які містять елементи живлення рослин у доступній

для них форми і мають стійку до розмивної дії води зернисту структуру. Заселені черв'яками відходи швидко втрачають неприємний запах.

Вермикомпости дозрівають швидше, ніж компости, отримані традиційним способом. Вермикомпостування ґрунтується на здатності черв'яків проковтувати часточки органічної речовини, транспортувати їх у кишкову порожнину й виділяти у вигляді копролітів.

На основі культури черв'яків виготовляють найцінніше органічне добриво — біогумус. Це грудкувата мікрогранулярна речовина коричнево-сіруватого кольору із запахом ґрунту. Біогумус містить у добре збалансованій і легкозасвоюваній формі всі необхідні для живлення рослин речовини. Середній вміст сухої органічної маси в біогумусі становить 50 %, гумусу — 18 %; його реакція сприятлива для рослин і мікроорганізмів — рН 6,8 – 7,4, загального азоту — 2,2 %, фосфору — 2,6, калію — 2,7 %. Крім того, в ньому виявлено практично всі необхідні мікроелементи й біологічно активні речовини, серед яких ферменти, ростові речовини, вітаміни, гормони, антибіотики, ауксини, гетероауксини, 18 амінокислот і корисна мікрофлора.

У кращих зразках біогумусу в 1 г міститься кілька мільярдів клітин мікроорганізмів, що значно більше, ніж у зразках гною (близько 150 – 350 млн клітин). Біогумус має високу ферментативну активність. У його органічній речовині значна кількість гумінових кислот (Сг.к = 31,7...41,2 %) і менше фульвокислот (Сф.к = 22,3...34,8 %). В гумінових кислотах переважає найцінніша фракція — гумати кальцію (43,3 – 47,6 %). Наявність у вермикомпості фульвато-гуматного типу гумусу (Сг.к : Сф.к = 1,18...1,42) сприяє формуванню агрономічно цінної структури ґрунту. Елементи живлення у процесі взаємодії з органічними кислотами утворюють складні комплексні сполуки, тому вони надійно зберігаються від вимивання, повільно розчиняються у воді й забезпечують живлення рослин на тривалий час (не менш як 2 – 3 роки).

Біогумус різнобічно позитивно впливає на агрохімічні, фізикохімічні й біологічні властивості ґрунту. Він містить комплекс корисних речовин і тому може використовуватись для всіх сільськогосподарських культур, але особливо корисний для тих, які потребують поживних речовин у концентрованій формі, збалансованих за хімічним складом.

Черв'яки виділяють із субстрату кальцій і тим самим знижують кислотність середовища. Коефіцієнт гуміфікації субстрату — 15 – 25 %, тоді як для гною він становить близько 10 %. Внаслідок інтенсивної ферментації біогумус збагачений великою кількістю біологічно активних речовин (ауксинів, гетероауксинів тощо), які значно ослаблюють стрес рослин, особливо розсади при висаджуванні у ґрунт, підвищують її приживлюваність, прискорюють проростання насіння, збільшують стійкість рослин до захворювань, впливають на їх ріст, розвиток і тим самим сприяють отриманню ранньої продукції високої біологічної якості, придатної для тривалого зберігання.

Біогумус має також інші цінні властивості: великі вологомісткість, вологостійкість, гідрофільність, механічну міцність, не містить насіння бур'янів. Він здатний утримувати до 70 % води і в 15 – 20 разів ефективніший за будь-яке органічне добриво.

Агрохімічні властивості біогумусу середнього зразка такі: кислотність (рН) 6,5 – 7,2, вміст сухої органічної маси — 40 – 60 %, гумусу — 10 – 12, загального азоту — 0,9 – 3,0, фосфору (P₂O₅) — 1,3 – 2,5, калію (K₂O) — 1,5 – 2,5, кальцію — 4,5 – 8,0, магнію — 0,5 – 2,3; заліза — 0,2 – 2,5 %, міді 3,5 – 5,1 мг/кг; мангану 60 – 80; цинку — 28 – 35 мг/кг; вологість — 40 – 50 %; бактеріальна форма — до 20 трлн колоній в 1 г біогумусу.

Елементи живлення знаходяться в органічній формі, тому надійно зберігаються від вимивання. Внаслідок розкладання біогумусу мікроорганізмами вивільнюються макро- і мікроелементи, рослини забезпечуються вуглеводами, необхідними для фотосинтезу.

При внесенні біогумусу, що характеризується високою буферністю, у ґрунтовому розчині не утворюється надлишкова концентрація солей, що простежується в разі внесення високих доз мінеральних добрив.

Особливої цінності вермикомпостам надають гумінові кислоти, вміст яких коливається від 5,6 до 17,5 % у перерахунку на суху речовину. У вермикомпостах крім розкладених відходів міститься також певна кількість відмерлих черв'яків, що також підвищує їх цінність.

Якість біогумусу оцінюють за міжнародним стандартом, який ставить такі вимоги: вологість — 30 – 40 %; органічна речовина — 20 – 30 %; водорозчинні солі — 0,5 %; рН — 6,5 – 7,5; загальний азот — не менш як 1,5 %; P₂O₅ — 1,2 – 1,5 %; K₂O — 1,1 – 1,2 %; C : N — 15; Mg — 1 %; Ca — 4 %.

Біогумус не повинен містити речовин, які біологічно не переробляються (полімери, камінь, скло), рослин, здатних до розмноження. Допустимі параметри патогенних збудників хвороб людини в 1 г біогумусу такі: фекальний стрептокок — 10 шт., коліформ — 10 шт., сальмонела не повинна виявлятися в 20 г біогумусу.

Поживні речовини біогумусу повільно розчиняються у воді, й отже, можуть тривалий час жити рослини. Гранульовані гумусні добрива за вмістом гумусу переважають гній і компости в 4 – 8 разів.

Підсушений біогумус просіюванням розділяють на три фракції: дуже дрібна — гранули до 1 мм; дрібна — до 2 мм; добірна — до 3 мм.

За чутливістю до біогумусу рослини поділяють на:

високочутливі — багаті на вуглеводи (картопля, морква, кормові, цукрові і столові буряки, плодові культури), при внесенні біогумусу приріст їх урожаю досягає 35 % і більше;

- добре чутливі (озима та яра пшениця, жито, ячмінь, овес, рис, просо, гречка, кукурудза на зерно, сорго), які на біогумус реагують досить добре, приріст урожаю становить 25 % і більше;

- середньочутливі — бобові культури (горох, кормові боби, нут, соя, сочевиця), а також буркун, люцерна, еспарцет та ін., які задовільно реагують на біогумус і забезпечують приріст урожаю до 15 %;
- слабкочутливі — олійні та ефіроолійні культури (соняшник, ріпак, гірчиця, коріандр та ін.), які слабо реагують на біогумус.

При розведенні черв'яків ставляться дві мети: розведення їх для отримання біогумусу та відтворення черв'яків, або так зване маточне розведення. Розводити їх можна як у відкритому, так і захищеному місці. Із багатьох видів для розведення краще використовувати червоний гібрид (комерційна назва — «каліфорнійський»).

Основним технологічним засобом при вирощуванні черв'яків є ложе — грядка з органічної поживної маси (субстрату) завдовжки 2 м, завширшки — 1 м, заввишки — 0,4 – 0,6 м. Площа одного ложа — 2 м². Для нього на рік потрібно 1,0 – 1,2 т органічної маси.

Оптимальним вважається вермигосподарство, що складається із 1200 лож корисною площею не менш як 1 га.

Оптимальна щільність заселення черв'яками одного ложа 50 – 100 тис. дорослих і молодих особин, а також коконів з яйцями. Встановлено, що від щільності заселення ложа залежить продуктивність вермикультури. Якщо щільність надмірна, то підвищується збудженість черв'яків і виникає стрес, спричинений перенаселенням, що негативно позначається на їх розмноженні. За низької щільності продуктивність черв'яків і вихід біогумусу також зменшується.

Для розведення маточних особин використовують стандартні ложа, щільність заселення якого становить від 1,5 – 2,0 до 10 – 12 тис. особин/м². При визначенні оптимальної щільності заселення субстрату слід виходити з кінцевої мети: займатиметься вермигосподарство розведенням черв'яків чи виробництвом біогумусу, або тим і іншим одночасно. Знаючи число лож, приблизну кількість черв'яків у них, середній склад популяції за віковими групами (молоді — 60,1 %, дорослі — 21,8, кокони — 18,1 %), в кожному конкретному випадку можна розрахувати масу потрібного корму (або підживлення). Підживлюють субстрат для черв'яків органічною речовиною, в тім числі побутовими та іншими відходами, в які для створення пухкої структури додають у різних пропорціях тверді органічні компоненти — наповнювачі. Ними можуть бути кора дерев, листки (крім свіжої хвої) та ін. У розрахунку на ~100 тис. черв'яків потрібно близько 1000 кг/рік субстрату.

До структури субстрату та його хімічних параметрів ставлять особливі вимоги: його вологість має бути 70 – 80 %, він не повинен містити предметів, що не розкладаються (каміння, метал, скло тощо), мати нейтральну реакцію середовища (оптимальний рН 6,8 – 7,2) і вміст оксидів заліза не більш як 10 %.

Поживний субстрат має бути напіврідкої консистенції, добре подрібненим, оскільки найбільші часточки, які може проковтнути

каліфорнійський черв'як, мають розмір до 1 мм. Вважають, що черв'яки з'їдають поживу в кількості, що дорівнює масі їхнього тіла (близько 1 г); 40 % поживи засвоюється, а 60 % — виділяється у вигляді копролітів.

Якість субстрату підвищується в разі додавання відходів баштанних і плодоовочевих культур у поєднанні з 10 % вапнякових матеріалів (дефекат, крейда, вапно, мергель, сланцева зола та ін.). Основними умовами придатності субстрату є його однорідність і добра аерація, а також співвідношення С : N, яке в готовому субстраті має дорівнювати 20. Незалежно від того, яка органічна речовина використовується, вона повинна містити не менш як 20 – 25 % клітковини у вигляді солом'яної січки, паперу, картону та ін. У кормах, призначених для черв'яків, має міститись не більш як 20 – 30 % протеїну, оскільки більший вміст може призвести до їх загибелі.

Підготовлений субстрат проходить стадію ферментації, під час якої гинуть яйця та личинки гельмінтів, а також насіння бур'янів. Ферментацію можна проводити як у природному, так і в прискореному режимі. За природного режиму процес триває 6 – 7 міс залежно від виду органічних відходів, за прискореного — 1 – 3 міс. Для забезпечення прискореного режиму ферментації органічні відходи складають у купи, в які потім по трубах подають гарячу пару температурою 50 – 60 °С. Субстрат, який не саморозігрівається, розстеляють шаром завтовшки 20 – 30 см і завширшки 1 – 1,5 м, зволожують до 70 – 80 % повної вологості й витримують упродовж 10 – 15 діб. Після цього заселяють черв'яками з розрахунку 1,5 – 2,5 тис. особин/м². Для збереження вологості субстрат накривають посіченою соломою або мішковиною.

Підсумковим результатом визначення придатності базового субстрату є «проба 50 черв'яків»: якщо в разі заселення субстрату (взятого в невеликій кількості) 50 черв'яками при денному або сильному штучному освітленні вони відразу ж заглиблюються в органічний матеріал і знаходяться там протягом доби, то субстрат готовий для його заселення черв'яками. Якщо ж вони виповзають на поверхню, то субстрат непридатний для вермикультивування і потребує перевірки. Швидкість розкладання субстрату під дією черв'яків у 2 – 3 рази більша за швидкість дозрівання гною.

Взимку черв'яків бажано утримувати в закритому теплому приміщенні за температури не нижче як 10 °С, за температури 7 °С вони впадають у стан анабіозу. Найкращим кормом для них у зимовий період є гній з вмістом не менш як 20 % соломи.

Метод вермикомпостування успішно можна застосовувати для переробки органічних відходів на індивідуальних ділянках. Для цього відходи збирають у купу, зволожують і залишають перегнивати. Через 1 – 1,5 міс, коли закінчиться процес саморозігрівання, накопичену масу заселяють черв'яками (із розрахунку близько 1 тис. особин/м²). Через 3 – 4 міс (залежно від якості субстрату та кліматичних умов) компост готовий.

Відокремлюють черв'яків від компосту простим способом: поряд із вермикомпостною купою влаштовують нову, зі свіжих відходів, куди вони переповзають у пошуках поживи. Можна також скористатися металевим ситом з отворами близько 2 мм, через які ґрунт просіюється, а черв'яки залишаються в ситі. За 2 – 3 прийоми із ложка можна вибрати близько 97 % популяції, а 3 %, що залишилися, доцільно зберігати в органічній масі.

Дошові черв'яки не мають жодних органів захисту, тому можуть піддаватися нападу будь-яких тварин: пацюків, мишей, змій, жаб, птиці. Особливо небезпечні для них кроти. Тому при розведенні черв'яків слід передбачати різні загрози, наприклад металеву сітку, яка б запобігала потраплянню в середину ложка ворогів. Сітку встановлюють з боків ложка та в інших місцях вирощування черв'яків. Певну загрозу становлять також мокриці, міль, мурашки, оскільки вони живляться переважно жирами і цукрами, які містяться в кормі, і тому є конкурентами черв'яків. Серед паразитів дошових черв'яків помітна роль мух, небезпечні шкідники для них також нематоди.

Використання як добрив продукту переробки відходів виробництва за допомогою вермикультури істотно зменшує витрати на збагачення ґрунтів поживними речовинами, підвищується можливість отримання екологічно безпечної продукції. І що дуже важливо — створюються умови для утилізації (з великою користю) значних обсягів органічних відходів.

Дози внесення біогумусу залежать від вмісту гумусу, елементів живлення в ґрунті, у вермикомпості та від виду сільськогосподарських культур. Оптимальними дозами є 3 – 3,5 т/га біогумусу за розкидного способу внесення і 250 – 300 кг/га — за локального. Максимальна доза — 4 т/га. Біогумус вносять трьома основними способами:

- рівномірним розсіванням по поверхні ґрунту сівалкою для мінеральних добрив із зароблянням культиватором;
- локальним внесенням у рядки під час сівби, висаджування розсади, садіння дерев;
- підживлення рослин кореневим або позакореневим способом.

На малопродуктивних ґрунтах вносять 3 т/га біогумусу через кожні 4 роки.

Дослідження, проведенні в нашій державі, в інших країнах, засвідчують високу ефективність біогумусу для підвищення врожаю й отримання екологічно чистої продукції, причому застосування біогумусу забезпечувало приріст урожаю зернових на 30 – 40 %, кукурудзи — на 30 – 50, пшениці — до 20, цукрових буряків — до 20, картоплі — на 30 – 70, овочевих культур — до 35 – 70 %. Біогумус також запобігає або зводить до мінімуму захворювання рослин. В разі внесення біогумусу під льон-довгунець рослини не уражувались фузаріозом, іржею, антракнозом, бактеріозом, тоді як у контрольному варіанті, а також при застосуванні сухих і рідких мінеральних добрив їх ураженість становила 8 – 17 %.

Доведено також здатність черв'яків і біогумусу зв'язувати радіонукліди та важкі метали, які містяться в ґрунті, органічних і мінеральних добривах, різко зменшувати їх надходження в рослини. Виявлено позитивний вплив біогумусу на зменшення вмісту нітратів у продукції рослинництва. Крім вироблення біогумусу вермикультура перспективна для різнобічного використання, що зумовлено високою поживною цінністю біомаси, вмістом речовин, які перешкоджають виникненню і розвитку хвороб, тощо.

Розглядаючи можливості використання вермикультури у тваринництві, варто зауважити, що з 1 т органічних відходів, перероблених черв'яками, крім 600 кг біогумусу отримують 100 кг біомаси черв'яків. Маса сухої речовини в тканинах їхнього тіла досягає 17 – 23 %, вміст сирого протеїну — 60 %, ліпідів — 6 – 9, вуглеводів — 17, жирів — 4,5, мінеральних солей — 15, азотних екстрактивних речовин — 7 – 16 %. Із тіл черв'яків після відповідної обробки отримують білкове борошно, яке за амінокислотним складом наближається до м'яса тварин і риби, але переважає його за вмістом усіх незамінних амінокислот (за винятком гліцину).

Додавання біомаси черв'яків до раціону сільськогосподарських тварин і птиці сприяє збільшенню виходу продукції та поліпшенню її якості. Так, при добавлянні 1 % біомаси черв'яків до раціону курей протягом 104 днів їх несучість підвищилась приблизно на 20 % за одночасного зростання в яйцях вмісту протеїну. Використання в раціоні корів 0,5 кг свіжої біомаси черв'яків забезпечило підвищення надоїв молока на 22 %. Включення до раціону кормів тварин білкових добавок дає змогу скоротити витрати кормів на 30 %, підвищити вихід м'яса на 10 %, знизити собівартість продукції на 40 %, а в умовах гострого дефіциту білка ці показники можуть бути у 5 – 8 разів вищими.

Цікаві можливості застосування вермикультури в медицині, фармакології, косметичній промисловості. Різні типи екстрактів черв'яків використовують як медичні препарати, як захисну косметику для шкіри. На основі екстракту з вермикультури розроблено мазь, яка ефективна для лікування лишая, екземи, варикозних виразок нижніх кінцівок, отримано препарати для лікування хвороб очей. У китайській медицині земляних черв'яків використовують близько 2 тисячоліть, а нині із залученням сучасних методів і технологій із них виготовлені антивірусна та антипухлинна сироватки.

Великі перспективи створення замкнених циклів виробництва у сільському господарстві на основі застосування черв'яків, універсальні властивості яких дають змогу використовувати їх для розробки і впровадження безвідходних технологічних процесів. Одним з таких найбільш апробованих напрямів є анаеробна переробка органічних відходів, насамперед відходів тваринницьких комплексів і ферм.

