

Національна академія аграрних наук України
Інститут сільського господарства Карпатського регіону

**ЗЕНОН ТОМАШІВСЬКИЙ,
ГРИГОРІЙ КОНИК,
ГАЛИНА ПАНАХИД**

**ҐРУНТОЗАХИСНА СИСТЕМА ЗЕМЛЕРОБСТВА
В ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ**

Монографія

За науковою редакцією
професора З. М. Томашівського

Львів
СПЛОМ
2021

УДК 631.45:631.147

Том 56

Томашівський, Зенон Михайлович.

Ґрунтозахисна система землеробства в західному регіоні України : монографія / З. М. Томашівський, Г. С. Коник, Г. Я. Панахид ; [за наук. ред. З. М. Томашівського]. – Львів : СПОЛОМ, 2021. – 276 с. : табл. – Бібліогр.: с. 260–272 (160 назв).

Узагальнено наявний експериментальний матеріал щодо застосування різних технологій вирощування сільськогосподарських культур з аналізом технологічного навантаження на ґрунт, що призводить до посилення ерозійних процесів, деградації і зниження його родючості.

Подано науково-теоретичні основи під впливом застосування різних способів обробітку, удобрення, вапнування і інших спеціальних заходів.

Для спеціалістів сільського господарства, наукових співробітників, викладачів, аспірантів та студентів навчальних та науково-дослідних закладів.

Рецензенти:

Дзюбайло А. Г. – головний науковий співробітник Передкарпатського відділу наукових досліджень Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, доктор сільськогосподарських наук, професор;

Лихочвор В. В. – завідувач кафедри технологій у рослинництві Львівського НАУ, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН.

*Рекомендовано до друку
вченою радою Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН від 24 березня 2021 р., протокол № 3*

© Томашівський З. М., Коник Г. С.,
Панахид Г. Я., 2021

ISBN 978-966-919-710-8

© Вид-во "СПОЛОМ", 2021

ВСТУП

Основним і незамінним природним ресурсом, від стану якого залежать всі досягнення в землеробстві, є ґрунт. Незважаючи на великий прогрес в розробках нових нетрадиційних технологій одержання продуктів харчування і кормів, ґрунт завжди залишається основою забезпечення життя людини. Зростаючі обсяги промислового виробництва і незбалансований інтенсивний розвиток сільськогосподарського виробництва порушують екологічну рівновагу, збільшують технологічне навантаження на ґрунт, що призводить до посилення ерозійних процесів, деградації і зниження його родючості.

Ерозійні процеси, зростаючі незбалансовані дози мінеральних добрив, пестицидів, збільшення тиску важких сільськогосподарських машин з їх багаторазовими проходами погіршують водно-фізичні властивості, порушують мікробіологічні процеси в ґрунті, ведуть до втрати гумусу, збільшення затрат на виробництво сільськогосподарської продукції, що в кінцевому результаті призводить до забруднення навколишнього середовища.

В Україні понад 15 млн га земель є еродованими, і ерозія продовжує поширюватись на кожний п'ятий гектар з тих, які ще не зазнали її. Проте втрати гумусу на цих землях вже досягли 25–35 %.

За підрахунками вчених, на землях схилів крутизною понад 1° (їх у складі ріллі близько 52 %) в Україні, без користі для врожаю, з шкодою для навколишнього середовища і самого ґрунту втрачається до 60 % талих і зливових вод, з якими виноситься в річки, озера і ставки від 15 до 25 % біогенних речовин, добрив і пестицидів. Ростуть старі і виникають нові яри, ускладнюється екологічна ситуація. Водною і вітровою ерозією щороку в Україні втрачається у середньому 740 млн т родючого ґрунту, що містить близько 24 млн т гумусу, 0,7 млн т рухомого фосфору та інші елементи живлення. Основною причиною такого стану є надмірна розораність земель

(81–82 % усіх сільськогосподарських угідь, або близько 58 % усієї території).

Ерозійні процеси, руйнуючи ґрунти, в першу чергу впливають на забезпеченість їх органічною речовиною. Так, вміст гумусу в слабоеродованих чорноземах зменшується на 5–10 %, в середньоеродованих – на 25–30 % і сильноеродованих – на 35–40 %, порівняно з їх повнопрофільними аналогами.

У таких ґрунтах у гумусі орного шару міститься відносно більша кількість фульвокислот, і менша – гумінових, знижується його біогенність, що погіршує умови росту і розвитку сільськогосподарських культур, а продуктивність еродованих ґрунтів знижується на 10–40 %, залежно від ступеня еродованості. У виробничих умовах Полісся середньорічні втрати гумусу під впливом ерозії становлять 2,4 млн т, у Лісостепу – 11 млн т і у Степу – 10,3 млн т.

На більшій частині території України, зокрема і в західних областях, переважає водна ерозія ґрунтів, яка виявляється як під час танення снігу, так і під час злив. Доведено, що під впливом стоку талих вод із сірих лісових ґрунтів на зябї щороку змивається 4,1–84 м³/га ґрунту, на посівах озимих – 2,5–66,7, ярих колосових культур – 6,2–6,5 м³/га. В окремих випадках змив ґрунту досягає майже 770 м³/га.

Високий рівень розораності земель, а також розширення площ посівів просапних культур у післявоєнні роки більш, ніж удвічі, зумовило розвиток ерозійних процесів. Щорічні втрати ґрунту становлять близько 600 млн т гумусу. На 1 т продукції рослинництва (в умовних зернових одиницях) втрачається до 1 т ґрунту.

Для зменшення втрат ґрунту від ерозії, першочерговим заходом має бути вилучення з обробітку, як мінімум, 10 млн га землі і переведення її з ріллі у природні кормові угіддя.

РОЗДІЛ 1. ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ

Сільськогосподарська цінність землі, як об'єкту і знаряддя праці, визначається якістю верхнього шару літосфери Землі, який становить кілька десятків сантиметрів у глибину, і має назву «ґрунт». Залежно від визначальних і супутніх умов утворення, на конкретній території формується сукупність ґрунтів, які представляють собою ґрунтовий покрив.