Під час переробки різних відходів в анаеробних умовах виділяється значний об'єм газу, який можна використати для забезпечення роботи котелень, обігріву теплиць. У процесі бродіння гною в доступну для рослин

форму переходить 100 % азоту, 70 % фосфору, 80 % калію, гинуть патогенні мікроорганізми та яйця гельмінтів, насіння бур'янів, а солі важких металів переходять у менш доступну форму. Внаслідок узагальнення та аналізу наявних матеріалів було сформульовано основні агроекологічні властивості біогумусу:

- біогумус переважає традиційні органічні добрива за дією на ріст, розвиток і врожайність різних сільськогосподарських культур;
- елементи живлення в біогумусі знаходяться в органічній формі, що надійно захищає їх від вимивання і сприяє пролонгованій дії;
- доступних елементів живлення в біогумусі дуже багато, оскільки більшість необхідних для рослин елементів міститься в ньому в добре засвоюваній формі;
- оптимальна реакція середовища, яка формується під дією біогумусу, створює сприятливі умови для розвитку рослин;
- біогумус характеризується високою буферністю, що запобігає створенню надмірної концентрації солей у ґрунтового розчині, як це переважно трапляється в разі внесення високих доз мінеральних добрив;
- велика кількість корисної мікрофлори в біогумусі істотно збільшує його поживне і фітосанітарне значення для вищих рослин;
- через відсутність у біогумусі насіння бур'янів зведена до мінімуму необхідність механічної або хімічної боротьби з бур'янами;
- вміст у біогумусі біологічно активних речовин (ауксинів, гетероауксинів тощо) ослаблює стрес рослин, особливо розсади, збільшує приживаність, прискорює проростання насіння, підвищує стійкість рослин до збудників хвороб.

Отже, вермикультивування слід розглядати як перспективний напрям формування й розвитку екологічних основ сільськогосподарського виробництва за допомогою раціонального використання природних можливостей, що ґрунтуються на значному активуванні діяльності живих організмів, керуванні цією діяльністю.

3 СИСТЕМА УДОБРЕННЯ — ОСНОВА ПІДТРИМАННЯ БАЛАНСУ БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Система удобрення — це комплекс науково обґрунтованих прийомів раціонального екологічно чистого використання органічних і мінеральних добрив, хімічних меліорантів, розрахований на ротацію сівозміни, в якому передбачено норми, строки, способи та своєчасність заробляння в ґрунт добрив залежно від запланованого урожаю, біологічних особливостей, чергування культур у сівозміні з урахуванням властивостей та поєднання органічних, мінеральних добрив, їх прямої дії та післядії, ґрунтово-кліматичних і економічних умов господарства, охорони навколишнього середовища.

Основними завданнями системи удобрення є:

- вирощування високих і стабільних урожаїв з високою якістю продукції;
- забезпечення максимально можливої продуктивності сівозміни;
- систематичне підвищення і раціональне використання родючості ґрунту за доцільного застосування добрив;
- підвищення окупності одиниці внесених добрив і продуктивності праці;
- зниження собівартості виробництва сільськогосподарської продукції, забезпечення високого прибутку господарства.

Система застосування добрив передбачає:

- накопичення місцевих добрив (гною, компостів, пташиного посліду, попелу тощо) і правильне їх зберігання;
- закупівлю мінеральних добрив, хімічних меліорантів і правильне їх зберігання;
- своєчасне вивезення органічних і мінеральних добрив, хімічних меліорантів на поля згідно з передбаченими нормами;
- механізацію своєчасного і правильного внесення добрив, хімічних меліорантів під культури сівозміни;
- заготівлю насіння, сівбу сільськогосподарських культур на зелене добриво;
- придбання нової техніки, підготовку механізаторів і спеціалістів;
- організацію праці та транспортних засобів.

Під час складання системи удобрення особливу увагу треба приділяти балансу біогенних елементів — складових елементів живих організмів, без яких неможливе їх існування.

Суха речовина рослин складається з вуглецю (45 %), кисню (42 %), водню (6,5 %), азоту (1,5 – 5 %) і золи (5 – 12 %), в якій містяться зольні елементи. В рослинах виявлено близько 85 елементів зі 108 відомих у природі. Вважається, що для нормального росту і розвитку рослинам необхідні 15 елементів: вуглець, кисень, водень, азот, фосфор, калій, кальцій, магній, залізо, сірка, мідь, бор, молібден, цинк, манган. Елементи літій, срібло, стронцій, кадмій, алюміній, силіцій, титан, свинець, хром, селен, фтор та нікель належать до умовно необхідних.

До макроелементів належать хімічні елементи, які в рослинах і ґрунті містяться у великих кількостях — від сотих часток до цілих відсотків у розрахунку на суху речовину. Це азот, вуглець, кисень, водень, сірка, фосфор, кальцій, калій, магній, залізо і натрій.

Мікроелементами вважають хімічні елементи, вміст яких у рослинах і ґрунті не перевищує тисячних часток відсотка в розрахунку на суху речовину. Це цинк, йод, бор, мідь, молібден, кобальт, манган та ін.

Баланс основних елементів живлення визначається співвідношенням між загальним винесенням їх урожаєм та кількістю, що повертається в ґрунт. Баланс може бути позитивним, якщо елементів живлення в ґрунт вноситься більше, ніж виноситься урожаєм, і негативним, якщо урожаєм їх виноситься більше, ніж повертається в ґрунт.

Баланс елементів живлення та гумусу слід розглядати як найдоступніший контроль за станом родючості ґрунтів. Позитивний баланс елементів живлення сприяє підвищенню врожайності та якості сільськогосподарських культур і прогресивному підвищенню родючості ґрунту. Ще у 1950-х роках академік Д.М. Прянишников, визначивши основне завдання агрохімії, по суті вперше встановив екологічні нормативи для основних елементів живлення, дотримання яких забезпечує стабільне функціонування системи ґрунт — рослина. Він вважав, що коефіцієнт відшкодування винесення елементів живлення урожаєм

сільськогосподарських культур за рахунок внесення добрив має становити 70 – 80 % для азоту і калію та 100 – 110 % — для фосфору.

З метою виявлення глибини порушення балансової рівноваги в сівозмінах і на земельних територіях значно більшого масштабу можна скористатися показниками інтенсивності балансу. Доведено, що екологічно безпечне значення цих показників для азоту в дерново-підзолистих і сірих опідзолених ґрунтах становить 105 – 110 %, у чорноземах — 70 – 100 %.

Екологічно безпечні нормативи інтенсивності балансу фосфору і калію залежно від їх вмісту в цих ґрунтах такі:

Вміст у ґрунті	Інтенсивність балансу, %	
	фосфору (P ₂ O ₅)	калію (K ₂ O)
Дуже низький	280	150
Низький	250	130
Середній	200	110
Підвищений	150	90
Високий	100	70
Дуже високий	80	50

Наведені нормативи інтенсивності балансу азоту, фосфору і калію забезпечують високу продуктивність землеробства, розширене відтворення родючості ґрунтів, екологічну чистоту агроценозів і сільськогосподарської продукції. Розрахунки балансу елементів живлення допомагають уникнути грубих помилок при складанні системи удобрення та є основою для розробки заходів, спрямованих на підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь.

3.1 Прийоми та способи застосування добрив

Ґрунтово-кліматичні умови, рівень забезпечення рослин поживними речовинами значною мірою залежать від способів внесення добрив. Способи та строки внесення добрив визначаються біологічними і сортовими особливостями культур, попередників, ґрунтово-кліматичними умовами й організаційно-господарськими можливостями господарства. Основними способами застосування добрив є розкидний і локальний. За призначенням внесення добрив цими способами може бути основним, рядковим або підживленням.

Розкидний спосіб внесення добрив передбачає суцільний рівномірний розподіл їх по поверхні з наступним зароблянням у ґрунт при основному, передпосівному, припосівному внесенні, а також як підживлення. В разі оранки плугом із передплужником понад 80 % гранульованих добрив потрапляє в шар ґрунту 8 – 18 см, а за оранки без передплужника вони рівномірно розподіляються по всьому орному шару ґрунту. Якщо добрива

заробляють у ґрунт культиваторами або боронами, 50 – 80 % їх залишається в шарі ґрунту 0 – 2 см, а 81 – 100 % — розміщується в шарі 0 – 6 см. За безвідвального обробітку добрива в ґрунті розподіляються локально.

Внесення добрив у верхню частину орного шару ґрунту знижує оплату одиниці добрива урожаєм, що особливо чітко виявляється за умов недостатнього зволоження. Мінімальний обробіток (без перевертання скиби) не забезпечує достатнього перемішування добрив із ґрунтом, внаслідок чого посилюються процеси іммобілізації азоту, фосфору, сірки, зменшується кількість доступних для рослин сполук азоту, фосфору в орному шарі. Внесення азотних добрив у ґрунт на глибину менш як 5 см призводить до значних втрат газоподібного азоту. Особливо великі втрати елементів живлення внаслідок змиву та виділення газоподібних сполук азоту. Розкидне внесення добрив проводять за допомогою розкидачів і тукових сівалок. Головною вимогою цього способу є рівномірність розподілу добрив по поверхні поля, оскільки нерівномірний їх розподіл зумовлює строкатість урожайності, різні строки дозрівання та вилягання культур, погіршення якості продукції. Недобір урожаю зерна озимої пшениці внаслідок вилягання рослин, спричиненого нерівномірним внесенням добрив і впливом інших чинників, може досягти 25 – 60 %.

Локальний спосіб внесення добрив порівняно з розкидним дає змогу зменшити поверхню взаємодії добрива з ґрунтом, що сприяє кращому засвоєнню елементів живлення рослинами, підвищує врожайність зернових культур на 2 – 5 ц/га, зерна кукурудзи — на 5 – 8, картоплі, коренеплодів, овочевих культур — на 20 – 40 ц/га і більше. Підвищення врожайності за локального внесення пояснюють меншим вбиранням елементів живлення ґрунтом, кращим їх засвоєнням рослинами та меншими втратами газоподібних сполук азоту. Так, коефіцієнт використання фосфору з суперфосфату за цього способу внесення зростає в 2 – 3 рази. Локалізація калійних й особливо азотних добрив має менше значення, ніж фосфорних.

Локальне внесення добрив у зону розміщення максимальної кількості коренів, тобто під рослину (насіння, бульби) або в міжряддя на глибину 3 – 15 см, є одним із найраціональніших прийомів. При цьому добрива розміщуються в ґрунті суцільною або переривчастою стрічкою, окремими гніздами. Локальне внесення добрив може бути основним, передпосівним, припосівним і підживленням. Добрива вносять до сівби, під час сівби або в період вегетації в рядки, ямки, за безполицевого обробітку ґрунту. Локально добрива вносять за допомогою сівалок, культиваторів-рослинопідживлювачів, комбінованих агрегатів, інших механізмів.

Оптимальні норми добрив за локального внесення на 10 – 30 % нижчі, ніж за розкидного. Строки внесення добрив розрізняють передпосівне (основне), припосівне (рядкове, гніздове) внесення добрив і підживлення (внесення добрив протягом вегетації рослин).

В основне внесення дають повну норму органічних добрив і 70 – 80 % річної норми мінеральних. Органічні добрива в усіх зонах під усі культури вносять в передпосівне удобрення і заробляють під час основного обробітку ґрунту. Як основне добриво мінеральні добрива вносять восени, азотні — з урахуванням умов зволоження, гранулометричного складу ґрунту та рівня забезпеченості рослин мінеральними сполуками азоту — восени або навесні. Як правило, навесні вносять добрива в ґрунти легкого гранулометричного складу та перезволожені або періодично zalивні.

Розподіл норми основного фосфорно-калійного добрива на основне внесення і для підживлення неефективне, особливо в умовах недостатнього зволоження.

Весняне внесення гною та компостів призводить до подовження строків виконання ранньовесняних робіт, внаслідок чого знижуються прирости врожайності та оплати одиниці добрива, значно зростають втрати поживних речовин.

В умовах виробництва часто доводиться доносити добрива навесні під передпосівний обробіток ґрунту. Такий спосіб їх внесення не повною мірою сприяє підвищенню врожайності, зменшує оплату одиниці добрива врожаєм.

За основного внесення насамперед використовують добрива з низьким вмістом елементів живлення, а для ґрунтів з підвищеною кислотністю — важкодоступні негранульовані форми добрив. **Припосівне внесення добрив** передбачає заробляння їх під час сівби неподалік від рядків або гнізд на 2 – 3 см глибше і збоку від насіння. Відхилення за рядкового внесення від встановленої глибини не повинно перевищувати $\pm 1,5$ см.

Основне завдання припосівного удобрення — поліпшення живлення рослин на початку вегетації, коли у них ще слабо розвинена коренева система. В цей період рослини дуже чутливі до нестачі легкодоступних елементів живлення, особливо фосфору. Тому в рядки частіше вносять гранульований суперфосфат або гранульовані комплексні добрива, наприклад нітрофоску чи інші висококонцентровані водорозчинні добрива.

За даними Географічної мережі дослідів з добривами, внесення 20 кг/га фосфору в рядки забезпечує приріст урожаю зерна озимої пшениці 5 – 6 ц/га, тоді як за розкидного внесення добрив — 1 – 2 ц/га.

Доведено високу економічну ефективність внесення в рядки складних і комплексних добрив.

В умовах недостатнього забезпечення рослин мікроелементами доцільно застосовувати передпосівне збагачення насіння мікродобривами. Ефективність такого способу використання добрив вища, ніж за основного їх внесення.

Підживлення — це внесення добрив під час вегетації рослин з метою посилення їх живлення в певні періоди розвитку і формування окремих органів рослин, сприяння відпливу поживних речовин, підвищення якості

продукції. Підживлення за часом їх проведення поділяють на ранні (ранньовесняні) і пізні, за призначенням — на кореневі й позакореневі.

За кореневого підживлення добрива вносять культиваторами рослинпідживлювачами у зону розміщення основної маси коренів, у міжряддя просапних культур або розподіляють по поверхні ґрунту (для підживлення культур суцільного способу сівби). На посівах озимих культур під час їх кушіння кореневе підживлення проводять розкидачами добрив, дисковими сівалками, культиваторами рослинпідживлювачами на глибину 4 – 5 см.

Позакореневе підживлення — це нанесення добрив на листки та інші надземні органи рослини. Проводять у період інтенсивної вегетації рослин переважно з метою підвищення якості продукції. Для підвищення вмісту білка в зерні озимої пшениці та кукурудзи посіви цих культур обприскують розчинами сечовини. Обприскування озимої пшениці сечовиною часто поєднують із застосуванням засобів захисту рослин. Підживлення дуже ефективно в районах достатнього зволоження та на ґрунтах легкого гранулометричного складу.

Внесення добрив у запас (періодичне) передбачає застосування такої їх кількості, яку треба внести протягом кількох років під 2 – 4 культури, причому фосфорно-калійні добрива вносять тільки один раз, азотні — щорічно. Ефективності запасного і щорічного внесення мінеральних добрив практично однакові, однак у разі внесення в запас знижуються витрати на зберігання добрив, підвищується продуктивність праці, вдосконалюється технологія виконання сільськогосподарських робіт.

Застосування добрив з поливною водою передбачає їх внесення як на поверхню, так і в глиб ґрунту. Нині дедалі ширше використовують крапельне зрошення.

Застосування добрив одночасно з поливом дощувальними машинами дає змогу керувати ростом і розвитком рослин, формувати врожай певної якості. Це особливо важливо для рослин, які вирощують на ґрунтах легкого гранулометричного складу і які характеризуються тривалим періодом засвоєння елементів живлення. Вносити добрива можна з поливною водою як до сівби, так і під час вегетації рослин при вологозарядних, зволожувальних і освіжаючих поливах.

При дощуванні допустимими вважають такі концентрації розчинів мінеральних добрив, %: азотних — 0,5, фосфорних — 2, калійних — 3, складних розчинів — 0,5. Із добрив використовують сечовину, аміачну селітру, хлорид калію, амофос, карбамідно-аміачну суміш (КАС), рідкі комплексні добрива (РКД), солі мікроелементів. Строки підживлення встановлюють залежно від біологічних особливостей і стану культури, періодів найбільшого засвоєння рослинами елементів живлення.

Визначальним чинником в умовах зрошення є не тільки хімічний склад рослин, а й кількість води, необхідна для підтримання водно-повітряного і сольового режимів ґрунту. Для дощування витрачають 200 – 700 м³/га води.

Дробне внесення добрив з поливною водою дає змогу підвищити коефіцієнт використання елементів живлення на 20 – 30 % порівняно з внесенням сухих добрив у ґрунт під основний його обробіток. При цьому врожай зернових культур збільшується на 3 – 4 ц/га, сіна багаторічних трав — на 9 – 10, зеленої маси кормових культур — на 23 – 24 ц/га, а продуктивність праці зростає в 1,5 – 2 рази.

3.2 Оптимізація живлення рослин

Життєдіяльність рослин, їх ріст і розвиток відбуваються в результаті постійного обміну речовин і енергії між рослиною та навколишнім середовищем. Інтенсивність і спрямованість процесів обміну визначають продуктивність сільськогосподарських культур та якість продукції.

Життєдіяльність рослин здійснюється за наявності в навколишньому середовищі всіх необхідних для цього чинників, до яких належать світло, тепло, волога, вуглекислий газ і кисень повітря, елементи мінерального живлення ґрунту.

Продуктивність культурних агрофітоценозів формується шляхом оптимізації життєвих чинників навколишнього середовища технологічними прийомами. Особливості використання рослинами цих чинників, кількість і якість урожаю залежать від спадкових біологічних особливостей культурних рослин, їх сортів і гібридів.

Крім азоту, фосфору і калію, на думку багатьох дослідників, у живленні рослин беруть участь 85 елементів періодичної системи Д.І. Менделєєва, найважливішими з яких є 20 – 25. Більшість елементів живлення рослини вбирають із ґрунту. Найважливішою і невід'ємною властивістю ґрунту є його родючість — здатність забезпечувати рослини постійно й одночасно елементами живлення, водою, теплом, повітрям та іншими чинниками.

Рівень родючості ґрунту залежно від конкретних екологічних умов та інтенсивності землеробства може бути різним. Наявність елементів живлення в ґрунті та рослинах визначає інтенсивність вибіркового засвоєння ними поживних речовин, що зумовлює формування врожаю певної якості.

Потреби рослин в елементах живлення різні. Одна й та сама рослина в різні періоди росту і розвитку неоднаково вимоглива до умов живлення. Наприклад, у перший період вегетації, а він є критичним, рослина засвоює відносно малі кількості поживних речовин, проте їх нестача в цей період дуже негативно позначається на рості й розвитку рослин у наступні періоди вегетації. Навіть посилене живлення в наступні періоди не усуває негативного впливу нестачі елементів живлення на початку вегетації. Особливо чутливі рослини на початку росту і розвитку до нестачі фосфору, на їх нормальний ріст і розвиток негативно впливають як нестача, так і надлишок будь-якого елемента живлення.

Рослини розвиваються і живуть завдяки повітряному і кореневому живленню. Листками вони засвоюють понад 95 % вуглекислого газу. З водних розчинів листки рослини засвоюють зольні елементи, азот і сірку. Проте основна кількість азоту, зольних елементів і води надходить в рослину крізь кореневу систему, яку слід розглядати як орган вбирання й синтезу поживних речовин.

Різні культурні рослини характеризуються неоднаковою здатністю кореневої системи щодо вбирання з ґрунту та добрив поживних речовин. Дуже низьку здатність до засвоєння фосфору з важкорозчинних сполук має ячмінь; низьку — пшениця й овес; відносно високу — жито, кукурудза; високу — картопля, цукрові буряки, конюшина червона, гірчиця; дуже високу — люцерна, горох, люпин, гречка.

Інтенсивність засвоєння поживних речовин рослинами залежить від реакції ґрунту. Більшість культурних рослин краще розвивається на слабкокислих і нейтральних ґрунтах. За відношенням до кислотності ґрунту рослини поділяють на такі групи:

- дуже чутливі — люцерна, еспарцет, конюшина, гірчиця, ріпак, капуста, цибуля, часник, перець, столові, цукрові та кормові буряки, смородина; ці рослини дуже позитивно реагують на вапнування кислих ґрунтів підвищеними нормами вапна;
- середньочутливі — озима і яра пшениця, ячмінь, кукурудза, квасоля, горох, вика, соняшник, соя, кормові боби, салат, огірки, яблуня, слива, вишня; добре реагують на вапнування кислих ґрунтів помірними нормами вапна;
- малочутливі — овес, жито, просо, гречка, льон, кабачки, гарбузи, помідори, морква, редька, малина, агрус, груша; витримують помірну кислотність і позитивно реагують на вапнування невеликими нормами вапна, негативно реагують на підвищений вміст кальцію;
- стійкі — люпин, картопля, бруква, щавель, серадела; добре витримують підвищену кислотність, слабо реагують на вапнування.

Чутливість рослин до реакції ґрунтового середовища з їх віком зменшується. За допомогою хімічної меліорації ґрунтів створюють оптимальні умови для розкриття рослинами своїх потенційних можливостей.

Оптимальні для нормального росту і розвитку рослин умови живлення створюються за рахунок водного і повітряного режимів, певного запасу доступних поживних речовин, концентрації ґрунтового розчину, інших чинників, більшість яких визначається агрохімічними властивостями ґрунту. Вплив ґрунту на врожайність культур пов'язаний із запасами в ньому елементів живлення, вологи, реакцією ґрунтового розчину, вмістом органічної речовини, його фізичними і біологічними властивостями.

Радикальний спосіб впливу на поживний режим ґрунту та умови живлення рослин — застосування органічних і мінеральних добрив. Добрим фоном для підвищення ефективності органічних і мінеральних добрив є вапнування і гіпсування ґрунтів. Сумісне застосування вапнякових, органічних і

мінеральних добрив сприяє підвищенню врожайності культур, родючості ґрунтів, збільшує оплату одиниці добрив.

Поєднанням способів і строків внесення добрив з агротехнічними заходами з урахуванням трансформації поживних речовин у ґрунті, динаміки їх вбирання підвищують ефективність добрив і знижують затрати праці.

На **оптимізацію живлення рослин** позитивно впливає комплексне застосування **засобів хімізації**, яке передбачає:

- доведення рН ґрунтового розчину до оптимального рівня за допомогою хімічної меліорації;
- забезпечення рослин достатньою кількістю поживних речовин ґрунту;
- посилення живлення рослин у критичні періоди їх росту з урахуванням агрохімічних властивостей ґрунтів, біологічних особливостей культур, величини врожаю та його якості;
- знищення бур'янів;
- зведення до мінімуму негативного впливу хвороб і шкідників за допомогою засобів захисту рослин;
- позитивне вирішення екологічних проблем і збереження навколишнього природного середовища.

Використання рослин для мобілізації біогенних елементів. У період вегетації рослини засвоюють різні кількості елементів живлення, що часто призводить до зміни співвідношення і вмісту їх у листках та інших органах і потребує коригування умов живлення.

Надходження хімічних елементів у рослини з ґрунту, гірських порід і атмосфери, синтез органічних речовин і повернення хімічних елементів у ґрунт і атмосферу є основними складовими біологічного колообігу речовин. Велике значення в цьому колообігу мають зелені рослини.

Склад рослин дуже різноманітний і залежить не тільки від їх фази росту і розвитку, а й від умов вирощування. За формування високих урожаїв у культурах посилюється колообіг речовин, що приводить до накопичення їх у рослинних рештках, збагачення якими ґрунту слід враховувати при застосуванні добрив. Винесення елементів живлення з ґрунту значною мірою залежить від їх вмісту в основній і побічній продукції врожаю (табл. 3.1).

Найважливішим чинником регулювання колообігу елементів живлення в сівозміні та землеробстві є застосування добрив на науковій основі з урахуванням конкретних умов, за яких вони матимуть найвищу ефективність. Колообіг елементів живлення в агроекосистемах має певну спрямованість і за допомогою показників балансу може бути оцінений не тільки якісно, а й кількісно. Баланс елементів живлення в агроекосистемах дає змогу визначати їх винесення з ґрунту врожаєм та надходження в ґрунт із різних джерел і тим самим систематично контролювати й цілеспрямовано

Таблиця 3.1 – Винесення з ґрунту елементів живлення урожаєм основних сільськогосподарських культур, кг/т продукції

Культура	Продукція								
	Основна			Побічна			Основна з урахуванням побічної		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озима пшениця	20,7	7,4	4,9	5,1	1,6	9,9	28,9	10,0	20,7
Озиме жито	17,4	7,5	5,4	5,6	2,2	11,0	27,8	11,7	26,4
Ячмінь озимий	17,0	8,3	4,9	6,0	2,0	13,6	24,7	10,9	22,6
Ячмінь ярий	18,4	7,6	5,3	6,6	2,3	13,9	26,2	10,4	22,0
Овес	18,9	8,3	5,1	5,2	2,8	17,9	27,2	12,7	33,7
Кукурудза на зерно	15,3	5,9	4,2	6,9	2,1	14,2	24,1	8,6	22,4
Кукурудза на силос	3,15	1,14	4,23	—	—	—	—	—	—
Просо	19,4	4,9	4,1	9,1	2,0	25,9	33,9	8,1	45,5
Гречка	17,7	5,9	7,1	9,7	4,1	16,4	36,1	13,7	38,3
Горох	33,4	8,4	13,0	10,0	2,3	13,6	44,4	12,5	28,0
Соняшник	23,7	10,4	8,4	8,7	3,1	43,6	42,8	17,2	104,3
Льон	5,4	2,01	10,1	38,9	15,0	11,6	61,6	19,9	63,3
Буяки цукрові	2,01	0,76	2,22	3,48	0,86	4,42	4,23	1,29	5,0
Буяки столові	3,64	0,76	2,31	—	—	—	—	—	—
Буяки кормові	2,12	0,55	3,18	4,63	0,94	4,08	3,69	0,86	4,56
Картопля	3,7	1,1	5,5	3,7	0,9	4,6	5,6	1,6	7,8
Трави (сіно) однорічні	20,0	6,0	20,7	—	—	—	—	—	—
Трави (сіно) багаторічні	23,3	5,3	20,1	—	—	—	—	—	—

впливати на підвищення врожайності культур і родючості ґрунтів внесенням добрив, застосуванням хімічних меліорантів та інших засобів.

Біологічні процеси, що відбуваються в ґрунті, значною мірою залежать від діяльності вищих рослин, зокрема їхніх кореневих систем. Утворена рослинами органічна речовина включається в біологічний колообіг і внаслідок цього ґрунт збагачується. В агрофітоценозах, де частина надземної маси рослин відчужується з поля, органічна речовина утворюється в ґрунті в основному за рахунок кореневих систем рослин, що беруть участь у біогенній акумуляції, перенесенні й перерозподілі елементів живлення у ґрунтовому профілі. Чим більше надходить у ґрунт свіжої органічної речовини, тим краще розвиваються мікробіологічні процеси. Чим більша кількість післязбиральних решток і коріння поповнює органічну частину ґрунту, тим вищою буде його біологічна активність.

Маса і якість післязбиральних і кореневих решток впливають на процеси їх перетворення в ґрунті, формування його родючості. Найціннішими є рештки бобових багаторічних трав і зернобобових культур. Через ширше співвідношення мас надземної і підземної частин — конюшина, люцерна еспарцет та інші багаторічні бобові трави залишають у ґрунті 100 – 200 ц/га

органічної речовини. Крім того, в цих рештках менше співвідношення С : N, тобто вони містять більше азоту в білковій формі, що сприяє перебігу мікробіологічних процесів. Зернобобові культури — горох, соя, квасоля, люпин — формують меншу кількість післязбиральних решток (50 – 150 ц/га).

Їх об'єднує також те, що на коренях усіх бобових культур розвиваються бульбочкові бактерії, які фіксують азот повітря і збагачують цим елементом ґрунт. Роль різних бобових культур у накопиченні азоту неоднакова. Так, однорічні культури — горох, соя, квасоля забезпечують азотом насамперед себе і залишають у ґрунті порівняно невелику його кількість (до 50 кг/га). Багаторічні бобові — конюшина, люцерна, люпин та інші накопичують і залишають у ґрунті значно більші кількості цього елемента (100 – 250 кг/га).

Роль бобових рослин у підвищенні родючості ґрунту не обмежується збагаченням його азотом і органічними рештками. Органічна маса бобових рослин багатша на кальцій і фосфор, які вони засвоюють з глибоких шарів ґрунту і тим самим збагачують верхні його шари.

Післяжнивні рештки бобових культур сприяють утворенню більшої кількості гумінових кислот, які, сполучаючись із кальцієм, магнієм та іншими катіонами ґрунту, закріплюють у гумусі поживні речовини, сприяють формуванню доброї структури та поліпшують фізичні властивості ґрунту.

Коренева система рослин має важливе значення для мобілізації елементів живлення та як джерело цих елементів для наступних культур. За даними О.І. Зінченка, після різних польових культур у ґрунті залишається від 35 – 45 до 70 – 100 ц/га і більше корневих і післяжнивних решток. Так, на посівах багаторічних трав у ґрунті щорічно залишається 60 – 80 ц/га сухої маси коренів. За 3 – 4 роки вирощування люцерна залишає 25 – 30 т/га органічної маси, в якій міститься 450 – 500 кг/га азоту, 100 – 120 фосфору, 350 – 400 кг/га калію. Кореневі рештки бобових трав (люцерни, конюшини, озимої і ярої вики, буркуну) містять у 2 – 3 рази більше азоту, значно більше фосфору і кальцію, ніж кореневі рештки злакових культур.

З урахуванням здатності бобових рослин, особливо їх кореневої системи, мобілізувати елементи живлення у верхньому шарі ґрунту, ці рослини використовують як зелене добриво, або сидерат, з метою підвищення родючості ґрунтів. Для цього придатні бобові (люпин, буркун, серадела) і небобові рослини (озимий і ярий ріпак, олійна редька, жито, гречка, гірчиця біла, озима свиріпа).

Як зелене добриво рослини використовують такими способами:

- повним — приорюють усю вирощену зелену масу рослин;
- укісним — врожай зеленої маси використовують на корм тваринам, а на зелене добриво — тільки післяукісні рештки;
- отавним або комбінованим — перший укіс слугує кормом, отаву приорюють як зелене добриво.

Зелене добриво, або сидерати, — надійний засіб підвищення родючості ґрунтів, особливо дерново-підзолистих легкого гранулометричного складу.

Сидеральні культури вирощують окремо в ущільнених або проміжних посівах. Повне, укісне і комбіноване застосування проміжних культур як зеленого добрива — один з основних заходів підвищення продуктивності сівозмін.

Здатність рослин мобілізувати біогенні елементи використовують при виробництві продукції рослинництва на забруднених радіонуклідами територіях. Одним з ефективних заходів зменшення вмісту цезію, стронцію та інших важких металів у продукції є добір культур, одні з яких вбирають незначну кількість радіонуклідів, а інші — засвоюють їх із ґрунту у великих кількостях. Відносно мало важких металів засвоюють зернові культури і багато — бобові (конюшина, люцерна, горох, квасоля та ін.). Тому на забруднених радіонуклідами територіях доцільно вирощувати зернові культури і картоплю, в бульбах якої менше важких металів, оскільки вони акумулюються в картоплинні.

Найнижчими рівнями забруднення зерна радіоцезієм характеризуються кукурудза, тритикале, просо, дещо вищі рівні встановленні для ячменю, пшениці, жита, а рівень забруднення зерна вівса в 6 разів вищий, ніж зерна кукурудзи. Найбільший вміст радіоцезію в зерні гречки: в 11,6 раза вищий, ніж у зерні кукурудзи і в 5 разів — ніж у зерні проса.

Зернобобові культури забруднюються радіонуклідами більше, ніж зернові. Отже, зернові, зернобобові та круп'яні культури, вирощені в однакових умовах, значно різняться за вмістом радіоцезію в урожаї. Це дає змогу шляхом добору культур отримувати менш забруднену продукцію рослинництва для продовольчого використання за різних рівнів радіоактивного забруднення ґрунту.

4 ХІМІЧНІ МЕЛІОРАЦІЇ: ВИДИ, ЗНАЧЕННЯ, ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ

Хімічна меліорація — це застосування хімічних речовин для поліпшення фізико-хімічних і фізичних властивостей ґрунтів, їх хімічного складу та підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Основними способами хімічної меліорації є: вапнування кислих ґрунтів, гіпсування солонцюватих ґрунтів, кислування лужних ґрунтів, а також внесення мінеральних і органічних добрив.

Вапнування ґрунтів передбачає внесення вапнякових добрив у кислі ґрунти з метою нейтралізації їхньої надмірної кислотності, шкідливої для багатьох сільськогосподарських культур.

Реакція ґрунтового розчину залежить від складу й концентрації розчинених у ньому вільних мінеральних, органічних кислот та їхніх солей.

Ріст і розвиток рослин великою мірою визначається реакцією ґрунтового середовища, швидкістю і спрямованістю хімічних та біохімічних

процесів, що відбуваються в ґрунті. Більшість культурних рослин формує високі врожаї лише за нейтральної або близької до нейтральної реакції ґрунтового середовища.

Реакція ґрунтового розчину залежить від співвідношення в ньому іонів водню H^+ та гідроксильних груп OH^- . Якщо концентрація іонів H^+ більша за концентрацію OH^- , ґрунти мають кислу реакцію.

4.1 Природна кислотність ґрунту

У природних умовах кислотність ґрунту формується за перебігу підзолистого процесу ґрунтоутворення, внаслідок чого ґрунтовий вбирний комплекс насичується іонами водню й алюмінію, а ґрунтові колоїди теж мають виражені кислотні властивості. Підкислення ґрунту можливе також за тривалого застосування фізіологічно кислих мінеральних добрив та в результаті засвоєння елементів живлення рослинами у вигляді іонів, що супроводжується виділенням еквівалентної кількості іонів водню.

Концентрацію іонів водню в ґрунтовому розчині, а звідси і кислотність ґрунту, умовно виражають показником рН — від'ємним логарифмом концентрації водневих іонів. За рН < 6 реакція ґрунту кисла, за рН 7 — нейтральна, а за рН 8 і більше — лужна.

Непрямим результатом високої кислотності ґрунту є недостатній вміст у ньому засвоєваних кальцію і фосфору, надлишок розчинних сполук алюмінію, мангану — досить шкідливих для рослин. Алюміній, накопичуючись у кореневій системі рослин, знижує її здатність проводити фосфор у надземні частини, тому рослини потерпають від фосфорного голодування навіть за внесення фосфорних добрив. Більшість культурних рослин для нормального розвитку потребує слабкокислої (рН 6,0 – 6,5) або нейтральної (рН близько 7) реакції ґрунтового розчину. Шкідливу дію підвищеної кислотності ґрунту можна усунути тільки внесенням необхідної дози карбонату кальцію (вапна), який не лише підвищує рН ґрунтового розчину, а й зв'язує алюміній та манган у малорозчинні сполуки.

Умовою успішного проведення вапнування є щонайповніше знання реального стану реакції ґрунту кожного поля не тільки за значенням рН, а й за природою ґрунтової кислотності.

Розрізняють три види ґрунтової кислотності: актуальну, обмінну і гідролітичну. З кислотністю пов'язані численні негативні властивості ґрунтів, їх низька родючість. Кислі ґрунти бідні на кальцій, фосфор, інші елементи живлення, а також гумус. Все це створює несприятливі умови для розвитку рослин. Крім того, за підвищеної кислотності ґрунту гальмується надходження азоту, фосфору, калію та інших поживних речовин у кореневу систему, порушується вуглеводний і білковий обмін речовин у рослинах, знижуються вміст хлорофілу та активність ферментів,

уповільнюється процес фотосинтезу, внаслідок чого порушується процес запилення і розвитку генеративних органів, погіршуються умови наливання зерна, знижується продуктивність рослин.