Наявність в материнських породах кальцію, сприятливі фізико-хімічні властивості в поєднанні з помірним кліматом, спокійним рельєфом і трав'янистою рослинністю сприяли розвитку на великій частині території України родючих чорноземних ґрунтів. *Поряд з цим, у північно-західних регіонах, в долинах рік приморської частини, і в гірських районах утворилась велика кількість видів і різновидностей ґрунтів, які суттєво відрізняються за своїм походженням (генезисом), природною та ефективною родючістю.* За родючістю, в більшості випадків, вони значно поступаються чорноземним ґрунтам. В цілому, просторове розміщення окремих типів і видів підпорядковуються закону горизонтальної і вертикальної зональності (Карпати), в межах ґрунтово-кліматичних зон мають цілий ряд загальних властивостей. Досить великі площі займають також інтразональні види, які зустрічаються у всіх ґрунтово-кліматичних зонах. Це дернові, лучні, торфові і торфово-болотні, солонцюваті і засолені ґрунти. За даними обстеження ґрунтів України, виявлено близько 700 видів ґрунтів, що свідчить про велике різноманіття ґрунтового покриття.

1.1. Ґрунти Полісся

Зона Полісся охоплює північні частини Волинської, Львівської, Рівненської, Житомирської, Київської, Чернігівської та Сумської областей. Найбільш поширеними ґрунтами на Поліссі є дерново-підзолисті, які поділяються на дерново-слабопідзолисті (за гранулометричним складом – піщані та глинисто-піщані), дерново-

середньопідзолисті (переважно супіщані), дерново-сильнопідзолисті та дерново-підзолисті глеюваті і глейові ґрунти. Останні поширені, головним чином, у північних районах зони, особливо в північно-західних районах Рівненської, Волинської та частково Львівської областей. На території Малого Полісся значно поширені перегнійно-карбонатні ґрунти на крейдяних породах. В зоні Полісся дуже багато болотних ґрунтів, особливо торфово-болотних та торфовищ [49, 50].

Крім того, на лівобережному Поліссі в окремих районах зустрічається багато засолених ґрунтів – здебільшого лучних та сірих опідзолених.

Дерново-підзолисті ґрунти на Поліссі займають близько 70 % загальної площі. Вони утворились на піщаних, глинисто-піщаних та частково на супіщаних ґрунтотворних породах, які значно вплинули їх агровиробничі властивості. Супіщані дерново-середньопідзолисті та дерново-слабопідзолисті глинисто-піщані ґрунти є майже повністю орними угіддями, тоді як піщані дерново-підзолисті ґрунти знаходяться переважно під природними сосновими лісами і лише незначні площі, де недавно вирубано ліси, використовуються як орні землі. Морфологічні ознаки дерново-підзолистих ґрунтів такі: зверху до 15–17 см залягає світло-сірий безструктурний горизонт різного гранулометричного складу – від піску до супіску.

На глибині від 15–17 см до 30–40 см залягає елювіальний горизонт білястого кольору (в супісках і суглинках плиткуватої будови).

Нижче 40 см, іноді навіть глибше, залягає чорно-бурий щільний горизонт грудкуватої будови (у восковому стані – в'язкий). Це буває в дерново-середньопідзолистих ґрунтах, а в дерново-слабопідзолистих глинисто-піщаного гранулометричного складу завжди чергуються прошарки піску і тоненькі (близько 1 см завтовшки) червоно-бурі прошарки. Нижче цього горизонту залягає ґрунтотворна порода, здебільшого шаруваті піски, а іноді червоно-бурий суглинок з домішкою морена.

Дерново-слабопідзолисті ґрунти, які утворилися на пісках, мають високу водопроникність і досить добре провітрювання верхніх шарів, навіть після великих дощів. Тому в цих ґрунтах відбувається більш інтенсивний розклад органічних решток та внесення органічних добрив до розчинених сполук, які низхідними течіями проходять на значну глибину. Природні особливості дерново-слабопідзолистих ґрунтів обумовлюють нестачу поживних речовин і відносну сухість. Вони вимагають певного підходу щодо внесення добрив. З місцевих органічних добрив на таких ґрунтах слід вносити добрива, які повільно розкладаються (торфо-гноєві і земляні компости), причому вносити їх треба значно частіше, ніж на інших ґрунтах. Щоб зменшити темпи розкладу органічних добрив, їх треба заробляти на значну глибину. Мінеральні добрива (наприклад, селітра), діюча частина яких не вбирається ґрунтом і азот знаходиться в аніонній формі, можна вносити лише перед сівбою або під час вегетації сільськогосподарських культур. Слід також відмітити, що вказані вище ґрунти мають найменшу величину вбирного комплексу, тому вбирна здатність їх найменша і це обов'язково потрібно врахувати при внесенні добрив.

Дерново-слабопідзолисті глеюваті ґрунти відрізняються від перелічених вище близьким заляганням ґрунтових вод (здебільшого 1–1,5 метри від поверхні), що й призводить до оглеєння перехідних (глеюваті ґрунти) або навіть верхніх горизонтів (глеєві ґрунти). Внаслідок близького залягання ґрунтових вод і капілярного підпору низхідні течії води на цих ґрунтах проходять на незначну глибину, тому елементів живлення рослин у них виноситься набагато менше. При кращому зволоженні, а часто і перезволоженні (глеєві ґрунти) верхніх горизонтів ґрунту, розклад органічних речовин відбувається тут значно повільніше, тому дерново-підзолисті глеюваті і глеєві ґрунти значно родючіші. Проте оглеєння часто призводить і до небажаних явищ. Так, у дерново-підзолистих ґрунтах, особливо на ділянках, звільнених від лісу або сіножатей, а також на ділянках, де довгий час не вносились органічні добрива, з'являються сполуки

заліза та алюмінію. Ці речовини поряд з шкідливою дією на розвиток рослин підвищують кислотність ґрунту. Щоб підвищити родючість цих ґрунтів, їх необхідно розпушувати на більшу глибину, що сприятиме підвищенню окиснення шкідливих захисних сполук заліза. Органічні добрива краще вносити у вигляді гною при переорюванні ґрунту, заробляючи його на незначну глибину.

Дерново-середньопідзолисті ґрунти, переважно супіщані та піщано-легкосуглинкові, порівняно з дерново-слабопідзолистими, мають вищу родючість. У верхніх горизонтах вони містять від 7 до 10 % мулуватих часток, а кількість піску в них зменшується до 30–70 %. Порівняно більша кількість перегною і часток мулу забезпечує цим ґрунтам добру вбирну здатність і значно вищу буферність.

Названі ґрунти мають чітко виявлену диференціацію профілю, для них особливо характерною є наявність на глибині 40–50 см ущільненого, збагаченого мулуватими частками ілювіального горизонту, куди вміті окремі елементи живлення рослин, зокрема фосфорна кислота, наявність ілювіального горизонту і значно важчий гранулометричний склад верхніх горизонтів що підвищує їх вологоємкість.

В районах Передкарпаття щільність цих горизонтів така, що вони не пропускають воду опадів, внаслідок чого тут чітко виявлені процеси заболочування верхніх горизонтів. В цих місцях, для підвищення родючості дерново-середньопідзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтів, потрібно застосовувати дренаж. Відрізняються від дерново-підзолистих перегнійно-карбонатні та дерново-карбонатні ґрунти, що поширені на території Малого Полісся. Вони утворились на крейді та крейдяних мергелях і за гранулометричним складом відносяться до щебенюватих супісків та суглинків. Велика кількість кальцію в них призводить до закріплення перегною у верхніх шарах, а також до постійної коагуляції колоїдних часток. Тому ці ґрунти досить структурні, і серед усіх ґрунтів Полісся, за винятком лучних, мають найбільшу кількість гумусу і валових запасів поживних

речовин. Проте рухомих поживних речовин, що можуть засвоюватись рослинами в них мало. Таким чином, внесення таких добрив, як калійна сіль, і навіть хлорид натрію (кухонна сіль), для них є дуже ефективним заходом підвищення родючості. Поясненням цього явища є те, що калій і натрій, як катіон лугу, розкладають вбирний комплекс. Зокрема, гумус стає більш розчинним у воді і швидше мінералізується до потрібних для рослин сполук.

Незважаючи на те, що ці ґрунти поширені в зоні з підвищеною вологістю, вони внаслідок значної водопроникності крейди та крейдяних мергелів є досить сухими. У зв'язку з високою стійкістю вбирного комплексу, ці ґрунти, незважаючи на високу потенціальну родючість, потребують систематичного внесення органічних добрив, без чого землеробство тут неможливе.

У зв'язку з близьким заляганням до поверхні крейди і крейдяних мергелів з великою кількістю опоки (кременю), глибину обробітку потрібно регулювати так, щоб не виносити на поверхню крейду, мергелі та опоку. Крім перелічених ґрунтів, великі площі на Поліссі займають природні угіддя, представлені такими ґрунтами: 1) лучними супіщаними та суглинками; 2) дерновими супіщаними та частково глинисто-піщаними; 3) болотно-торфові, які частково осушені і переведені в орні землі.

Дерново-супіщані і глинисто-піщані ґрунти містять незначну кількість перегною, і, як наслідок, азоту (табл. 1).

Таблиця 1 – Фізико-хімічні та агрохімічні показники ґрунтів Полісся

Назва ґрунтів	Глибина взяття зразків, см	Гумус, %	рН солявої витяжки	Гідролітична кислотність		Сума увібраних основ	Ступінь насиченості основами, %	Поживні речовини				Рухомі, мг на 100 г ґрунту	
				Глибина 100 г ґрунту	в мг-екв. на 100 г ґрунту			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅		K ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Дерново-слабопідзолисті піщані та глинисто-піщані	0-20	0,4-0,9	4,4-5,0	1,78-2,4	0,9-2,1	38,1-55	0,02-0,04	0,05	1,5	3,5	4,2		
	25-35	0,1-0,2	4,3-5,1	0,4-1,2	0,9-1,8	68,9-72	0,00	0,07	1,3	5,8	5,3		
	50-60	0,2	4,8-5,5	-	1,3	-	-	0,00	-	6,6	-		
Дерново-слабопідзолисті глееві та глинисто-піщані	0-17	0,6	3,8	2,9	1,0	26,6	-	0,07	-	4,3	2,8		
	24-34	0,2	4,3	2,9	0,6	21,0	-	-	-	14,2	3,7		
Дерново- середньопідзолисті супіщані	0-18	1,1	5,3	1,7	3,6	60,1	0,05	0,07	1,9	9,0	5,8		
	30-40	0,3	5,3	2,3	3,8	79,4	0,01	0,04	0,04	21,0	4,7		
	55-70	0,2	5,1	1,0	-	-	-	0,8	-	33,0	6,7		
Дерново- середньопідзолисті піщано-суглинкові	0-25	1,8	5,1	-	4,3	63,0	0,09	0,08	2,1	6,0	4,9		
	25-35	-	5,0	2,5	4,9	87,0	-	0,09	-	21,0	6,7		

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Дернові неглибокі глейові глинисто- піщані	0–20	1,3	5,0	0,7	6,2	68,0	0,06	–	–	4,7	2,7
	20–40	0,7	4,7	2,9	1,4	34,9	0,03	–	–	6,8	3,8
Лучні глейові карбонатні	0–15	6,0	6,8	0,6	карбо- натні		0,30	0,16	2,4	6,8	8,6
	25–30										
Дерново-карбонат- ні на крейді (громаші) супіщані	0–20	2,3	7,1	0,4	–		0,10	0,11	1,8	0,7	8,6
	25–35	3,2	7,1	–	–		0,16	0,08	1,8	5,4	9,5
Чорноземи малогумосні на крейдових мергелях	0–30	1,1	7,3	–	–		0,15	0,09	1,8	1,8	5,7
	0–30	4,8	7,1	–	–		0,25	–	1,3	12,0	4,6
	25–35	2,7	7,4	–	–		0,13	–	–	10,5	5,7
									–	–	7,2

Загальною особливістю цих ґрунтів у агрохімічному відношенні є нестача калію та мікроелементів, зокрема міді. Лише окремі ділянки засолених торфовищ заплав річок Трубіж, Остер, Недра, Супій мають достатню кількість калію.

Особливістю дерново-підзолистих ґрунтів, зокрема їх оглеєних відмін, є підвищена кислотність. З показників кислотності найбільш широко вживаним є рН сольової витяжки, за яким визначають потребу ґрунтів у вапнуванні.

З даних таблиці видно, що дерново-слабопідзолисті піщані та глинисто-слабопідзолисті ґрунти мають середню кислотність, дерново-слабопідзолисті глейові та глинисто-піщані – високу і дерново-середньопідзолисті – слабку.

Другим показником є гідролітична кислотність, що визначається титруванням лугом (NaOH) сольової витяжки з ґрунту. Найбільш поширеним методом визначення гідролітичної кислотності є ацетатний метод. Наважка ґрунту обробляється однонормальним розчином ацетату натрію і після відфільтрування фільтрат титрується їдким натрієм.

Серед орних земель Полісся найбільш поширені дерново-підзолисті ґрунти, в яких дуже мало валового азоту, що обумовлено малими кількостями перегною. Внаслідок несприятливих умов розвитку мікроорганізмів, у першу чергу нітрифікуючих та азотфіксуючих бактерій, і через підвищену кислотність ґрунтів нагромадження нітратних форм азоту проходить дуже повільно.