Озимі злаки і багаторічні трави гинуть через підвищену кислотність ґрунту не лише взимку, а й навесні. Зріджуються також посіви ярих культур. Підкислення ґрунтів спричинює перехід важких металів, радіонуклідів у легкорухливі форми, підвищується коефіцієнт їх переходу в рослини, збільшується вміст нітратів і нітритів, а отже, погіршується якість продукції та істотно знижується продуктивність агроценозів. Кисла реакція ґрунтового розчину супроводжується надлишковим вмістом токсичних для рослин рухомих форм алюмінію, мангану, заліза, зниженням доступності фосфору, молібдену, погіршенням життєдіяльності та складу мікрофлори ґрунтів, гальмуванням надходження в рослини кальцію і магнію. Крім того, на кислих ґрунтах дуже низька окупність мінеральних добрив і невисока якість продукції рослинництва.

Згідно з рівняннями регресії урожаю за значенням рН (в інтервалі 4,2 – 5,6 сольової витяжки), зниження цього показника на 0,1 одиниці призводить до зменшення урожаю зернових культур на 0,7 – 1,0 ц/га.

Більшість культур нормально розвивається за рН 6,5, коли створюються сприятливі умови для живлення рослин: наявність поживних речовин у доступних для рослин формах, достатня нітрифікаційна активність, задовільні умови для існування корисних ґрунтових мікроорганізмів, відсутність токсичних рухомих елементів — алюмінію та мангану, які в кислих ґрунтах утворюють важкорозчинні сполуки.

Серед показників фізико-хімічних властивостей ґрунту найбільше значення мають обмінно-вбирні катіони Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ і H^+ , з

якими пов'язані поняття актуальної і гідролітичної кислотності, суми ввібраних основ, ступеня насичення ґрунтів основами. За цими та іншими показниками вибирають шляхи хімічної меліорації кислих чи засолених ґрунтів. Відомо, що прямий вплив кислотності або лужності ґрунту на розвиток рослин менший, ніж побічний, що призводить насамперед до різкого зниження ефективності мінеральних добрив, порушення збалансованості живлення елементами самого ґрунту та різкого погіршення його фізичних властивостей.

За сучасного рівня застосування мінеральних добрив, особливо в інтенсивному землеробстві, проблема хімічної меліорації полів — вапнування кислих і гіпсування засолених ґрунтів — особливо актуальна. Нині в господарствах України різко скоротилося застосування хімічних меліорантів. У багатьох регіонах підкислення ґрунтів стало критичним. Темпи щорічного збільшення площ з підвищеною кислотністю досягають 0,4 – 0,5 %. Нині в Україні близько 9 млн га ґрунтів з підвищеною кислотністю (рН < 6), в тім числі до 8,5 млн га орних земель.

Основні площі кислих ґрунтів знаходяться на Поліссі та в Лісостепу. Найбільшу кислотність мають верхові торфовища й дерново-підзолисті

грунти Полісся, дещо меншу — сірі і темно-сірі лісові ґрунти. Низька кислотність ґрунтового розчину характерна для опідзолених і вилужених чорноземів. У комплексі агрохімічних заходів, спрямованих на підвищення родючості кислих ґрунтів, основна роль відведена вапнуванню, що забезпечує глибоку, тривалу і різнобічну дію вапна на ґрунт і рослину.

Після внесення вапна знижується кислотність ґрунту, підвищується насиченість його основами, що створює оптимальні умови для росту і розвитку рослин, формування високого врожаю. Крім того, вапнування позитивно впливає на агрохімічні, фізико-хімічні та біологічні властивості кислих ґрунтів, на них рослини формують краще розвинену кореневу систему, здатну засвоювати з ґрунту більше поживних речовин. Внаслідок вапнування активується процес розкладання клітковини рослинних решток у ґрунті, збільшується кількість нітрифікаторів та бактерій, які розкладають трифосфат кальцію й орґанофосфати, зменшується кількість бактерій, які утворюють отруйні для рослин і корисних мікроорґанізмів речовини, інтенсифікуються біохімічні процеси — в 1,5 – 2 рази підвищується виділення вуглекислого газу та активність ферментів у ґрунті.

Однак слід пам'ятати, що вапно, внесене в надмірній кількості, може пригнічувати ріст рослин і знижувати їх урожайність. Це пояснюють тим, що кисла реакція ґрунту на декілька років може змінитись на лужну, яка для багатьох культур не менш шкідлива, ніж кисла.

Надмірно високі дози вапна порушують живлення рослин мікроелементами: бором, манганом, цинком та ін. Найчастіше рослини потерпають від нестачі бору, що зовні виявляється такими ознаками: у цукрових і кормових буряків загниває центральна частина коренеплоду, у льону відмирає верхівка стебла, картопля уражується першою, зернобобові не утворюють насіння і т.д.

Все це засвідчує, що не слід вапнувати ґрунти без попередніх аналізів і розрахунку норм вапна залежно від ступеня кислотності, врахування особливостей культур сівозміни і гранулометричного складу ґрунту. При вапнуванні ґрунтів у сівозмінах з льоном і картоплею рекомендується застосовувати борвмісні добрива, що дасть змогу внесенням невеликої кількості бору (1 – 3 кг/га) майже ліквідувати несприятливу для льону й картоплі післядію вапнування, корисну для інших культур сівозміни.

Залежно від організаційно-господарських умов, зокрема від наявності вапнякових матеріалів, вапно можна застосовувати в малих дозах під декілька культур сівозміни з тією однак умовою, щоб за ротацію сівозміни дати необхідну норму, або вносити відразу потрібну кількість вапна і щорічно вапнувати меншу площу. Обидва способи дають близькі результати. Починати вапнування треба на полях із дуже кислими ґрунтами (рН 4,0 – 4,5).

4.2 Інтенсифікація землеробства на кислих ґрунтах

Вапнування є важливою умовою інтенсифікації землеробства на кислих ґрунтах, підвищує їх родючість та ефективність мінеральних добрив, особливо азотних: ефективність застосування добрив на кислих ґрунтах на 30 – 40 % нижча, ніж на тих самих ґрунтах після вапнування.

Зі збільшенням норм внесення мінеральних добрив значення вапнування ґрунтів зростає. Зниження кислотності ґрунтів після вапнування дає змогу рослинам використовувати елементи живлення з добрив, тому вапнування кислих ґрунтів має передувати внесенню добрив.

Строки, способи та місце внесення вапна в сівозміні взаємозв'язані і залежать від норми вапнякового матеріалу, його форми та якості, реакції культур на вапнування. Необхідну норму вапнякового матеріалу слід вносити у ґрунт із таким розрахунком, щоб його дія була максимальною на культурах, які добре реагують на вапнування, і незалежно від поля сівозміни добиватись максимального перемішування його з усією масою орного шару ґрунту.

У сівозмінах Полісся рекомендовані норми вапнякових матеріалів доцільно вносити під покривну культуру багаторічних трав, картоплю, льон і люпин. Під картоплю вапно можна вносити восени або навесні. Під льон і люпин, якщо застосовують повну норму вапна, його вносять восени, а половину норми можна вносити навесні.

У разі вапнування поля під картоплю, льон і люпин велике значення має форма вапнякового матеріалу. Найкраще вносити повільнодіючі матеріали (мелене вапно, доломітове борошно) і збільшувати при цьому в 1,5 – 2 рази норми калійних та боровмісних добрив.

Ґрунти потребують вапнування у 12 областях України. Його слід проводити з регулярною періодичністю через 5 – 7 років повною нормою, розрахованою за гідролітичною кислотністю. Для цього щорічно треба вносити 6,0 – 6,5 т/га меліорантів.

Повна норма вапна, що відповідає значенню гідролітичної кислотності, в сівозміні діє протягом 7 – 8 і більше років. Ця норма забезпечує слабкокислу реакцію ґрунту, оптимальну для більшості культур. Згодом ґрунт починає підкислюватись і його реакція поступово наближається до початкового рівня, що потребує повторного, або підтримувального, вапнування. Підкисленню сприяє розкладання в ґрунті органічних решток з утворенням органічних кислот. Кореневі виділення рослин і більшість продуктів біохімічних процесів, які відбуваються в ґрунті, також підкислюють ґрунтове середовище. Упродовж кількох десятиліть у багатьох країнах, у тім числі і в нашій, випадають «кислотні» дощі, які хоч і не дуже сильно, та все ж підвищують кислотність ґрунту. З ростом інтенсифікації

землеробства різко посилюються процеси збіднення ґрунту на основі внаслідок винесення кальцію і магнію врожайми та, переважно, внаслідок їх міграції з кореневмісного шару з інфільтраційними водами. Застосування фізіологічно кислих мінеральних добрив і підвищена агресивність атмосферних опадів також призвели до збільшення втрат кальцію і магнію з орного шару ґрунту. Зросло вимивання легкорухливих аніонів SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , які не сорбуються ґрунтом і зв'язують еквівалентну кількість катіонів, здебільшого Ca^{2+} і Mg^{2+} .

Тому підвищення кислотності ґрунту й потреба проведення повторного або підтримувального вапнування зумовлюються переважно втратами кальцію внаслідок винесення його урожаєм і вимивання у глибші шари ґрунту.

Реакція рослин на наявність у ґрунті кальцію протилежна їх реакції на рН середовища. Рослини, які страждають від підвищеної кислотності, краще ростуть і розвиваються на ґрунтах, збагачених на кальцій, і навпаки.

Втрати кальцію з ґрунту можуть значно коливатись і залежать від багатьох чинників: кількості опадів, ступеня просочування вологи, гранулометричного складу ґрунту та його кислотності, норм вапна, складу та норм добрив, що вносяться, набору культур у сівозміні та їх урожайності тощо. Середньорічні втрати кальцію з орного шару ґрунту внаслідок його вимивання коливаються від 50 до 250 кг/га у перерахунку на СаО. Більші втрати спостерігаються на дерново-підзолистих ґрунтах і менші — на опідзолених і вилужених чорноземах.

Дослідження підтверджують, що втрати кальцію з ґрунту перевищують його надходження. Дефіцит балансу кальцію в ґрунті здебільшого усувають вапнуванням, оскільки з органічними та мінеральними добривами, які містять кальцій, надходить недостатня кількість основ для нейтралізації природного підкислення ґрунту. Органічні добрива можуть виконувати цю функцію лише за щорічного їх внесення 25 – 30 т/га. Незначна кількість кальцію надходить у ґрунт з атмосферними опадами — 15 – 25 кг/га за рік. Отже, під час вапнування треба створювати позитивний баланс кальцію в ґрунті, оскільки лише в цьому разі площа кислих ґрунтів зменшується, а за негативного — збільшується, незважаючи на щорічне проведення вапнування. Негативний баланс кальцію призводить до таких негативних наслідків:

- постійно зростають площі з підвищеною кислотністю ґрунту;
- знижується ефективність мінеральних добрив і не використані рослинами нітрати потрапляють у ґрунтові води;
- зменшується захисна здатність протистояння рослин до надходження в них важких металів і решток пестицидів;
- зростає рухливість гумусових сполук ґрунту.

Для підтримання оптимальної реакції ґрунтового розчину та позитивного балансу обмінних основ кальцію і магнію в ґрунті як доповнення до системи удобрення щорічно треба вносити невеликі дози

вапна під кожен культуру, яка потребує нейтральної реакції ґрунту, причому вапно доцільно вносити під культивування, а його дозу розраховувати за нормативами витрат CaCO_3 на нейтралізацію одиниці кислотності (0,1 рН_{KCl}).

Вапнування кислих ґрунтів — це захід тривалої дії, тому неякісне його проведення негативно позначається на родючості ґрунтів протягом багатьох років. У зв'язку з цим слід суворо дотримуватися рекомендованих норм, строків, способів, глибини заробляння, рівномірності внесення та черговості використання вапна на полях сівозміни. Відхилення фактичної норми внесення вапна від розрахованої за гідролітичною кислотністю не повинно перевищувати 10 %, нерівномірність внесення по ширині поля — 25 – 30 %. Потребу у вапнуванні кислих ґрунтів визначають за гідролітичною кислотністю, рН сольової витяжки з урахуванням гранулометричного складу та вмісту гумусу, ступенем насичення ґрунту основами з урахуванням набору сільськогосподарських культур у сівозміні.

Норми вапна встановлюють за:

- гідролітичною кислотністю; для цього вміст водню, виражений у міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту, множать на коефіцієнт 1,5, оскільки 1 мг-екв H^+ / 100 г ґрунту відповідає 1,5 т/га CaCO_3 ; цей метод найточніший;
- значенням рН сольової витяжки з урахуванням гранулометричного складу ґрунту;
- нормативами витрат вапна для зміщення значення рН на 0,1.

За даними Г.А. Мазура, 1 т вапна (CaCO_3) збільшує рН піщаних ґрунтів на 0,66, супіщаних — на 0,27, легкосуглинкових — на 0,18.

Для підвищення рН ґрунту на 0,1 потрібні такі дози вапна, т/га: для піщаних ґрунтів — 0,12 – 0,16; для супіщаних — 0,35 – 0,40; для суглинкових — 0,50 – 0,60.

В усіх зонах поширення кислих ґрунтів незалежно від вирощуваних культур дозу вапна визначають за гідролітичною кислотністю ґрунту.

Останнім часом для розрахунку норм вапна часто вдаються до нормативного методу (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Нормативи оптимальних значень рН_{KCl} різних типів ґрунтів на витрати CaCO_3 для зміни рН на 0,1 (за Т.А. Грінченком та ін.)

Тип ґрунту	Значення рН _{KCl}		ΔрН _{KCl}	Формати витрат CaCO ₃ для зміни рН на 0,1 т/га	Зитрати CaCO ₃ на ΔрН, т/га
	вихідне	оптимальне			
Дерново-підзолистий	< 4,5	5,5	1,2	0,35	4,2
	4,6 – 5,0	5,5	0,7	0,47	3,29
	5,1 – 5,5	5,5	0,2	0,90	1,80
Сірий опідзолений	< 4,5	5,9	1,6	0,86	10,8
	4,6 – 5,0	5,9	1,1	0,79	8,69
	5,1 – 5,5	5,9	0,6	0,86	5,16

Примітка. На ґрунтах з рН_{KCl} 5,6 – 6,0 норма вапна на нейтралізацію кислотності мінеральних добрив становить 3 т/га CaCO₃.

За цим методом дозу CaCO₃ розраховують за формулою

$$D = \Delta pHx \quad (4.1)$$

де D — доза CaCO₃, т/га;

ΔpH — різниця між оптимальним і фактичним значеннями рН_{KCl};

x — норматив витрат CaCO₃, т/га, для зміщення рН на 0,1.

Повторне або підтримувальне вапнування доцільно проводити в разі зниження рН на 0,5 одиниці відносно оптимального значення рН для даної сівозміни, оскільки воно дає високий позитивний ефект, посилюючи дію мінеральних добрив. Строки повторного вапнування залежать від норми та якості вапнякових матеріалів, кількості опадів, форм і норм добрив, набору культур у сівозміні (табл. 4.2).

Середня періодичність вапнування ґрунтів у різних регіонах України неоднакова: на Поліссі — 6 – 7 років, у Лісостепу — 6 – 9, Карпатах і Закарпатті — 4 – 6 років.

Вапнування проводять практично протягом усього року. В теплий період вапнують перезволожені ґрунти і ґрунти на горбистих ділянках полів, навесні та восени — добре дреновані ґрунти, влітку — вільні від посівів поля. Вапно можна вносити взимку на рівні поля, на яких висота снігового покриву не перевищує 30 см. При цьому вологість вапнякових добрив має бути не вищою за 7 %, а швидкість вітру — не більш як 5 м/с. Вапно вносять під культури, які добре реагують на вапнування, або під їх попередники, а половинні норми — також під льон і люпин. Його не можна вносити взимку на посівах озимих культур і багаторічних трав.

Таблиця 4.2 – Показники кислотності дерново-підзолистих і сірих опідзолених ґрунтів (рН_{KCl}), за яких доцільно проводити повторне вапнування

Гранулометричний склад ґрунту	Тип сівозміни			
	Польова з великими площами льону	Польова з багаторічними травами та невеликими площами льону, картоплі, люцерни	Польова з цукровими буряками та люцерною	Кормова та овочево-кормова
Піщаний і супіщаний	4,8	5,0	5,3	5,2
Легко- та середньосуглинковий	5,0	5,2	5,6	5,4
Важкосуглинковий та глинистий	5,2	5,4	5,8	5,6
Торфовий	4,4	4,6	5,2	5,0

Застосовують такі технології вапнування ґрунтів:

- у разі пилюватих вапнякових матеріалів — прямотечійну з використанням машин РУП-8 та АРУП-8, а на полях, де використання цих машин неможливе, — перевалочну;
- у разі слабкопилюватих вапнякових матеріалів за невеликої відстані поля від складу або місця добування місцевих матеріалів (до 15 км) — прямоточну, за більшої відстані — перевалочну, яка нині є найпоширенішою.

За даними агрохімічної служби України, за підвищення рН дерново-підзолистих ґрунтів від 5 до 6 врожайність озимої пшениці зростає на 45 – 50 %, ячменю на 12 – 15 %, а за підвищення рН від 4,4 до 5,5 врожайність озимого жита збільшується на 20 – 25 %. Оптимальні значення рН у польових сівозмінах з озимою пшеницею для дерново-підзолистих ґрунтів Полісся становлять близько 6, для ґрунтів Лісостепу — 6,5 – 6,7.