В природних умовах на парових ділянках може бути близько 30–50 кг/га нітратного азоту, причому значна його частина вимивається низхідними течіями води глибоко в підґрунтя, і в піщаних ґрунтах, внаслідок незначної капілярності, він вже майже не піднімається до поверхні. Навесні, до початку сівби ярих культур, нітратного азоту нагромаджується від 10 до 25 кг/га – далеко недостатня кількість для розвитку молодих рослин, беручи до уваги значне винесення його весняними водами. В дерново-підзолистих глейових ґрунтах, внаслідок перезволоження і майже повної

відсутності аерації, мікробіологічні процеси навесні починаються пізно, тому часто до сівби ярих зернових культур нітратні форми азоту відсутні.

Отже, на дерново-підзолистих ґрунтах, особливо на їх глейових відмінах, найважливішу роль у розвитку сільськогосподарських культур відіграють азотні мінеральні та органічні добрива. Особливо великого значення на цих ґрунтах набуває підживлення азотними добривами.

Кількість валового фосфору і його рухомих форм, що розчиняються в слабких кислотах в орних горизонтах невелика. В ілювіальних горизонтах дерново-середньопідзолистих ґрунтах кількість його значно зростає.

Калій у ґрунтах майже повністю входить до мінеральної частини і знаходиться в них у трьох формах: розчинений у воді, увібраний ґрунтовим вбирним комплексом і силікатний. Перші дві форми калію використовуються рослинами повністю, а силікатний калій – частково, такими рослинами як люпин та бобові трави.

Ефективність від внесеного калію на дерново-підзолистих ґрунтах, особливо глинисто-піщаних і піщаних відмінах проявляється лише на фоні азотних і фосфорних добрив.

На лучних суглинкових ґрунтах, в яких досить високий відсоток гумусу внесені калійні добрива дають високий приріст врожаю трав.

При окультуренні дерново-підзолисті ґрунти значно підвищують свою родючість, що досягається, головним чином, за рахунок поєднаного внесення органічних і мінеральних добрив з наданням значної переваги першим.

1.2. Ґрунти Лісостепу

Лісостепова зона України знаходиться на південь від Полісся. Ця зона має дуже складні умови ґрунтоутворення, що пов'язано, головним чином, з рельєфом. Найбільш поширеними тут є опідзолені (лісові) ґрунти, світло-сірі, сірі і темно-сірі опідзолені ґрунти: опідзолені чорноземи, глибокі малогумусні та середньогумусні, змиті ґрунти різних типів (переважно опідзолені) содові, солончакуваті та солонцюваті ґрунти і солончі.

Опідзолені ґрунти утворилися під широколистими лісами і поширенні переважно на Правобережжі України. На Лівобережжі вони переважно поширені на найбільш високих вододілах річок, приток Дніпра [49, 50].

В цій зоні зосереджено більше 37 % орних земель країни, більше половини площі займають чорноземні ґрунти.

Сірі і світло-сірі лісові ґрунти утворилися на карбонатних породах – лесі, лесовидних суглинках, а в перехідних районах інколи на карбонатній морені. Разом з темно-сірими лісовими ґрунтами і чорноземами опідзоленими вони складають більше 17 % площі орних земель країни.

Товщина гумусового горизонту у сірих і особливо світло-сірих ґрунтах – 30–35 см, і в більшості випадках він співпадає з орним шаром. Залежно від материнської породи у них різний гранулометричний склад – від супіщаного до важкосуглинистого, але в більшості – легко- і середньосуглинистий. Це обумовлено суттєвими коливаннями вмісту гумусу: від 1,5 % – в світло-сірих супіщаних, до 2,5–3 % – в сірих середньосуглинистих ґрунтах. У зв'язку з невисоким вмістом гумусу у цих ґрунтах, тут не дуже великі запаси елементів живлення, особливо азоту. Фосфором вони забезпечені середньо, калієм – слабо (табл. 2). Світло-сірі і сірі ґрунти мають кислу реакцію (рН від 4–5 до 5–6), що визначає високу рухомість елементів живлення і вилуговування їх в нижні шари, особливо в західних регіонах їх розповсюдження [49, 50].

Орний шар – безструктурний, сильно розпилений, що є причиною запливання, утворення міцної кірки після дощів. Все це підтверджує невисоку родючість дерново-підзолистих і світло-сірих ґрунтів.

Темно-сірі лісові ґрунти і чорноземи опідзолені утворилися на лесах, лесовидних суглинках і рідше на інших породах.

Всі опідзолені ґрунти, включаючи й опідзолені чорноземи, мають явно виділений перерозподіл колоїдного профілю (табл. 2).

В агровиробничому відношенні всі опідзолені ґрунти, особливо сірі та світло-сірі, що фактично становлять одну агровиробничу групу, характеризуються: 1) малим вмістом у верхніх орних шарах колоїдів, що спричиняє погіршення фізичних властивостей, безструктурність, досить сильне запливання після дощів і ущільнення всього орного шару; 2) значною ненасиченістю основами вбирного комплексу і кислотністю; 3) слабким розвитком біологічних процесів і нагромадженням елементів живлення рослин.

Перелічені якості опідзолених ґрунтів стосуються, в основному, світло-сірих і сірих опідзолених ґрунтів, а в темно-сірих, і, тим більше, в опідзолених чорноземах вони виявлені в меншій, проте достатній мірі, що виявляється в ефективності застосування мінеральних і органічних добрив (табл. 3).

Наведені дані вказують на вищий вміст гумусу, валових і рухомих форм азоту, фосфору та калію у опідзолених чорноземах, у порівнянні з світло-сірими опідзоленими ґрунтами. У сприятливих лабораторних умовах світло-сірі і сірі опідзолені ґрунти можуть нагромаджувати до 9 мг азоту на 100 г ґрунту, а темно-сірі опідзолені та опідзолені чорноземи – до 15 мг. Всі опідзолені ґрунти мають підвищену кислотність і тому потребують вапнування, в першу чергу, внесення дефекату, або інших вапнякових матеріалів.

Таблиця 2 – Гранулометричний склад опідзолених ґрунтів Лісостепу

Ґрунти	Гори- зонг, см	Відсоток часток за розмірами, мм						
		пісок			пілл		мул	
		>0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001		
Світло-сірі опідзолені (Вінницька область)	0–10	2,3	2,2	49,0	25,0	12,5	9,8	
	20–30	1,3	20,0	46,0	9,1	15,1	8,5	
	40–50	1,3	10,0	26,5	12,9	7,2	42,1	
Сірі опідзолені (Вінницька область)	0–10	1,6	5,2	34,9	29,2	3,6	24,3	
	25–35	2,0	11,8	24,5	28,4	3,0	28,5	
	40–50	1,8	3,2	12,7	21,5	8,5	48,0	
Темно-сірі опідзолені (Черкаська область)	0–10	0,28	4,1	40,6	22,4	4,2	19,6	
	30–40	0,35	1,7	42,9	23,0	8,0	24,0	
	50–90	0,30	1,35	34,2	27,0	4,0	32,5	
Опідзолені чорноземи (Сумська область)	0–10	0,63	11,10	38,20	13,66	2,41	13,92	
	20–30	0,16	9,11	60,04	15,62	0,41	12,68	
	34–44	0,10	10,43	58,63	14,65	1,97	14,64	
	50–60	0,15	9,12	50,18	12,27	4,18	24,10	

Таблиця 3 – Фізико-хімічні та агрохімічні показники опідзолених ґрунтів Лісостепу

Ґрунти	Гори- зонт, см	Гумус, %	pH солової втяжки	Сума увібраних основ, мг-екв на 100г ґрунту	Гідролітична кислотність, мг-екв на 100г ґрунту	Ступінь насичення основами, %	Валові форми, %		Рухомі форми, мг на 100 г ґрунту
							N	P ₂ O ₅	
Світло-сірі опідзолені	0–10	1,5	5,0	6,8	2,3	68	0,08	0,07	10,0
	20–30	0,5	5,2	9,4	1,8	80	0,06	0,06	12,0
	45–55	–	3,3	12,5	1,6	87	–	0,13	18,0
Сірі опідзолені легкосуглинкові	0–10	2,0	5,4	4,8	1,8	70	0,15	0,07	18,0
	20–30	1,4	5,6	6,2	1,5	81	–	–	21,0
	45–55	0,2	6,2	9,1	1,1	89	–	–	–
Сірі опідзолені середньосуглинкові	0–10	2,5	5,5	11,7	3,5	75	0,11	0,08	12,0
	20–30	1,6	5,6	15,4	2,1	88	–	–	14,0
	45–55	0,3	6,4	118,7	2,0	90	–	–	18,0
Темно-сірі опідзолені	0–10	3,0	5,8	10,0	3,1	78	0,15	0,11	12,0
	25–35	2,1	6,1	15,0	2,2	87	0,10	0,15	16,0
	45–55	1,1	6,3	16,0	1,6	90	0,05	–	18,0
Опідзолені чорноземи	0–10	3,2	6,0	17,7	2,1	87	0,16	0,14	18,3
	25–35	2,5	6,3	18,2	1,6	91	0,11	0,14	13,5
	50–60	1,7	6,8	21,3	0,8	95	–	–	–

Серед опідзолених ґрунтів Лісостепу, особливо на Правобережжі, є великі площі змитих еродованих ґрунтів. В окремих районах Вінницької, Хмельницької, Тернопільської областей площі еродованих ґрунтів досягають 50–70 % від загальної площі. Змиті ґрунти, порівняно з незмитими опідзоленими, мають значно менше поживних речовин. У них часто змито весь гумусовий шар, в якому, головним чином, були сконцентровані елементи живлення рослин. Для поліпшення цих ґрунтів потрібні особливі системи агротехнічних, агроеліоративних, лісомеліоративних заходів та систематичне удобрення як органічними, так і мінеральними добривами, особливо азотними і фосфорними.

Серед ґрунтів Лісостепу є глибокі малогумусні чорноземи, поширені в північній та центральній частині зони, і глибокі середньогумусні чорноземи, поширені в південній та особливо в південно-східній частинах зони. Неглибокі чорноземи поширені в західних областях України і займають високі вузькі вододіли.

Глибокі чорноземи мають 45–50 см гумусного горизонту, який зверху розпилений, а нижче 30 см має зернисту структуру, особливо у важкосуглинкових за гранулометричним складом відмінах (табл. 4).

В карбонатних відмінах чорноземів Лісостепу реакція ґрунтового розчину нейтральна, або навіть злегка лужна. У них спостерігається різке зниження її розчинних форм при одних і тих же валових кількостях фосфорної кислоти, що обумовлює підвищену ефективність фосфорних добрив.

Серед чорноземів Лісостепу є також значні площі змитих відмін, хоч їх значно менше, ніж опідзолених ґрунтів. Змиті чорноземи поширені на найвищих прирічкових ділянках плато, в більшості, на Лівобережжі України.

Таблиця 4 – Агрохімічна характеристика чорноземів Лісостепу

Грунти	Гори- зонт, см	Гу- мус, %	рН сольо- ве	Гідролі- тична кис- лотність мг-екв. на 100 г грунту	Сума увібраних основ,	Валові форми, %		Рухомі форми, мг на 100 г ґрунту	
						N	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅	K ₂ O
Чорноземі глибокі малогумусні легкосуглинкові	0–20	4,10	5,1	1,9	18,9	0,18	0,13	6,6	6,1
	20–45	3,20	0,3	0,8	21,2	0,15	0,10	10,0	7,2
Чорноземі глибокі малогумусні середньо- суглинкові	0–20	4,75	6,4	1,3	28,5	0,25	0,12	16,0	7,9
	24–45	3,63	6,6	0,5	29,4	0,18	0,11	7,0	6,5
Чорноземі глибокі середньо- гумусні важко- суглинкові	0–20	0,05	6,5	1,3	36,0	0,36	0,17	12,0	–
	20–45	3,44	6,2	6,6	44,0	0,32	0,13	12,0	–
Чорноземі глибокі малогумусні виплутвані	65–85	4,17	–	–	–	–	–	–	–
	0–20	3,11	5,5	3,1	16,4	0,15	0,12	6,6	–
	25–45	2,49	5,6	2,8	18,4	0,11	0,11	10,0	–
	65–85	1,79	–	–	–	–	–	–	–

1.3. Ґрунти Передкарпаття, Карпат і Закарпаття

Зона Передкарпаття, Карпат і Закарпаття займає південно-західну частину території України – близько 170–200 км у ширину і до 270 км у довжину, або 5 % території країни. Тут чітко розчленовуються підзони Передкарпаття, Закарпаття та гірські пасма Карпат. У Передкарпатті, що являє собою досить хвилясту рівнину, найбільш поширені дерново-середньопідзолисті поверхнево оглеєні ґрунти та лучні ґрунти на річкових заплавах. У більш рівнинній частині Закарпаття поширені дерново-середньопідзолисті, частково оглеєні ґрунти, а на широкій терасі річки Тиси – дернові та лучні, значною мірою опідзолені та торфоболотні ґрунти. У гірській підзоні поширені переважно буроземні ґрунти різного ступеня опідзолення.