Ефективність вапнування залежить від ступеня кислотності ґрунту: чим він вищий, тим більші потреба у вапнуванні та прирости врожаю. Багаторічними польовими дослідженнями та спостереженнями у виробничих умовах встановлено, що вапнування кислих ґрунтів забезпечує підвищення врожаю озимих зернових на 2,5 – 3,0 ц/га, озимої пшениці — до 5, коренів цукрових буряків — до 40 – 50, сіна конюшини — до 10 ц/га.

Приріст урожаю та вартість додаткової продукції, отриманої внаслідок вапнування сильно- й середньокислих ґрунтів, у 2 – 3 рази вищі, ніж при вапнуванні слабкокислих. Особливо високі прирости врожаю дають овочеві культури, багаторічні трави, кормові коренеплоди і кукурудза. Позитивна дія повної дози вапна за тривалий період (7 – 8 років) забезпечує приріст урожаю близько 30 ц/га зернових одиниць.

4.3 Хімічні меліорації на лужних ґрунтах

До *хімічної меліорації належить і гіпсування лужних ґрунтів* — солончаків, солонців та ґрунтів із різним ступенем солончакуватості і солонцюватості. Засолені ґрунти поширені в Степовій та Лісостеповій зонах України, де займають площу близько 2,2 млн га орних земель. Концентрація легкорозчинних солей у них досягає 0,1 – 0,3 %.

Солонці й солонцюваті ґрунти як правило розміщуються в комплексі з іншими ґрунтами, займають від 4 до 80 % площі. Мають негативні водно-фізичні та агрономічні властивості, що пояснюється підвищеним вмістом у них колоїдів та значною кількістю увібраних катіонів натрію і магнію. Вони характеризуються підвищеною лужністю (рН 7,5 – 9,5), високою в'язкістю, липкістю, поганими водопроникністю і набуханням у вологому стані, сильним ущільненням, розтріскуванням і безструктурністю у сухому стані. На таких ґрунтах рослини страждають від нестачі вологи в посушливі періоди та від нестачі повітря — у вологі.

За глибиною залягання сольового горизонту засолені ґрунти поділяють на: солончаків (солі в шарі 0 – 30 см); солончакуваті (30 – 80 см); глибоко солончакуваті (80 – 150 см); глибоко засолені (глибше 150 см).

За вмістом увібраного натрію їх поділяють на: несолонцюваті — < 5 % ємності вбирання; слабкосолонцюваті — 10 – 20 %; солонці — > 20 % (залягають окремими плямами).

За складом солей солонці поділяють на содові, содово-сульфатні, сульфатно-содові, хлоридно-содові, содово-хлоридно-сульфатні (Лісостеп), хлоридні, сульфатні, хлоридно-сульфатні (Степ).

Гіпсування ґрунтів проводять за вмісту увібраного натрію понад 5 % ємності катіонного обміну. Витісняють увібраний натрій та нейтралізують ґрунт внесенням гіпсу, фосфогіпсу, сульфату заліза, сульфату алюмінію, хлориду або нітрату кальцію, дефекату, неорганічних кислот (сірчаної, соляної, азотної), кислих органічних відходів промисловості (лігнін) тощо.

Найчастіше для меліорації солонців і засолених ґрунтів використовують гіпс і фосфогіпс. Норму гіпсу визначають за формулою

$$H = 0,086(Na - 0.1E)hd \quad (4.2)$$

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

Na — вміст увібраного натрію, мг-екв/100 г ґрунту;

E — ємність вбирання, мг-екв/100 г ґрунту;

h — глибина меліоративного шару ґрунту, см;

d — щільність ґрунту, г/см³.

Ефективність гіпсування залежить від ступеня зволоження ґрунтів, реакції ґрунтового розчину, глибини залягання ґрунтових вод, способів внесення гіпсу тощо. Меліоранти краще вносити по паровому полю під просапні культури (кукурудзу, цукрові буряки) та багаторічні бобові трави. На солонцюватих ґрунтах повну їх норму вносять під оранку. На мілкостовпчастих солонцях половину норми меліоранту вносять під оранку,

а решту — під культивуацію, на глибокостовпчастих солонцях — 0,75 норми під оранку і 0,25 норми — під культивуацію.

Ефективне поліпшення солонцюватих ґрунтів і солонців можливе в разі комплексного застосування агротехнічних, меліоративних, агрохімічних і біологічних заходів, які мають охоплювати:

- внесення меліорантів;
- обробіток ґрунту чизельними розпушувачами на глибину 35 – 45 см або плантажну оранку на глибину 55 – 60 см;
- вирівнювання поверхні поля;
- регулювання поверхневого стоку, влаштування дренажу й промивного водного режиму за рахунок зрошення і снігозатримання;
- внесення органічних, зелених і мінеральних добрив;
- створення після меліорації сприятливого агробіологічного фону висіванням солестійких рослин (у перші роки — буркуну, суданської трави, люцерни, а в міру окультурення — ячменю, озимої пшениці, сорго, цукрових буряків).

5 ЗАХИСТ ҐРУНТУ ВІД ЕРОЗІЇ — МЕТОД ЗБЕРЕЖЕННЯ ЙОГО ЕНЕРГОПОТЕНЦІАЛУ

Ерозія ґрунтів — це руйнування їх під впливом природних і антропогенних чинників, основними з яких є вода, вітер, механічна дія ґрунтообробних знарядь, забруднення середовища, витоптування тощо. Внаслідок ерозії ґрунтів втрачається значна частина родючих земель, катастрофічно знижується загальний рівень родючості орних земель.

Залежно від чинників руйнування ґрунтів розрізняють водну, вітрову, агротехнологічну, антропогенну, пасовищну ерозію та ін. Водна ерозія поширена повсюдно, але найбільше — в районах з пересіченою місцевістю. Розрізняють площинну, або поверхневу, та лінійну, або яружну, водну ерозію. За площинної ерозії змиваються верхні шари ґрунту, за лінійної ґрунт розмивається з утворенням вимоїн і ярів. Площинна ерозія супроводжується руйнуванням і змиванням поверхневого шару ґрунту рівномірно по всій площі, при цьому втрачається найродючіший шар ґрунту. Розрізняють також іригаційну водну ерозію, яка виявляється у змиві ґрунту під час зрошення.

Розвиток водної ерозії залежить від рельєфу місцевості. Руйнування ґрунтів водою починається за кута нахилу території $1 - 2^\circ$.

За ступенем еродованості ґрунти поділяють на слабо-, середньо-, сильно- і дуже змиті. У слабозмитих ґрунтах зруйнована не більш як половина гумусового горизонту, трапляється на слабопологих схилах серед незмитих ґрунтів. У середньозмитих ґрунтах гумусовий горизонт зруйнований на $2/3$, знаходяться вони на пологих і стрімких схилах. У сильнозмитих ґрунтах повністю зруйнований гумусовий горизонт і частково — перехідний, залягають вони на стрімких і опуклих схилах. У дуже змитих ґрунтах повністю зруйновані як гумусовий, так і перехідний горизонти.

Водна ерозія виявляється в усіх зонах країни на схилах понад $0,5^\circ$. У середньому з одного гектара схилових земель змивається до 15 т родючого шару ґрунту, а у Вінницькій, Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській, Тернопільській та Харківській областях — 23 – 27 т. Внаслідок цього втрачається 500 кг/га гумусу, 500 – 700 кг/га елементів живлення, що в 2 – 3 рази більше, ніж їх вносять із добривами. На посівах просапних культур, розміщених на схилах понад 3° , змив ґрунту зростає до 30 – 50 т/га за допустимого рівня 4 – 6 т/га.

Руйнування поверхні ґрунту під дією сильних вітрів називають вітровою ерозією, або дефляцією. Вона виявляється у вигляді пилових (чорних) бур і місцевої (повсякденної) вітрової ерозії. Розпочинається за швидкості вітру 3 – 4 м/с на супіщаних, 4 – 6 м/с — на легкосуглинкових, 5 – 7 м/с — на важкосуглинкових і 7 – 9 м/с — на глинистих ґрунтах. Вітрова ерозія поширена у степових посушливих районах. Вітер зносить з полів верхній шар ґрунту (пилові бурі), видуває рослини або засипає посіви, зрошувальні системи ґрунтом і піском. Пилові бурі охоплюють великі

території й повторюються періодично. Дрібні часточки ґрунту (менші за 0,25 мм) можуть переноситись на десятки, сотні, тисячі кілометрів від місця видування.

За даними М.Й. Долгілевича, у Степовій зоні України в середньому за рік видувається 21,5 млн т дрібнозему, з яким виноситься 39,5 тис. т фосфору.

Великої шкоди завдає місцева вітрова ерозія, яка виявляється у вигляді верхової і поземки: часточки ґрунту переносяться вітром на невеликі відстані або перекочуються по його поверхні, пошкоджуючи сходи сільськогосподарських культур.

Кількісно процеси ерозії оцінюють за інтенсивністю втрат ґрунту, тобто в тоннах на гектар за рік або в міліметрах за рік. У цих одиницях вимірюють і швидкість процесів ґрунтоутворення. Порівнявши інтенсивність втрат ґрунту зі швидкістю ґрунтоутворення, можна оцінити ступінь небезпеки ерозії.

Ерозійні процеси за характером поділяють на нормальні і прискорені. Нормальна (геологічна) ерозія відбувається під природною рослинністю, не зміненою діями людини (цілинні степи, ліси, луки, пасовища та ін.). За своєю природою вона дуже повільна і, як правило, не призводить до утворення еродованих ґрунтів, тому що втрати ґрунту протягом року повністю компенсуються його утворенням. Прискорена (антропогенна) ерозія розвивається там, де внаслідок господарської діяльності людини природну рослинність знищено, а територія використовується без урахування її природних властивостей. У цьому разі втрати ґрунту набагато вищі за його утворення, що призводить до різкого зниження родючості. Такій ерозії легше і дешевше запобігти, ніж боротися з її наслідками.

Площа ерозійно небезпечних ґрунтів в Україні досягла 17,0 млн га, у тім числі 5,0 млн га орних земель зруйновано вітром. Ерозія прогресує зі швидкістю 100 – 120 тис. га за рік.

За останні десятиліття дефляція ґрунтів охопила й територію Полісся, вона руйнує осушені торфовища і мінералізовані переосушені землі, а також переміщує піски на пасмових формах рельєфу, навіть вкритих лісовою рослинністю. Втрати дрібнозему на Поліссі, за даними М.Й. Долгілевича, становлять 2 – 5 т/га за рік.

Останнім часом допустиму норму ерозії запропоновано встановлювати за швидкістю гумусоутворення у верхньому шарі ґрунту і за потребою органічного матеріалу для цього. Норма ерозії — це та гранична інтенсивність ерозії, яка компенсується ґрунтоутворенням, точніше, за визначенням М.М. Заславського, гумусонакопиченням.

Для різних типів ґрунтів встановлено такі норми ерозії (за М.К. Шиколою та ін.), т/га: дерново-підзолисті — 1; ясно-сірі та сірі ґрунти — 2; темно-сірі — 3; чорноземи вилужені — 5; чорноземи глибокі — 6; чорноземи звичайні — 4; чорноземи південні та каштанові ґрунти — 3.

Допустимі втрати ґрунту не повинні перевищувати 0,2 – 0,5 т/га за рік. Річні втрати ґрунту класифікують за такою шкалою, т/га: незначні — до 0,5; слабкі — 0,5 – 1,0; середні — 1,0 – 1,5; сильні — 5 – 10; дуже сильні — > 10.

Захист ґрунтів від ерозії передбачає здійснення профілактичних заходів для запобігання її розвитку та вжиття конкретних заходів щодо ліквідації ерозії там, де вона вже розвинулась. Комплекс заходів щодо захисту ґрунтів від водної ерозії охоплює агротехнічні, лукомеліоративні, лісомеліоративні, гідротехнічні та організаційно-господарські.

5.1 Агротехнічні заходи щодо запобігання процесам ерозії ґрунтів

Для запобігання процесам ерозії велике значення мають такі основні агротехнічні заходи:

- різноглибинний безполицевий обробіток ґрунту упоперек схилів з мульчуванням його стернею;
- безполицеве лущення та культивація із залишанням стерні на поверхні поля;
- щільовання ґрунтів на глибину 50 – 60 см упоперек схилів через кожні 5 – 7 м;
- терасування стрімких схилів, нарізування валів упоперек схилів, борознування та ямкування зябу;
- впровадження ґрунтозахисних сівозмін;
- внесення органічних і мінеральних добрив, у тім числі нетоварної частини врожаю — стебел кукурудзи, соняшнику, гички, сидератів, соломи;
- снігозатримання та регулювання сніготанення;
- залуження ерозійно небезпечних ділянок багаторічними травами;
- зміна структури посівних площ.

До лукомеліоративних протиерозійних заходів належить:

- докорінне поліпшення пасовищ знищенням природних малопродуктивних трав, посівом і вирощуванням культурних трав;
- докорінна меліорація пасовищ, у тім числі із засоленими та солонцюватими ґрунтами;
- поверхневе поліпшення пасовищ;
- щільовання пасовищ і висівання трав;
- догляд за пасовищами;
- періодичне відновлення травостою пасовищ;
- загальне планування (вирівнювання) поверхні пасовищ і засипання вимоїн;
- виположування ярів у разі розчленування пасовищ ярами завглибшки до 10 м.

З лісомеліоративних протиерозійних заходів найважливішими є:

- полезахисні лісосмуги уперек схилів для затримання поверхневого стоку, а також вітрозахисні лісосмуги, які влаштовують на межах полів сівозміни;
- насадження навколо ставів і водойм;
- суцільне або плямисте залісення еродованих чи ерозійно небезпечних земель (пісків, виходів гірських порід на поверхню та інші ділянки землі, які непридатні для сільськогосподарського використання).

Гідротехнічні протиерозійні заходи доцільно застосовувати тільки тоді, коли інші неспроможні запобігти ерозії. До них належать спеціальні споруди для регулювання стоку:

- водозатримні вали — влаштовують на відстані, не ближче від трьох глибин яру від його вершини;
- вали-тераси — споруджують на ріллі для повного затримання стоку;
- вали-лимани та вали-шляхи — водозатримні гідротехнічні споруди на межі полів сівозміни;
- донні та вершинні водоскидні споруди (загати, лотки-швидкотоки, східчасті перепади, консолі та ін.).

6 ГРУНТОЗАХИСНА КОНТУРНО-МЕЛІОРАТИВНА СИСТЕМА ЗЕМЛЕРОБСТВА. ПОНЯТТЯ, ОСНОВНІ ЛАНКИ

6.1 Диференційоване використання орних земель, контурно-смугова організація території.

У боротьбі з ерозією як дуже негативним агроекологічним чинником велике значення має **грунтозахисна система землеробства** — комплекс природоохоронних заходів, які треба розробляти для кожного регіону й господарства. Основними її ланками є: контурно-меліоративна організація території з напрямними лініями обробітку ґрунту та системи сівозмін, ґрунтозахисного обробітку ґрунту, удобрення культур, захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників, машин і знарядь, насінництва.

Системи обробітку ґрунту, удобрення та захисту рослин у комплексі забезпечують ґрунтозахисні технології вирощування культур, які розробляють для кожної зони чи регіону. Всі ґрунтозахисні технології разом з протиерозійною організацією території, гідро-, лісо- та лукомеліоративними заходами формують загальну або регіональну ґрунтозахисну систему землеробства.

Освоєння ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території забезпечує захист ґрунтів від ерозії та інших чинників деградації ґрунтового покриву, розширене відтворення родючості, формування екологічно стійких агроландшафтів, підвищення врожайності вирощуваних культур і валового збору сільськогосподарської продукції.

6.2 Еколого-технологічні групи орних земель

Еколого-технологічна група орних земель — це землі, виділені й об'єднані в окремі групи з урахуванням стрімкості схилу, еродованості, інтенсивності використання при контурно-меліоративній організації території. З метою формування в господарствах ерозійно стійких агроландшафтів орні землі за стрімкістю схилів поділяють на три еколого-технологічні групи.

Перша група — рівнинні землі, а також схили до 3°. Сюди належать усі орні землі, технологічно придатні для вирощування просапних культур в інтенсивних польових сівозмінах. Площа під багаторічними травами на цих землях мінімальна або їх не вирощують зовсім. На контурних полях цієї групи застосовують ґрунтозахисну агротехніку — плоскорізний, чизельний

та інший обробіток ґрунту за напрямком горизонталей. Для відтворення родючості ґрунту збільшують норми внесення органічних і мінеральних добрив.

Друга група — оброблювані землі на схилах від 3 до 7°. Тут застосовують інтенсивні зернотравні сівозміни без просапних культур.

Крім багаторічних трав у сівозмінах вирощують культури, які мають високу ґрунтозахисну ефективність, — озимі та ярі зернові, однорічні трави. На землях цієї групи застосовують ґрунтозахисний обробіток у поєднанні з мульчуванням ґрунту соломкою та іншими післяжнивними рештками.

Третя група — орні землі на схилах понад 7°, на яких важко проводити навіть найпростіші технологічні операції. Їх засівають багаторічними травами і вилучають із ріллі. Такі землі перетворюються на штучні сіножаті з сіяних багаторічних трав.

У процесі землевпорядкування здійснюється перехід від прямолінійної до контурної організації території з розміщенням сівозмін, полів і робочих ділянок, шляхів, полезахисних лісосмуг та інших елементів з максимальним наближенням до напрямку горизонталей або з допустимим відхиленням від них.

6.3 Агролісомеліорація — основа системи протиерозійних заходів

Агролісомеліорація — це система лісонасаджень, яка забезпечує поліпшення ґрунтових і кліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур.

Ліс, як і трави, є одним із найпотужніших механізмів природи для запобігання водній та вітровій ерозіям ґрунтів.

Всередині лісонасаджень формується лісова підстилка, ґрунт стає менш щільним, значно зростає його водопроникність.