За своїми морфологічними ознаками дерново-середньопідзолисті ґрунти Передкарпаття характеризуються вираженою диференціацією ґрунтового профілю. Особливістю їх є оглеєність верхніх шарів. Це помітно по сизуватому кольору і наявності темно-бурих марганцево-залізистих конкрецій, схожих на дуже великих за розмірами дробин [49, 50].

Буроземні ґрунти Карпат мають маловиразні морфологічні особливості. У профілі зверху за кольором виділяється сірувато-бурий горизонт від 10 до 20–25 см з уламками породи, який переходить у буруватий горизонт з більшою кількістю уламків основної породи, а глибше 30–70 см залягає щебенювата маловивітрена порода пісковиків та сланців. Особливістю в фізико-хімічному відношенні дерново-середньопідзолистих поверхнево оглеєних ґрунтів Передкарпаття і буроземів Карпат та Закарпаття є велика ненасиченість двовалентними катіонами, і, в зв'язку з цим, висока кислотність обумовлена не тільки увібраним воднем, але, в першу чергу – алюмінієм (табл. 5).

Таблиця 5 – Фізико-хімічні властивості найбільш поширених ґрунтів передгірних і гірських районів Карпат

Ґрунт	Глибина, см	Гумус, %	pH содової витяжки	Гідролітична кислотність		Супернативна насичення, %	Рухомий алюміній, мг на 100 г ґрунту	Область
				мг-екв. на 100 г ґрунту	мг-екв. на 100 г ґрунту			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Передкарпаття								
Дерново-підзолистий поверхнево оглеєний суглинковий	5–15	2,42	4,7	5,07	5,45	57,1	0,9	Львівська
	22–32	0,80	4,0	5,95	5,55	48,2	12,3	
Дерново-підзолистий поверхнево оглеєний суглинковий	0–16	2,73	4,2	12,25	7,05	36,6	–	Івано-Франківська
	25–30	1,14	4,2	13,65	8,76	19,0	–	
Дерновий глибокий опідзолений піщано-суглинковий	0–15	1,82	1,6	5,40	4,67	46,1	–	Івано-Франківська
	25–30	1,01	4,8	4,50	5,27	53,0	–	
Гірські райони Карпат								
Бурий лісовий легкосуглинковий	0–16	1,94	4,0	12,15	10,96	47,4	–	Івано-Франківська
	20–30	1,66	4,5	10,42	7,66	57,6	–	
Бурий лісовий легкосуглинковий	0–19	3,12	4,3	6,42	4,60	41,8	14,6	Закарпатська
	35–45	1,21	4,3	6,42	4,00	38,4	25,4	
Дерново-буроземний легкосуглинковий	0–22	3,84	4,4	6,04	15,05	71,0	–	Івано-Франківська
	24–34	1,25	4,2	4,57	9,86	69,0	–	

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бурий лісовий суглинковий	0–10	3,01	4,0	12,30	8,10	40,0	23,4	Чернівецька
	20–27	1,55	4,4	5,30	0,10	49,0	18,0	
Закарпатське передгір'я								
Буроземно-підзолистий глеюватий суглинковий	0–18	2,76	4,1	6,40	8,86	58,0	0,36	Закарпатська
	20–30	0,98	4,1	6,92	8,50	57,0	14,49	
Буроземно-підзолистий поверхнево оглеєний суглинковий	5–15	2,34	4,0	5,32	3,12	36,9	8,4	Закарпатська
	25–35	1,00	4,0	4,50	3,96	46,8	10,6	
Закарпатська рівнина (низовина)								
Дерновий глибокий опідзолений суглинковий	0–10	2,00	5,1	3,70	9,40	71,7	–	Закарпатська
	16–26	2,20	5,1	3,93	9,20	70,0	–	
Дерновий глибокий опідзолений суглинковий	0–10	1,6	4,5	4,50	6,80	60,0	–	Закарпатська
	35–45	0,80	4,4	4,40	7,50	63,0	–	
Дерновий глейовий суглинковий	5–15	1,50	4,9	5,00	18,60	79,0	2,1	Закарпатськ а

При високій кислотності ґрунтів алюміній та залізо переходять у розчинні форми, які перешкоджають нормальному розвитку рослин і корисних мікробіологічних процесів. Крім того, в умовах кислої реакції ґрунту, наявність великої кількості розчинного алюмінію призводить до переходу фосфору у важкорозчинні сполуки. Таким чином, своєрідні фізико-хімічні особливості ґрунту обумовлюють і своєрідні агрохімічні властивості.

Дерново-середньопідзолисті поверхнево оглеєні ґрунти і буроземи, за відносно великих кількостей перегною і валового азоту (0,22–0,25 %), нагромаджують його дуже мало в доступних для рослин формах. Навіть в умовах лабораторного дослідження нітратних форм азоту в окремих зразках нагромаджується дуже мало, а в більшості випадків він відсутній. У незначній кількості нагромаджується аміачний азот, що вказує на відсутність в цих ґрунтах нітрифікації, тобто розкладу складних органічних речовин до засвоюваних рослинами сполук азоту.

При відносно великих кількостях валового фосфору (0,087–0,142 %) рухомі форми представлені такими незначними кількостями як 1–4 мг на 100 г ґрунту. Увібраним та розчинним калієм дерново-середньопідзолисті поверхнево оглеєні ґрунти та буроземи забезпечені також в недостатній кількості – 5–7 мг на 100 г ґрунту. Така мала кількість елементів живлення рослин у доступних формах обумовлює дуже високу ефективність внесених органічних та мінеральних добрив. Наприклад, внесення на Карпатських полонинах мінеральних добрив ($N_{50}P_{50}K_{40}$) подвоює врожай сіна при одночасному поліпшенні складу трав. На орних землях внесення $N_{60}P_{45}K_{30}$ подвоює врожай зерна пшениці озимої, який становить на ділянках без удобрення (контроль) - 15 ц/га, при внесенні мінеральних добрив – 30 ц/га.

У дерново-опідзолених ґрунтах Закарпатської низовини внаслідок багаторічного розорювання та удобрення шкідливі сполуки алюмінію майже відсутні (табл. 5). У цих ґрунтах значно

краще проходить розвиток процесів нітрифікації і нагромадження нітратних форм азоту.

Кислі ґрунти Передкарпаття та Карпат потребують вапнування, яке забезпечує високу ефективність їх використання. Прирости врожаю пшениці озимої від внесення 1 т/га вапна під попередник становить 0,4–0,5 т/га, а урожайність сухої маси багаторічних трав на Карпатських полонинах на 2–3 рік післядії вапна збільшується на 1,2 т/га.

Отже, дерново-середньопідзолисті поверхнево оглеєні еродовані ґрунти північно-східного Передкарпаття потребують гідротехнічної меліорації та ґрунтозахисних заходів для зменшення змиву ґрунту.

РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕРОЗІЮ І ШКОДУ ВІД НЕЇ

Ерозія ґрунту – процес руйнування верхніх родючих його шарів і підстилаючих порід талими та дощовими водами (водна ерозія) або вітром (вітрова ерозія, дефляція ґрунтів).

Сільськогосподарське виробництво використовує основну частину земельних і природних ресурсів і поряд з іншими галузями народного господарства несе відповідальність за екологічну рівновагу в природі. Від стану ґрунтового покриву залежить стійкість агроландшафту і біосфери в цілому. Комплекс заходів з використання земельних ресурсів повинен базуватись на чітких кількісних характеристиках змін основних природних факторів. Регулювання і управління цими процесами в агроєкосистемах надзвичайно складне, оскільки пов'язане з відчуженням маси біологічної продукції (40–70 %). Своєчасна компенсація цих втрат є основним завданням сучасного землеробства. При цьому, як правило, порушуються екологічні компоненти землеробства – перегрупування агроценозів мінеральними добривами і пестицидами. Останнє призводить не тільки до деградації властивостей ґрунтів, але й до забруднення навколишнього середовища. Ерозійні процеси підсилюють забруднення і погіршують стан природного середовища в цілому [19, 25, 26].

Систематично (протягом десятків років) впливаючи на ґрунт відвальних ґрунтообробних знарядь, збільшена маса тракторів і машин, незбалансоване внесення мінеральних і органічних добрив обумовили деградацію властивостей ґрунтів.

Обстеженням стану ґрунтів України встановлено три типи деградаційних явищ: зниження вмісту гумусу і переформування його якісного складу, зміну стану ґрунтового вбірного комплексу і підвищений винос активного кальцію, руйнування вторинних мінералів і погіршення умов для закріплення свіжоутвореної органічної речовини (фізико-хімічна деградація); руйнування

структури і збільшення глибини, зниження вмісту водостійких агрегатів, ущільнення оброблюваного і кореневмісного шару ґрунту, порушення водно-повітряного режиму (агрофізична деградація); збільшення інтенсивності ерозійних процесів під впливом фізико-хімічної і агрофізичної деградації.

Дослідження, проведені в різних регіонах України, показали, що як за водної, так і вітрової ерозії, у першу чергу, відчужуються частинки і агрегати, сформовані з таких мінералів, як монтморилоніт, вермикуліт, гідрослюда, і активна частина гумусу. Відбувається колонізація і дегуміфікація верхнього еродованого шару ґрунту, що обумовлює розпилення агрегатів, зниження водостійкості. Втрата 1 % гумусу рівносильна недобору 6–8 ц/га зернових культур. Ущільнення збільшує затрати на обробіток ґрунту в 1,5–2 рази. Плужна підшова ускладнює утворення і проникнення коренів у більш глибокі шари ґрунту, різко порушує водний режим. Рослини, які вирощуються на таких ґрунтах з плужною підшовою, навіть у більш вологі роки знаходяться в умовах засухи.

Старання підтримувати верхній шар ґрунту на оптимальному рівні ущільнення і водопроникності призводять до більш частих механічних обробітків, що суттєво підвищує вартість продукції сільськогосподарського виробництва.

Ґрунти, зруйновані ерозією, називаються еродованими. Враховуючи те, що на відновлення гумусового шару завтовшки 2,5 см природною рослинністю потрібно 300–1000 років, оброблювані ґрунти необхідно постійно поліпшувати і захищати від ерозії, яка може призвести до втрати родючості. Прикладом цього можуть бути показники родючості, залежно від ступеня змитості ґрунту (табл. 6, 7). На інтенсивність розвитку ерозійних процесів дуже впливає клімат, рельєф місцевості, протиерозійна стійкість ґрунтів, рослинність, господарська діяльність людини тощо.

Зокрема, інтенсивніше відбуваються ерозійні процеси внаслідок неправильного використання землі, шаблонного застосування агротехніки, перерегульованості поверхневого стоку

талих і дощових вод, поганого догляду за лісовими насадженням, неправильного розміщення ползахисних лісосмуг тощо.

Таблиця 6 – Зміна властивостей чорноземів під впливом ерозії (Толчельников Ю. С., 1990)

Чорнозем	Гумус, %	Сума обмінних основ, мг- екв. на 100 г	Гідро- лізуючий азот, мг/100 г ґрунту	Вміст рухомих часток, мг/100 г ґрунту	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
Слабозмитий	4,8	48	5,1	6,9	22
Середньозмитий	4,2	39	4,7	5,4	21
Сильнозмитий	3,4	38	4,2	4,3	20

Ерозія завдає великої шкоди сільськогосподарському виробництву і, в першу чергу, спричиняє зниження ерозійності сільськогосподарських культур. Так, у місцях видування ґрунту культурні рослини гинуть через оголення кореневої системи і засікання їх частками, які рухаються з великою швидкістю. В зоні відкладання дрібнозему посіви виявляються похованими під товстим шаром пилоподібних наносів. У період сильних вітрів у повітря на значну висоту піднімається велика кількість пилу, який затінює сонце настільки, що стає темно. Такі бурі називаються пиловими, або чорними. Вони можуть виникати в будь-який період року.

Таблиця 7 – Біологічна активність і водно-фізичні властивості типового чорнозему різного ступеня змитості, шар 0–20 см (Толчельников Ю. С., 1990)

Ступінь змитості ґрунту	Вміст, %		Виділення CO ₂ , мг/100 г ґрунту	Нагромадження нітрів, мг/100 г ґрунту	Мікроорганізмів в 1 т ґрунту, млн			Вміст водотривких агрегатів >0,25 мм, % маси ґрунту	Об'ємна маса, г/см ³	Пористість, %	Вологостійкість, % маси ґрунту
	гумусу	CaCO ₃			бактерій	актино-міцетів	грибів				
Незмитий	5,1	0	9,5	38,5	5,0	3,4	0,09	44	1,29	51	42
Слабозмитий	3,6	1,6	8,1	15,5	2,7	5,0	0,02	38	1,33	49	37
Середньозмитий	2,6	4,8	1,8	11,5	3,5	2,8	0,01	31	1,36	48	31
Сильнозмитий	0,9	13,2	1,2	6,8	3,6	2,0	0,02	20	1,43	43	28

Якщо вміст гумусу зменшується на 10–20 %, то ґрунти належать до слабозмитих, на 20–50 % – до середньозмитих, більше, ніж на 50 % – до сильнозмитих. Ступінь змитості ґрунтів можна визначити і за іншими показниками, зокрема, за товщиною змитого шару ґрунтів. Якщо в них змито не більше половини верхнього генетичного горизонту, то такі ґрунти належать до слабозмитих, коли змито більше половини, або весь верхній шар – до середньозмитих, а якщо змитий весь верхній і частина перехідного шару – до сильнозмитих.