У поліпшенні природних умов для сільськогосподарського виробництва та запобігання негативним наслідкам його інтенсифікації (ерозія ґрунтів, забруднення та замулення водних об'єктів тощо) важливого значення набувають ефективне використання і відтворення лісових насаджень — захисне лісорозведення. Сучасне сільськогосподарське виробництво зобов'язане передбачати не тільки використання природних умов і ресурсів, а й їх охорону, відновлення й перетворення.

На основі глибокого вивчення змін природних умов степів В.В. Докучаєв розробив систему заходів проти посухи, суховіїв та ерозії ґрунту, в якій провідне місце відведено лісорозведенню. Ця система передбачає: регулювання річок і закріплення ярів; будівництво протиерозійних ставів; зрошення; встановлення певного співвідношення площ ріллі, луків і лісу залежно від місцевих умов; використання більш

пристосованих до степових умов сортів сільськогосподарських культур; застосування найдосконаліших прийомів обробітку ґрунту.

Агролісомеліоративні насадження й природні ліси в комплексі із сільськогосподарськими угіддями утворюють лісо-аграрні ландшафти, в яких створюються сприятливі умови для підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь та охорони навколишнього середовища.

Лісові насадження як один із важливих компонентів природних комплексів сприяють інтенсифікації процесу ґрунтоутворення, підвищенню врожайності сільськогосподарських культур, впливають на формування мікроклімату, баланс тепла і вологи, ослаблюють водну й вітрову ерозію, запобігають обмілінню, забрудненню та замуленню річок і водойм.

В зв'язку з тим що лісові насадження виконують різноманітні меліоративні функції протягом тривалого часу, вони є основною постійно діючою складовою частиною захисних інженерно-біологічних комплексів, що є системою запроваджуваних у межах водозбору організаційно-господарських, технологічних, агротехнічних, луко-лісомеліоративних, гідротехнічних та інших заходів, спрямованих на формування сприятливого мікроклімату, зменшення інтенсивності ерозійних процесів, підвищення родючості ґрунтів, запобігання негативним наслідкам сільськогосподарського виробництва.

Агролісомеліоративні насадження на місцевості мають бути єдиною біологічною меліоративною системою і займати територію окремих водозборів.

6.4 Групи захисних лісових насаджень на сільськогосподарських землях

Полезахисне лісорозведення є найважливішою складовою частиною агролісомеліорації, яка передбачає поліпшення ґрунтово-кліматичних умов для вирощування сільськогосподарських культур і захист ґрунтів від ерозії за допомогою створення полезахисних лісових смуг.

Лісові насадження зменшують швидкість вітру, затримують на полях сніг, сприяють підвищенню вологості ґрунту і повітря, поліпшують гідрологічний режим місцевості, знижують випаровування вологи з ґрунту, захищають його та сходи сільськогосподарських культур від видування. Ці насадження належать до протиерозійних заходів постійної дії з тривалими строками окупності. Їх диференціюють за меліоративними функціями та за місцем розташування.

Лісові насадження мають бути багатофункціональними. У районах зі значним поверхневим стоком талих вод та інтенсивним снігоперенесенням основним їх завданням є ефективна дія на процеси формування поверхневого стоку за рахунок впливу на напрямок і швидкість вітру, температури повітря

і ґрунту, динаміку снігового покриву, інтенсивність танення снігу та врожайність сільськогосподарських культур.

Функціональна ефективність лісових насаджень забезпечується відповідним добором дерев і чагарників, застосуванням найдоцільніших схем розміщення в посадках і спеціального догляду, а також збереженням захисної дії для своєчасного відтворення посадок у певних місцях.

До захисних насаджень належать полезахисні та водорегулювальні лісосмуги, насадження навколо ставів та водойм, прибалкові та на незручних землях.

Полезахисні лісосмуги — це група захисних лісових насаджень, призначених для запобігання вітровій ерозії, поліпшення водного режиму ґрунту, захисту культурних рослин від посухи та шкідливого впливу суховіїв, збереження агроценозів тощо. Їх насаджують по межах полів та сівозмін і орієнтують упоперек напрямку вітрів, які спричинюють пилові бурі чи повітряну посуху. Вони поліпшують мікроклімат поля, сприяють затриманню снігу й підвищенню врожайів сільськогосподарських культур. Досвід застосування полезахисних смуг засвідчує найвищу їх ефективність щодо запобігання чи ослаблення вітрової ерозії, снігозатримання, поліпшення мікроклімату в міжсмуговому просторі в тому разі, коли їх конструкція ажурна або продувна і якщо вони поєднуються з ґрунтозахисним безполіцевим обробітком ґрунту.

Водорегулювальні лісосмуги висаджують на межі полів сівозмін і орієнтують довгим боком точно упоперек схилу. Вони перехоплюють поверхневий стік і переводять його у внутрішньоґрунтовий, а також поліпшують мікроклімат міжсмугового простору. Водорегулювальні лісосмуги застосовують на водозбірних схилах як основні, додаткові і допоміжні насадження. Основні лісосмуги завширшки 9 – 12 м розміщують по горизонталях і дещо спрямляють їх у місця пересікання з улоговинами. Додаткові водорегулювальні лісосмуги завширшки 7 – 9 м на схилі застосовують тоді, коли основна смуга такого самого призначення не забезпечує повного регулювання поверхневого стоку із водозбору, внаслідок чого ґрунт у нижній частині схилу та на берегах гідрографічної мережі розмивається. Розміщують їх як безпосередньо вздовж бровки гідрографічної мережі (прибалкові), так і на деякій відстані від неї, а в разі сильного розмивання берегів мережі — безпосередньо вздовж її кромки.

Насадження навколо ставів та водойм належать до рекреаційних, тобто тут влаштовують зони відпочинку. Ґрунтозахисна роль таких насаджень полягає в запобіганні абразії берегів, захисті земляних гребель від руйнування хвилеприбоєм та у разі переливання води через греблі. У верхів'ях ставів із чагарникових порід влаштовують мулофільтри, які осаджують дрібнозем, що надходить зі стоком і може замулювати стави.

Прибалкові насадження поглинають стік, що надходить з полів, поліпшують мікроклімат місцевості, відгороджують ріллю від природних кормових угідь. Для запобігання спасуванню худобою польових культур

їх відгороджують колючими чагарниками і деревами (шипшиною, глодом, лохом).

Насадження на незручних землях влаштовують на ділянках, непридатних для сільськогосподарського використання. Вони мають бути залісеними, оскільки ліс — це легені планети. Чим більше лісів, тим здоровіше, чистіше і більш насичене киснем повітря. У лісомеліоративні насадження доцільно включати їстівні та лікарські породи дерев і чагарників — грецький горіх, ліщину, фундук, глід, обліпиху, шипшину, грушу, яблуню, чорну смородину тощо.

За однакових географічних, метеорологічних та інших умов ефективність впливу лісових насаджень залежить від їхньої конституції, під якою розуміють їх будову в поздовжньому профілі.

Полезахисні смуги характеризуються ажурністю, або відношенням площі просвітів у поздовжньому профілі лісових смуг до загальної площі цього профілю. Ажурність визначають, коли дерева повністю вкриті листям. За ступенем ажурності та характером розміщення просвітів розрізняють такі основні види конструкцій:

- *щільну* — лісосмуги у поздовжньому профілі не мають наскрізних просвітів або їх кількість за рівномірного розміщення не перевищує 10 % загальної площі профілю; як правило, це багаторядні лісові смуги складної будови з густокронних деревних порід і густого високорослого підліску, які мають суцільні чагарникові або порістеві узлісся, що зникаються з нижньою частиною крон дерев; крізь такі смуги вітер майже не проникає, а на завітрянних узліссях зберігається повний затишок;
- *ажурну* — лісові смуги, в яких у поздовжньому профілі рівномірно розміщені наскрізні просвіти загальною площею 15 – 45 % усієї його площі. Це порівняно вузькі (не більш як 7 рядів) лісосмуги, що складаються з рідкокронних або рідко розміщених дерев з негустим підліском чи без нього, але з низько опущеними до землі кронами у дерев крайніх рядів; вони рівномірно продуваються вітром, основна частина повітряного потоку проходить крізь них без зміни напрямку, але швидкість його зменшується, на завітрянному узліссі швидкість вітру зменшується різко;
- *продувну* — лісосмуги, в яких у середній та верхній частинах поздовжнього профілю немає наскрізних просвітів або їх кількість не перевищує 10 % усієї площі цієї частини профілю, а в нижній приземній — просвіт суцільний, що створює ажурність понад 60 %; в основному це вузькі смуги (до 7 рядів) з густокронних порід без чагарників або з низьким чагарниковим підліском, який не досягає нижньої частини крон дерев; повітряний потік, що підходить до смуги, розділяється на дві частини: верхня проходить крізь насадження, а нижня з підвищеною швидкістю проникає крізь просвіт під кронами дерев, при цьому в лісосмузі та

на її узліссі, в тім числі й на завітрянному, швидкість вітру буває навіть більшою, ніж у відкритому полі.

В агрономічному та меліоративному плані найефективнішими є лісосмуги продувної конструкції, найменш ефективними — лісосмуги щільної конструкції, ажурні — займають проміжне місце.

Ефективна дія полезахисних лісосмуг спостерігається на відстані до 30 висот деревних насаджень.

Лісові смуги, розміщені вздовж довгих боків полів, називають *основними*, або *поздовжніми*, вздовж коротких — *допоміжними*, або *поперечними*. Полезахисні лісосмуги розміщують, як правило, у двох взаємно перпендикулярних напрямках: поздовжні — впоперек напрямку панівних у даному районі шкідливих вітрів, поперечні — впоперек поздовжніх смуг, які захищають поля від вітрів інших напрямків.

В умовах хвилястого рельєфу з поширеними процесами водної ерозії поздовжні смуги з метою водорегулювання розміщують уперек схилів 2° і більше на суглинкових та 3 – 4° і більше — на супіщаних ґрунтах. Поздовжні смуги висаджують на межах полів сівозміни, в середині їх з урахуванням рельєфу місцевості та загальної організації території господарства. Допускається відхилення цих смуг до 30 – 45° від перпендикулярного напрямку до найбільш шкідливих вітрів. Рекомендовані відстані між полезахисними лісосмугами для різних ґрунтово-кліматичних зон наведено в табл. 6.1.

Таблиця 6.1– Рекомендовані відстані між полезахисними лісосмугами

Зона	Рівні місця та схили до 2 – 3°		Схили крутістю від 3 до 8°	
	Відстань між смугами			
	поздовжні-ми	поперечні-ми	поздовжні-ми	поперечні-ми
Лісостеп	<i>Суглинкові ґрунти</i>			
	550 – 650	1500 – 2000	450	1500 – 2000
Степ	<i>Чорноземи звичайні та південні</i>			
	450 – 500	1500 – 2000	350 – 400	1500 – 2000
Лісостеп	<i>Супіщані ґрунти</i>			
	350 – 400	1000	—	—
Степ	250 – 300	600 – 700	—	—
Лісостеп	<i>Піщані ґрунти</i>			
	300	500	—	—
Степ	200	400	—	—
Полісся	<i>Піщані та супіщані ґрунти</i>			
	400	700 – 900	300	700 – 900

За рекомендованих відстаней між лісосмугами площа полів становитиме 70 – 120 га. На піщаних і супіщаних ґрунтах і схилах понад 3° площа полів менша (мінімальна — 12,5 – 15 га).

За складом деревних порід лісові смуги бувають простими, якщо складаються з однієї породи, і змішаними, якщо до їх складу входять декілька деревних або деревні і чагарникові породи. Прості за складом лісосмуги більш придатні для створення вузьких вітроламних ліній зі швидкорослих порід із густою кроною (тополі) або насаджень у специфічних лісорослинних умовах (бідні піщані, заболочені ґрунти тощо), асортимент дерев для яких обмежений.

Полезахисні лісові смуги здебільшого змішані, вони характеризуються кращим ростом, вищою біологічною стійкістю порівняно з простими насадженнями.

При складанні схем лісових смуг слід пам'ятати, що основна порода у змішаних насадженнях має займати не менш як 50 – 60 % посадкових місць. Основні й допоміжні породи висаджують, як правило, рядами, а чагарники чергують через одне посадкове місце з допоміжною або ажурнокронною породою. В разі створення лісових смуг за участю однієї з ажурнокронних основних порід (береза, горіх, модрина, біла акація) до них треба додавати певні густокронні допоміжні породи.

При влаштуванні полезахисних лісових смуг на суглинкових і глинистих схилах понад 2° і на супіщаних схилах 3 – 4° у складі насаджень слід передбачати чагарникові породи.

Залежно від призначення ширина лісових смуг змінюється (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Ширина лісових смуг (м) залежно від числа рядів і ширини міжрядь

Ширина міжрядь, м	Число рядів			
	2	3	4	5
1,5	3	4,5	6,0	7,5
2,0	4	6,0	8,0	10,0
2,5	5	7,5	10,0	12,5
3,0	6	9,0	12,0	15,0
3,5	7	10,5	14,0	—
4,0	8	12,0	16,0	—

Загальну ширину лісових смуг визначають за формулою

$$Ш = Mn, \quad (6.1)$$

де $Ш$ — ширина смуги, м;

M — ширина міжрядь, м;

n — число рядів.

Відстані між рядами та рослинами в рядах визначаються ґрунтово-кліматичними умовами. У Лісостеповій зоні відстань між рядами коливається від 2,5 до 3, у Степовій — від 4 до 5 м. Відстань між рослинами в рядах

залежить від швидкості їх росту і коливається від 1 до 3 м. З метою підвищення ефективності безпосереднього впливу лісових насаджень на поверхневий стік їх доцільно поєднувати з простими протиерозійними гідротехнічними спорудами.

Прості гідротехнічні споруди застосовують для: ліквідації кінетичної енергії зосереджених потоків та їх розпилення; затримання в лісосмузі вод місцевого стоку, що надходять з ділянок, розміщених на схилі вище; збільшення водопоглинальної здатності ґрунтів під лісосмугами; відведення надлишку поверхневого стоку з-під полого лісосмуг.

Конструкція простих гідротехнічних споруд залежить від формування та походження місцевого стоку, розмірів водозбору, стрімкості схилу, ґрунтово-геологічних і гідротехнічних умов, допустимих (нерозмивних) швидкостей водних потоків.

У зонах недостатнього і нестійкого та надмірного зволоження на схилах від 1 до 6° лісосмуги поєднують з водоспрямувальними земляними валами та валами-канавами. На захищених лісовими насадженнями полях зменшується швидкість вітру, що запобігає видуванню ґрунту, затримуються сніг і поверхневий стік води, захищається ґрунт від змиву й розмиву, змінюється мікроклімат, поліпшуються водний, повітряний і поживний режими ґрунту та умови розвитку сільськогосподарських культур.

6.5 Ґрунтозахисні властивості рослин

Здатність посіву певного виду рослин захищати ґрунт від ерозії характеризують показником середньовиваженого значення проектного покриття ґрунту рослинами в ерозійно небезпечний період. У сівозміні цей показник визначають у відсотках. Залежно від покриття поверхні поля сільськогосподарські культури виявляють різну ґрунтозахисну здатність. Надійний захист ґрунтів забезпечують багаторічні та однорічні трави, добре розвинені озимі, ранні ярі зернові й зернобобові культури. Після культур суцільної сіви протиерозійний фон зберігається в разі плоскорізного обробітку ґрунту та поліпшується фітомеліоративна дія рослин. Просапні культури до змикання міжрядь мало захищають ґрунт від ерозії, їх ґрунтозахисний вплив посилюється в другій половині літа, коли в рослин добре розвивається листкова поверхня.

Ґрунтозахисна здатність рослин зменшується зі збільшенням стрімкості схилу (табл. 6.3). Захищають ґрунт від ерозії не лише живі, а й відмерлі рослини. На цьому ґрунтується захист ґрунтів від ерозії мульчуванням соломною та післяжнивними рештками. Мульча поглинає енергетичну силу дощових крапель, зменшує швидкість стоку і силу вітру, запобігає інтенсивному випаровуванню.

Крім того, мульча є енергетичним матеріалом процесу ґрунтоутворення, забезпечує відтворення гумусу, сприяє поліпшенню агрофізичних властивостей ґрунту.

Чим густіші посіви та більша біомаса врожаю, тим вища ґрунтозахисна ефективність сільськогосподарських культур. Важливу ґрунтозахисну роль відіграють кореневі системи рослин. Проникаючи в глибокі горизонти і залишаючись у них після відмирання, корені рослин збільшують пористість, структурність та водопроникність ґрунту, що підвищує його родючість та протиерозійну стійкість.

Таблиця 6.3 – Ґрунтозахисна ефективність сільськогосподарських культур залежно від стрімкості схилу, % (за М.І. Головка)

Сільськогосподарська культура, агрофон	Ґрунтозахисна ефективність за стрімкості схилу		
	3°	6°	9°
Багаторічні трави	95	94	84
Озимі (на зерно)	83	78	69
Коноплі, ярий ячмінь (на зерно)	50	46	41
Однорічні трави, горох	47	42	37
Цукрові буряки	47	—	—
Просо, овес	42	36	32
Гречка	39	35	31
Соняшник	37	34	—
Кукурудза (на силос)	35	32	—
Картопля	32	28	—
Пар чорний	0	0	0
Стерня озимих	51	45	39
Стерня ярих суцільної сівби	25	23	20

Протиерозійну роль рослин широко використовують у ґрунтозахисному землеробстві — ґрунтозахисні сівозміни, смугове розміщення культур, вирощування культур суцільної сівби, застосування буферних смуг, залуження схилів ділянок багаторічними травами.

Для боротьби з ерозією ґрунтів на схилах влаштовують позахисні та водорегулювальні лісосмуги, засаджують яри, піски і землі, непридатні для сільськогосподарського використання. Густа трав'яниста рослинність оберігає ґрунт від водної та вітрової ерозій, але найнадійніше його захищають дерева і чагарники, особливо в посушливих районах країни.

6.6 Ґрунтозахисні сівозміни

Ґрунтозахисними називають сівозміни, в яких набір, розміщення і чергування сільськогосподарських культур забезпечують підвищення

врожаїв, захист ґрунтів від водної та вітрової ерозій, створюють умови для підвищення родючості еродованих та ерозійно небезпечних земель. Впровадження цих сівозмін у виробництво поєднують із контурно-меліоративною організацією території, яка включає спорудження різних водорегулювальних систем, смугове розміщення посівів, залуження відповідно до змитості ґрунту, стрімкості схилу та ґрунтозахисної ефективності культур.

Залежно від співвідношення зернових і кормових культур ґрунтозахисні сівозміни бувають польові та кормові. Ці сівозміни здебільшого розміщують на середньо- та сильнозмитих ґрунтах, а також на ерозійно небезпечних площах зі схилами 3 – 7°. В них передбачають переважно 2 – 3-річне використання багатоконпонентних сумішей трав, озимі зернові культури та однорічні 2 – 3-укісні суміші; просапні культури виключаються або використовуються лише за смугового розміщення культур.

Добираючи культури для ґрунтозахисних сівозмін, особливу увагу треба звертати на те, як вони задовольняють потреби господарства, забезпечують захист ґрунтів від ерозії, сприяють підвищенню родючості еродованих ґрунтів, впливають на роботу машино-тракторних агрегатів під час сівки, догляду за посівами та збирання врожаю.

У ґрунтозахисних сівозмінах Полісся та Лісостепу значна частка багаторічних трав (30 – 70 %), належна увага приділяється вирощуванню зернових культур (20 – 50 %) і однорічних трав (10 – 20 %), а на піщаних і супіщаних ґрунтах (30 – 40 %) та післяжнивним посівам (10 – 30 %). На насичення ґрунтозахисних сівозмін різними культурами впливає гранулометричний склад і зволоження ґрунтового покриву. У районах з достатнім зволоженням висівають переважно конюшину, а з нестійким зволоженням — люцерну або еспарцет.

Велику ґрунтозахисну ефективність та продуктивність забезпечують суміші багаторічних трав. У районах достатнього зволоження висівають конюшину зі злаковими травами та люцерну з еспарцетом, а в районах нестійкого і недостатнього зволоження — люцерну з еспарцетом та злаковими травами.

Добре захищають ґрунт від ерозійних процесів післяжнивні й післяукісні посіви багаторічних трав та їх сумішей.

Кулісні, смугові, проміжні, сумісні посіви. *Кулісні посіви* — це смуги або окремі рядки високорослих рослин, висіяних у паровому полі впоперек напрямку панівних вітрів з метою зменшення сили вітру, затримання й накопичення снігу, захисту озимих культур і багаторічних трав від вимерзання. Такі посіви практикують у Степовій та Лісостеповій зонах з використанням соняшнику, кукурудзи, сорго, білої гірчиці та інших високорослих культур, їх культивують також для збільшення запасів води в ґрунті та боротьби з ерозією.

Кулісні посіви складаються з 1 – 2 – 3 рядків рослин, висіяних широкорядно (60 см), більш поширені дворядні куліси. Відстань між

кулісами встановлюють з урахуванням стрімкості схилу, типу ґрунту та кратності проходу посівних агрегатів. Кулісні рослини висівають у чистий пар навесні у сприятливі строки та влітку (наприкінці червня — на початку липня). Нині більш поширене літнє висівання куліс. Кулісні посіви високорослих рослин добре затримують сніг і талі води, збільшують запаси продуктивної вологи, зменшують змив і розмив ґрунту, підвищують урожай озимих і ярих культур. Смугові посіви є одним із важливих заходів підвищення ґрунтозахисної ролі сівозмін.

Смуговими називають посіви, коли поле зайняте не однією культурою чи паром, а кількома культурами, які розміщують не суцільно, а точно чергують окремими смугами (стрічками) з метою забезпечення захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозій. Для захисту від водної ерозії смугові посіви влаштовують на схилах понад 2° і протяжністю 150 – 200 м, для захисту від вітрової ерозії — перпендикулярно до напрямку панівних вітрів або з допустимим відхиленням від нього.

Смуги посівів поділяють на протистічні та противітрові. Протистічні смуги (для захисту від водної ерозії) розміщують перпендикулярно до основного напрямку руху схилом рідкого стоку або з допустимим відхиленням від напрямку горизонталей. Ці смуги бувають:

- паралельними (розміщені впоперек загального схилу, але не контурними (спрямовані суворо по горизонталях);
- контурно-паралельними (зорієнтовані суворо паралельно, здебільшого вздовж горизонталей з допустимим відхиленням від них);
- контурно-паралельними із залуженням основних улоговин (водостоків).

Противітрові (протидефляційні) смуги розміщують перпендикулярно (або з відхиленням на 30 – 35°) до напрямку панівних вітрів, які спричиняють пилові бурі.

Усі види смугових посівів крім противітрових застосовують для запобігання як водній, так і сумісній дії водної і вітрової ерозій. За складного, пересіченого улоговинами рельєфу вдаються до контурно-смугового спрямування посівів із залуженням улоговин. Смугові посіви розміщують двома способами: смуги однорічних трав чергують зі смугами багаторічних; смуги із густопокривних культур — з ерозійно нестійкими фонами або посівами просапних культур.

Ґрунтозахисні властивості смугових посівів сільськогосподарських культур полягають у тому, що за чергування на полях агрофонів надземні органи рослин (стебла і листки) захищають поверхню ґрунту від ударів дощових крапель та повітряних струменів, а їх коренева система міцно утримує часточки ґрунту. Надійність захисту поверхні ґрунту та зменшення швидкості руху й концентрації поверхневого стоку залежать від фази розвитку рослин. Максимальний захист ґрунту від ерозії на схилах забезпечує смугове розміщення посівів багаторічних трав і озимих культур.

Проміжні посіви в сівозмінах є важливим резервом збільшення виробництва продукції рослинництва та протеїну, а також біологічним протиерозійним засобом. Проміжними посівами називають посіви сільськогосподарських рослин у період часу, вільний від вирощування основних культур сівозміни. Введення їх у сівозміну дає змогу вирощувати два врожаї за один рік на одній і тій самій земельній площі.

Залежно від строків, способів сівби і тривалості вирощування проміжні культури поділяють на підсівні, післяукісні, післяжнивні та озимі.

Підсівні культури висівають під покрив основної (озимі та ярі зернові) і збирають восени в той самий рік. Одночасне вирощування покривної та підсівної культур може впливати на їхню продуктивність як позитивно, так і негативно, тобто культури бувають сумісними і несумісними. Тому вирішальне значення для отримання врожаїв і покривної, і підсівної культур має їх добір.

Біологічним вимогам підсівних культур найкраще відповідають рослини, які рано звільняють поле. Це озимі й кормові культури, які вирощують для отримання ранніх зелених кормів, а також ранні озимі та ярі зернові. Водночас підсівна культура в період росту під покривом має бути тіневитривалою, повільно рости, використовувати мало вологи і поживних речовин із ґрунту, щоб не пригнічувати покривної культури. В умовах достатнього зволоження до таких належать люпин, буркун, серадела, морква, конюшина, озима та яра вика, а в умовах недостатнього зволоження — люцерна, буркун, еспарцет, сорго, суданська трава. Із зернових найкращою покривною культурою є озимий ячмінь, оскільки його збирають у ранні строки і підсівні культури менше пригнічуються під покривом.

Післяукісні культури висівають навесні або в другій половині літа після скошування на корм озимих, багаторічних і однорічних трав та інших кормових культур. Урожай післяукісних рослин збирають протягом року.

Озимі культури висівають у рік збирання основної, а їх урожай збирають на корм навесні наступного року, до сівби основної культури.

Ущільнення сівозмін проміжними культурами дає змогу ефективніше використовувати біокліматичний потенціал, родючість ґрунту, створювати посіви, стійкі до несприятливих природних чинників. Сприятливо впливаючи на водно-фізичні властивості та санітарний стан ґрунту, такі посіви створюють умови для мінімального його обробітку, що посилює ґрунтозахисну роль рослин, знижує енергетичні затрати на їх вирощування, значно підвищує продуктивність ріллі.

Проміжні посіви, закріплюючи ґрунт і накопичуючи поживні речовини, слугують надійним засобом охорони водойм від забруднення добривами і пестицидами.

Рослини проміжних культур збагачують ґрунт на органічну речовину за рахунок стерньових і кореневих решток, які в процесі мінералізації поповнюють ґрунт елементами живлення та гумусом. Рівномірний розподіл у верхніх шарах післяжнивних і кореневих решток підвищує

біологічну активність ґрунту, захищає його від несприятливого впливу поверхневого стоку.

Проміжні культури підвищують вміст у ґрунті водостійких агрегатів, особливо в поверхневому шарі 0 – 10 см. Водночас збільшується пористість ґрунту. За впливом на ці показники проміжні культури прирівнюються до багаторічних трав.

Відомо, що добре захищають ґрунт від ерозії багаторічні трави, слабкіше — озимі, дуже слабо — просапні культури. З урахуванням ґрунтозахисних властивостей рослин у сівозміні треба оптимально поєднувати основні і проміжні культури. Правильне їх розміщення в сівозмінах дає змогу упродовж усього теплого періоду займати ріллю продуктивним рослинним покривом, усувати або зменшувати втрати вологи, гумусу, поживних речовин і самого ґрунту від негативного впливу ерозії, підвищувати продуктивність ріллі більш як в 1,5 раза.

Сумісними називають посіви двох або кількох культур на корм (зернофураж), висіяних одночасно чи в різні строки автономно — стрічками, смугами. Збирають їх одночасно в один транспортний засіб або окремо.

Залежно від мети із сумісних посівів можна отримувати: корми з більшим вмістом протеїну; посів, що не вилягає, завдяки наявності в ньому виду або сорту з такою властивістю; суміш компонентів з різними періодами вегетації.

Крім того, такі посіви в багатьох випадках сприяють кращому росту рослин компонентів. Це добре видно в сумісних посівах вики з вівсом, озимої вики з житом, де злакові компоненти ростуть краще порівняно з їх чистими посівами. У них практично не виявляється ґрунтовтома. За вдалого добору рослин сумісні посіви стійкіші до хвороб, шкідників і бур'янів.

6.7 Залуження земельних ділянок

Дуже важливим напрямом зменшення інтенсивності ерозійних процесів, деградації сільськогосподарських агроландшафтів і ґрунтового покриву є вилучення з обробітку та зі складу ріллі земельних ділянок із сильно- й середньородованими ґрунтами під постійне їх залуження або залісення.

Під залуження багаторічними травами рекомендується відводити землі схилів понад 5°. Залуження ерозійно небезпечних ділянок багаторічними травами застосовують, як правило, у місцях проходження великих мас води під час злив і сніготанення: залужені водотоки, водопідвідні улоговини, найстрімкіші ділянки довгих схилів із середньо- та сильнозмитими ґрунтами, кювети вздовж доріг, сильно еродовані ділянки схилів.

Ґрунтозахисна здатність багаторічних трав першого року використання становить 92 %, другого — 97, третього — 99 %, тоді як однорічні суміші (горох, вика, овес або кукурудза з горохом і викою) — тільки 65 %.

При освоєнні схилів під кормові угіддя основною вимогою є запобігання виникненню або зведення до мінімуму ерозії під час залуження. Тому всі види обробітку ґрунту та підготовки його до посіву трав проводять лише упоперек схилів.

Найефективнішим ґрунтозахисним заходом є смугове залуження схилів. У перший рік залуження оброблювані смуги завширшки 25 – 30 м чергують з необроблюваними завширшки 10 – 20 м залежно від стрімкості схилів, зайнятих природним травостоем, що на початку освоєння схилів слугує захисним буфером від змивання і розмивання ґрунту. Після утворення міцної дернини під посіяними багаторічними травами (через 1 – 2 роки) готують під залуження смуги з природним травостоем. Для залуження добирають найбільш урожайні та стійкі багаторічні трави з урахуванням екологічних умов їх вирощування (еродованість, реакція ґрунтового розчину, умови вологозабезпечення) та призначення травостою.

Для створення сіяних травостоїв перевагу віддають бобово-злаковим травосумішам, які продуктивніші за чисті посіви, оскільки більше сприяють підвищенню родючості ґрунту, стійкіші проти витоптування тваринами, довговічніші, краще збалансовані за поживними речовинами.

Для залуження схилів Полісся та Лісостепу із бобових використовують конюшину, синьогібридну люцерну, зі злакових — безостий стоколос, лучну вівсяницю, лучну тимофіївку, збірну грястицю, багатоукісний та пасовищний райграс.

У південно-східних районах Лісостепу та Степу в травосуміші включають безостий стоколос, лучну кострицю, високий райграс, безкореневищний пирій та посухостійкіші рослини — прямий стоколос, сизий пирій, вузьколистий житняк та ін. Із бобових компонентів для залуження схилів використовують еспарцет і синьогібридну люцерну, а в південних районах – жовту та жовтогібридну люцерну, на засолених ґрунтах – білий та жовтий буркун.

У Степовій зоні найоптимальнішими травосумішами є:

- на північних схилах — люцерна із сизим або повзучим пирієм;
- на південних, менш родючих, — піщаний еспарцет зі стоколосом, житняком, райграсом.

Залуження схилів проводять напровесні або влітку, коли в ґрунті є достатня кількість продуктивної вологи. Весняні посіви трав добре розвиваються в роки з достатнім зволоженням, особливо в разі створення значних запасів вологи з осені. У посушливі роки вищі врожаї дають трави, висіяні влітку на добре обробленому ґрунті. Кращий час для сівби — липень - перша половина серпня (не пізніше).

Для формування кореневої системи та врожаю надземної маси багаторічні трави потребують фосфорних і калійних добрив, які підвищують зимостійкість рослин, урожайність та якість продукції на всіх ґрунтах.

6.8 Способи та прийоми ґрунтозахисного консерваційного обробітку

Мінімальний обробіток ґрунтів забезпечує їх захист від ерозії, сприяє збереженню вологи, економить енергію. Тому його називають ґрунтозахисним і енергозберігаючим, а також консерваційним

Останнім часом у закордонних країнах дедалі частіше використовують так званий *консерваційний обробіток*, в основу якого покладено застосування чизель-культиватора, що забезпечує суцільне розпушення на глибину 10 см. У глибших шарах ґрунт залишається частково не розпушеним, у вигляді захованих гребенів, що сприяє регулюванню стоку води та запобігає змиву родючого шару.

Американські вчені консерваційним вважають такий обробіток ґрунту, за якого на поверхні поля зберігається не менш як 25 % післяжнивних решток. У Німеччині такий обробіток застосовують в основному на схилах з обов'язковим введенням проміжних культур (фацелія, гірчиця, олійна редька, озимий ріпак, люпин та ін.). За консерваційного обробітку зменшуються втрати води, елементів живлення з поверхневим стоком, а також змив ґрунту. В разі тривалого його застосування органічні речовини й елементи живлення концентруються у верхньому шарі, що сприяє розвитку корисної мікро- та макрофауни, збільшенню чисельності мікроорганізмів, які розкладають клітковину, дощових черв'яків, інших фітосанітарів ґрунту.

Консерваційна система об'єднує всі різновиди ґрунтозахисних способів обробітку ґрунту. В ній переважають безполицеві способи, за яких на поверхні поля зберігаються післяжнивні рештки, але не заперечується доцільність періодичної оранки з перевертанням скиби. Співвідношення відвального та безвідвального обробітку визначають з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов, особливостей рельєфу, виду культур сівозміни.

У системі консерваційного ґрунтозахисного обробітку ґрунту застосовують переважно безполицевий, роторний і комбінований способи.

Консерваційний обробіток ґрунту придатний за всіх природних умов з такими різновидами: на кам'янистих ґрунтах доцільно застосовувати чизельні знаряддя; на ущільнених — важкі робочі органи типу параплау (англійський плуг); в умовах достатнього зволоження — загінний і гребеневий обробітки; на ґрунтах з доброю водопроникністю — пряму сівбу або нульовий обробіток.

Консерваційний обробіток ґрунту дає змогу підвищити виробіток і знизити витрати на виробництво продукції рослинництва без зниження

величини врожаю. Водночас ґрунт краще захищається від ерозії та несприятливого ущільнення.

6.9 Системи ґрунтозахисного обробітку

Система ґрунтозахисного обробітку — це сукупність заходів основного і поверхневого способів полицевого, безполицевого, роторного й комбінованого обробітків ґрунту на різну глибину, які здійснюються машинами і знаряддями, а також комбінованими агрегатами. Сучасні ґрунтозахисні системи мають бути енерго-ресурсозберігаючими та нерозривно пов'язаними з іншими елементами технологій виробництва продукції рослинництва.

Обробіток ґрунту здійснюють за такими системами: під ярі культури — зяблевий, передпосівний, післяпосівний; обробіток ґрунту під озимі культури.

Система ґрунтозахисного обробітку ґрунту має забезпечити: зменшення або повне усунення поверхневого стоку; підвищення протиерозійної стійкості ґрунтових часточок; краще проникнення в ґрунт води.

Головною теоретичною основою ґрунтозахисної системи, на думку академіка А.І. Бараєва, є обробіток ґрунту без перевертання скиби, тобто розпушення його зі збереженням стерні на поверхні поля для запобігання ерозії та зменшення випаровування ґрунтової вологи.

В умовах достатнього зволоження важливими ґрунтозахисними заходами обробітку ґрунту є: оранка впоперек схилу; контурний обробіток; оранка з ґрунтопоглиблювачами або плугом з вирізними полицями; комбінована полицево-безполицева оранка; ступінчаста оранка, за якої парні полиці плуга встановлюють на 10 – 12 см глибше; оранка з одночасним формуванням на полі протиерозійних борозен, валів, переривчастих борозен і ямок; плоскорізний обробіток зі збереженням стерні; смугове розпушування ґрунту; щільювання ґрунту і посівів, кротування, борознування та ямкування; мінімальний обробіток.

Систему ґрунтозахисного обробітку застосовують під час основних і передпосівних робіт. Основний обробіток ґрунту та сівбу на схилах проводять лише впоперек або по горизонталях. При цьому кожна борозна, кожен гребінь ріллі і рядок висіяної культури перешкоджають поверхневому стоку, зменшують змив і збільшують запаси вологи в ґрунті.

Залежно від застосовуваних знарядь розрізняють такі види основного ґрунтозахисного обробітку ґрунту:

- полицевий — оранка з перевертанням скиби, кришінням і переміщенням ґрунту на глибину від 16 – 18 до 32 – 40 см;

- безполицевий — глибоке розпушування, перемішування ґрунту плугами без полиць, дисковими плугами, культиваторами-розпушувачами (чизелями);
- поверхневий (на 6 – 8 см) і мілкий (10 – 14 см) — розпушування полицевими та дисковими луцильниками, дисковими боронами, культиваторами, фрезерними барабанами;
- плоскорізний із залишенням стерні в місцях вітрової ерозії; виконують культиваторами-плоскорізами на глибину від 12 – 14 до 22 – 24 см, а в разі потреби — агрегатом з голчастими боронами.

Основний обробіток ґрунту проводять восени на парових полях, навесні після збирання культур у зайнятих парах, у системі зяблевого обробітку під ярі культури, після збирання озимих проміжних, ранніх ярих сумішок та зернових культур під післяукісні, післяжнивні й озимі проміжні посіви.

Передпосівний обробіток ґрунту проводять на парових і непарових полях під посіви озимих, навесні — під посіви ранніх і пізніх ярих, влітку — під посіви післяукісних і післяжнивних кормових та зернових культур для вирівнювання поверхні, накопичення і збереження вологи, очищення поля від бур'янів.

Для кращого використання запасів вологи в орному й посівному шарах ґрунту, отримання дружніх сходів застосовують поверхневий обробіток спеціальними комбінованими агрегатами з дисковими або плоскорізними робочими органами. Вони кришать і розпушують ґрунт на глибину 6 – 8 см і повністю підготовлюють його до сівби. В агрегат можуть входити також сівалка, туковисівні апарати для внесення добрив, легкі котки або шлейфи для післяпосівного коткування чи вирівнювання поверхні ґрунту. Ефективне також фрезерування, після якого ґрунт цілком готовий до сівби.

Обробіток ґрунту по контурах — складова частина контурно-меліоративної організації території та ґрунтозахисної системи землеробства, яка передбачає контурне (в напрямку горизонталей) проведення всіх операцій щодо вирощування та догляду за рослинами.

В основу ґрунтозахисної системи обробітку ґрунту покладено принцип мінімізації та відмову від перевертання скиби. Перевагами ґрунтозахисної безплужної системи обробітку ґрунту є мобільність технологічних операцій, велика ширина захвату, висока продуктивність роботи плоскорізів, дискових і голчастих борін. Мобільність дає змогу виконувати технологічні операції у найоптимальніші терміни, що сприяє збереженню вологи у ґрунті та знищенню бур'янів. Це дуже важливо для закриття вологи у ґрунті. Дискові борони, плоскорізи чи комбіновані агрегати мають іти слідом за силосо- чи зернозбиральним комбайном, щоб максимально використати післяжнивну стиглість ґрунту. В цьому разі можна розраховувати на отримання дружніх сходів озимих культур навіть у посушливі роки. Посів у ґрунт, мульчований рослинними рештками, не потребує ранньовесняного боронування для закриття вологи. Система

грунтозахисного обробітку має бути легкозмінною залежно від умов погоди та вологості ґрунту.

На схилі землях система безплужного обробітку ґрунту охоплює щільовання ґрунту та посівів озимих культур і багаторічних трав. На неглибоких блюдцях для запобігання вимоканню посівів озимих культур і багаторічних трав проводять глибоке щільовання ґрунту в два сліди навхрест з виходом двох проходів щільовання за межі блюдець.

Систему ґрунтозахисного обробітку ґрунту розробляють не тільки для сівозмін, а й для кожної культури, відповідних полів і ділянок. Основою цієї системи обробітку є детальний аналіз і врахування ґрунтових, кліматичних та економічних умов. Навіть в одній і тій самій зоні найкраща система обробітку для одного господарства може виявитись непридатною для іншого, з іншими економічними можливостями й забезпеченістю трудовими ресурсами, особливо для господарств, які різняться ґрунтовим покривом, складом вирощуваних культур і структурою посівів.

6.10 Ґрунтозахисна техніка

У системі ґрунтозахисного обробітку ґрунту застосовують культиватори, плоскорізи, чизель-культиватори, щілинорізи, дискові ямкоутворювачі.

Культиватори, плоскорізи КПШ-5 і КПЕ-3,8 та інші призначені для лущення стерні і дискування ґрунту після зернових колосових на глибину 12 – 18 см. При цьому зберігається до 70 % стерні, яка, прикриваючи ґрунт, у 3 – 5 разів знижує еродуючу силу дощу й запобігає утворенню ґрунтової кірки, внаслідок чого зменшується небезпека змиву ґрунту та втрат опадів зі стоком. Плоскорізи КПШ-5 та ОПТ-3-5 особливо ефективні для лущення стерні в Степу і Лісостепу на полях, засмічених повзучим гірчаком і польовим будяком, а протиерозійні КПЕ-3,8, КПЧ-7,2 і чизель-культиватори КЧП-5,4 — на неглибоких ґрунтах, засмічених кореневищними та коренепаростковими бур'янами. Повніше знищення однорічних бур'янів під час лущення стерні досягається в разі агрегування цих культиваторів і плоскорізів з голчастими боронами БГ-3А за зволоженого ґрунту та з приставкою ПРВ-3,5 — за сухого.

Чизель-культиватори «Консертіль» спереду обладнані прямими дисками, а ззаду — напівгвинтовими наральниками-чизелями, закріпленими на рамі в три ряди, та чизельними плугами ПЧ-4,5 і ПЧ-2,5, які комплектуються стрілчастими лапами завширшки 270 мм для обробітку ґрунту на глибину до 30 см і розпушувальними лапами завширшки 70 мм для обробітку ґрунту на глибину до 45 см. Стрілчасті лапи добре підрізають бур'яни, а розпушувальні — посилюють водопроникність і протиерозійну стійкість ґрунту. Розпушувальні лапи розміщують на відстані 40 см за глибини обробітку до 20 см, і на відстані 50 см — за глибшого, ніж 20 см. Чизельний плуг можна використовувати і для щільовання ґрунту. В цьому разі розпушувальні лапи встановлюють на ширину 80 – 100 см.

Конструкція рами чизельних плугів ПЧ-4,5 і ПЧ-2,5 дає змогу націплювати змінні пристрої— відповідно ПСТ-4,5 і ПСТ-2,5, призначені для додаткового розпушування верхнього шару ґрунту, вирівнювання поверхні й часткового подрібнення високостеблових рослинних решток. Вони найефективніші на весняних роботах, а також восени за основного обробітку ґрунту під озимі зернові культури. Ці пристрої можна застосовувати під час роботи чизельних плугів по стерні після збирання різних культур, у тім числі по стерні високостеблових культур після попереднього луцення дисковими знаряддями.

Чизелювання з безполицеворозпушувальними лапами зберігає близько 60 % стерні, сприяє затриманню води, запобігає водній та вітровій ерозіям. Особливо ефективно воно під кукурудзу, соняшник, чорний пар та озиму пшеницю. Застосовують чизелювання при переорюванні змитих ґрунтів, для зниження щільності та окультурення підорного шару, а на ґрунтах з поверхневим перезволоженням — для відведення вологи в нижні шари.

Універсальним знаряддям у системі ґрунтозахисного обробітку є плуг «Параплау», який розпушує ґрунт на глибину до 40 см, але не перемішує його, не ущільнює підорний горизонт, не створює гребенів на поверхні поля. Він успішно працює на різних за гранулометричним складом ґрунтах і в широкому інтервалі їх вологості, на полях з великою масою післяжнивних решток і на луках. Оброблені цим плугом ґрунти мають добру водопроникність і навесні висихають на 4 – 6 днів раніше, ніж після оранки з перевертанням скиби.

Культиватори-плоскорізи-глибокорозпушувачі КПГ-250А, ПГ-3-5, ГУН-4, ПГ-3, КПГ-2-150, КПГ-2,2, КПШ-9 та інші призначені для обробітку ґрунту на глибину 20 – 30 см. Обробіток ґрунту плоскорізними знаряддями ефективний за посушливих умов на ґрунтах легкого гранулометричного складу та на полях, які зазнають переважно вітрової ерозії.

Щілинорізами ЩП-3-70, ЩП-2-140 щілюють зяб, що зменшує змив ґрунту у 2 – 3 рази, сприяє додатковому накопиченню вологи і значно підвищує врожайність сільськогосподарських культур. Щілювання проводять упоперек схилу на глибину 60 – 70 см. На слабкозмитих ґрунтах щілини нарізають через кожні 12 – 15 м, на середньозмитих — через 8 – 10 м, на сильнозмитих — через 3 – 4 м. Нарізають щілини також на посівах озимих культур, багаторічних трав і на пасовищах.

Дисковий ямкоутворювач ЛОД-10 та пристосування ПЛДГ-5, ПЛДГ-10 до луцильників ЛДГ-5, ЛДГ-10 призначені для проведення ямкування і переривчастого борознування зябу на складних схилах, що запобігає змиванню ґрунту. Ці види робіт можна виконувати і після пізньоосінньої оранки за допомогою пристрою ППЕ-10, який прикріплюють до культиватора КПГ-4 або КРН-4.

Ямкування доцільно застосовувати на схилах до 5°, а переривчасте борознування — на стрімкіших схилах.

Культиватори КПС-4 і КПЕ-3,8 використовують в агрегаті із зубовими боронами для вирівнювання поверхні та передпосівної культивування ґрунту. Комбінованим ґрунтообробним агрегатом АПК-2,5 за один прохід можна підготувати ґрунт для сівби озимих та інших культур. Стерньовою сівалкою СЗС-2,1 за один прохід виконують культивування, внесення мінеральних добрив, сівбу та післяпосівне коткування, що запобігає висушуванню ґрунту та забезпечує дружні сходи озимих, кращий їх розвиток восени порівняно з оранкою, після якої ґрунт пересихає більше.

6.11 Застосування структуротворних та захисних стабілізаційних синтетичних препаратів

Поряд з агротехнічними та агролісомеліоративними застосовують і хімічні заходи боротьби з ерозією, які поліпшують структурно-агрегатний стан ґрунтів, підвищують їх стійкість до ерозії.

Процес структуротворення зводиться в основному до того, що окремі гранули ґрунту та групи його часточок вкриваються колоїдними плівками, які сприяють їх послідовному склеюванню в комплекси. Дуже велике значення в цьому мають органічні колоїди, особливо розчинний гумус. Підвищену клеючу здатність мають органічні речовини типу гумінової та ульмінової кислот, які утворюють водотривкі пористі грудочки агрономічно цінної структури.

Структуроутворення потребують насамперед щільні суглинкові та глинисті ґрунти. Для створення й відновлення агрономічно цінної структури застосовують:

- посів багаторічних трав;
- обробіток ґрунту у фізично стиглому стані;
- вапнування кислих ґрунтів, гіпсування солонців і солонцюватих ґрунтів;
- внесення органічних і мінеральних добрив;
- додавання до ґрунту невеликої кількості структуроутворювальних речовин, які поліпшують водостійкість його структури.

Для створення водостійкої структури використовують синтетичні латекси, бітумні емульсії, відходи нафтової промисловості, високомолекулярні сполуки — полімери та співполімери, які складаються в основному з похідних акрилової, метакрилової та малеїнової кислот (криліуми).

Криліуми можна вносити в сухому або рідкому (краще) стані, в ґрунті вони перетворюються на нерозчинні полімери.

Більшість криліумів істотно поліпшує водостійкість структури ґрунту в разі внесення їх у кількості 0,05 – 0,10 % маси ґрунту. Широкого застосування криліуми не набули через високу їх вартість. Дедалі частіше

застосовують латекси у чистому вигляді або в сумішах з емульсіями мінеральних масел, а також відходи, які містять лігнін, наприклад сульфатно-спиртову барду, сульфатно-бардовий концентрат, лігносульфати кальцію та амонію.

Структурно-агрегатні властивості ґрунту поліпшуються в разі внесення в ґрунт негашеного вапна та сульфату заліза(III) в кількості 1,4 – 3 % маси сухого ґрунту за співвідношення 1,8...2 : 1.

Ефективні також такі синтетичні препарати:

- К-4-співполімер поліакриламід та гідролізованого поліакрилонітрилу — високов'язкий водний розчин концентрацією 8 – 10 %; перед внесенням у ґрунт препарат розбавляють водою до потрібної концентрації (0,05, 0,10, 0,20 % маси ґрунту), в разі його застосування (0,10 %) зберігається понад 60 % водостійких агрегатів (> 0,25 мм) протягом трьох років;
- поліакриламід (ПАА) в дозі 500 кг/га сприяє збільшенню на 50 % кількості водостійких агрегатів у безструктурному дерново-підзолистому ґрунті; його ґрунтозміцнювальна дія триває 2 – 3 роки; найдоцільніше поліакриламід застосовувати в дозі 0,045 % маси ґрунту на дерново-підзолистих ґрунтах важкого гранулометричного складу;
- дивініл-стирольний латекс марки СКС-50Г виявляє найвищу ґрунтозакріплювальну ефективність; максимальна водостійкість часточок ґрунту спостерігається в разі застосування латексу та емульсії вазелінового масла у співвідношенні 1 : 9.

Високу ґрунтозахисну дію хімічні препарати виявляють на ерозійно небезпечних ґрунтах. Застосування цих препаратів слід поєднувати з іншими ґрунтозахисними заходами, наприклад із залуженням. Значна протиерозійна ефективність на схилових ґрунтах забезпечується поєднанням залуження та закріплення поверхні ґрунту поліакриламідом чи латексом після висівання багаторічних трав.

Список використаної літератури

1. Минеев В.Г. Агрохимия.– М. Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 486 с.
2. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда. М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.
3. Агроекологія. / М.М. Городній, М.К. Шикула, І.М. Гудков – К.: Вища школа, 1993. – 416 с.
4. Агроэкология / под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
5. Веселовський І.В., Бегей С.В. Ґрунтозахисне землеробство. – К.: Урожай, 1995. – 304 с.
6. Нестеров В.Г. Вопросы управления природой. – М.: Лесная промышленность, 1981.
7. Сергеев М.Г. Экология антропогенных ландшафтов. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 1997.
8. Дрейер О.К., Лось В.А. Экология и устойчивое развитие. – М.: Изд-во УРАО, 1997.
9. Воспроизводство гумуса и хозяйственно-биологический круговорот органического вещества в земледелии (рекомендации). ВНИПТИОУ. – М.: Агропромиздат, 1989. – 65с.
10. Кант Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агроэкосистем. – М.– 207 с.
11. Кисиль В.І. Біологічне землеробство: тенденції в світі та позиція України// Вісн. Аграрної науки. – 1997. – № 10. – с. 9-13.
12. Сівозміни у землеробстві України: Методичні рекомендації/ За ред.. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. – К.: Аграрна наука, 2002. – 147 с.
13. Земельні ресурси України/ За ред. Медведєва, Т.М. Лактіонової. – К.: Аграрна наука, 1998. – 448 с.
14. Гудзь В.П., Примак І.В., Будьоний Ю.В. Землеробство. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.

ЗМІСТ

Вступ.....	□	
1. Екологічні напрями обробітку ґрунту.....		4
1 . Напрями мінімізації обробітку ґрунту.....		4
1 . Ґрунтообробні знаряддя та технології, їх екологічна оцінка ..		7
2. Шляхи збільшення ресурсу органічної речовини ґрунту.....		11
2 . Азотні добрива та бобові рослини — чинники ефективності гуміфікації.....		12
2 . Вермикомпостування: оцінка ефективності, технологія та перспективи застосування біогумусу.....		14
3. Система удобрення — основа підтримання балансу біогенних елементів.....		23
3 Прийоми та способи застосування добрив.....		25
3 Оптимізація живлення рослин.....		28
4. Хімічні меліорації: види, значення, основи технології.....		34
4 Природна кислотність ґрунту.....		34
4 Інтенсифікація землеробства на кислих ґрунтах.....		37
4 Хімічні меліорації на лужних ґрунтах.....		42
5. Захист ґрунту від ерозії — метод збереження його енергопотенціалу.....		44
5 Агротехнічні заходи щодо запобігання процесам ерозії ґрунтів.....		46
6. Ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства. Поняття, основні ланки.....		48
6 Диференційоване використання орних земель, контурно-смугова організація території.....		48
6 2. Еколого-технологічні групи орних земель.....		48
6 3. Агролісомеліорація — основа системи протиерозійних заходів.....		49
6 4. Групи захисних лісових насаджень на сільськогосподарських землях.....		50
6 5. Ґрунтозахисні властивості рослин.....		55
6 6. Ґрунтозахисні сівозміни.....		56
6 7. Залуження земельних ділянок.....		60
6 8. Способи та прийоми ґрунтозахисного консерваційного обробітку.....		61
6 9. Системи ґрунтозахисного обробітку.....		62
6.10. Ґрунтозахисна техніка.....		65
6.11. Застосування структуротворних та захисних стабілізаційних синтетичних препаратів.....		66
Список використаної літератури.....	□	

Навчальне електронне видання

Жигайло Олена Леонідівна

Управління агроєкосистемами

Конспект лекцій

Видавець і виготовлювач

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, м.Одеса, 65016

тел./факс: (0482) 32-67-35

Е-mail: info@odeku.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 5242 від 08.11.2016