Еродовані ґрунти потребують збільшення норм внесення ґною та азотних мінеральних добрив. Згідно з нормами, які застосовують на незмитих ґрунтах, їх збільшують на слабозмитих не менше, ніж на 20 %, на середньозмитих – на 20–50, на сильнозмитих – більше, ніж на 50 %. Встановлено залежність зниження врожайності культурних рослин від ступеня еродованості в різних зонах. Узагальнені дані наведені в таблиці 8. Із наведених даних цієї таблиці видно, що на еродованість ґрунтів найбільше реагують буряки, бавовник, овочеві й баштанні культури, соняшник, картопля, морква, махорка, коноплі, мак, коріандр, пшениця озима та яра, просо, кукурудза (на слабозмитих ґрунтах урожайність знижується на 10–30 %, на середньозмитих – на 30–70, на сильнозмитих – на 65–90 %). Сильночутливими до еродованих ґрунтів є ячмінь, гречка, сорго, зернобобові культури, однорічні трави (на слабозмитих ґрунтах урожайність знижується на 5–15 %, на середньозмитих – на 30–55, на сильнозмитих – на 40–70 %).

Найменше реагують на ступінь змитості овес, жито озиме та багаторічні трави (на слабозмитих ґрунтах урожайність знижується на 5–10 %, середньозмитих – на 15–40, на сильнозмитих – на 25–55 %).

Таблиця 8 – Вплив еродованості ґрунту на зниження врожайності сільськогосподарських культур, % від урожайності на незмитих ґрунтах (Головко М. І., 1985)

Культура	Еродованість		
	слабка	середня	сильна
Озима пшениця	85–90	50–60	30–35
Озиме жито	85–90	55–65	35–40
Ярий ячмінь	80–85	45–55	30–40
Овес	80–85	55–60	35–45
Кукурудза (зерно)	80–85	60–70	50–60
Горох, вика	85–95	60–70	50–60
Цукрові буряки, картопля	80–90	30–40	10–15
Соняшник	70–80	40–50	20–30
Вико-вівсяна сумішка	85–90	65–70	35–45
Суданська трава	80–90	55–60	30–40
Багаторічні трави	90–95	85–90	60–75

2.1. Види ерозії ґрунту

Геологічна ерозія проявляється в природних умовах і відбувається повільніше, ніж формується профіль ґрунту. Ці процеси природні, невідворотні й відбуваються повільно. Щорічні втрати ґрунту становлять 0,4 т/га.

Антропогенна ерозія – результат тривалої нераціональної господарської діяльності. Вона проходить інтенсивніше, ніж процеси ґрунтоутворення. В результаті тривалої дії такої ерозії знижується геологічна потужність ґрунтів [25].

Водна ерозія найбільш поширена у лісостепових районах, передгірних та гірських районах Карпат і Криму, менше на Поліссі. Розрізняють такі основні форми водної ерозії: краплинна, площинна, лінійна та іригаційна.

Краплинна ерозія. Агрегати ґрунту руйнуються в результаті ударів дощових крапель, діаметр яких, у більшості випадків, становить від 1 до 5 мм, а їх кінцева швидкість – 4,5 і 9 м/с. Внаслідок краплинної ерозії пори закупорюються дрібноземом,

знижується водопроникність, посилюються поверхневий стік і змив ґрунту.

Площинна ерозія. Це форма водної ерозії, за якої відбувається порівняно рівномірний змив ґрунту малими струмками талих і дощових вод. Отже, при цьому з поверхні зноситься тонкий шар ґрунту. Це найпоширеніша форма ерозії. Вона спричиняє великі втрати ґрунту і, в той же час, найменш помітна, оскільки при кожному обробітку ґрунту його поверхня вирівнюється. При площинній ерозії ґрунтові частки відсортовуються: на місці залишаються крупні частки, а пил, мул і органічні речовини, з якими, найбільшим чином, пов'язана родючість ґрунту, зносяться по схилах вниз.

Лінійна ерозія, на відміну від площинної – руйнує ґрунт у глибину, а не по площині. Її спричиняють як талі снігові води, так і атмосферні опади, які стікають сильними концентрованими потоками. Такі потоки, руйнуючи ґрунт, спочатку утворюють неглибокі розливи, канали, які поступово збільшуються і переходять у яри. Утворенню ярів сприяє також пересічений рельєф місцевості та відповідні фізичні властивості деяких осадових порід, які легко розвиваються.

Іригаційна ерозія виникає в умовах неправильно організованого зрошення на схилових землях, коли по лінії течії поливної води знаходяться сприятливі до розмивання схили. Встановлено, що в результаті іригаційної ерозії за неправильного використання зрошуваних земель, щорічно втрачається близько 100–150 т/га ґрунту. З цією його кількістю виноситься близько 0,8–1 т гумусу, приблизно 100–120 кг азоту і 110–165 кг фосфору. Погіршуються фізичні та інші властивості ґрунту.

2.2. Протиерозійна стійкість ґрунтів

Вона визначається насамперед фізико-хімічними, водно-фізичними властивостями, гранулометричним складом, біологічними та іншими факторами. При інших однакових умовах стійкість ґрунту проти водної ерозії більше залежить від вмісту в ньому гумусу, його якісного складу, катіонів вбирного комплексу. Чим більше в поверхневому шарі гумусу, глинистої фракції, увібраного кальцію і менше пилу та дрібно-піщаної фракції, тим вища його протиерозійна стійкість.

Ґрунти з великим вмістом гумусу і кальцію у вбирному комплексі мають більше водостійких агрегатів, вони пухкі і тому під час дощу не набухають і не розпливаються, а після цього на їх поверхні не утворюється кірка. Такі ґрунти зберігають високу водопроникність і не піддаються ерозії навіть на крутих схилах.

Найбільш стійкими в протиерозійному відношенні при однакових умовах є чорноземи глибокі, наступними є звичайні опідзолені, вилугувані, південні, солонцюваті й залишково карбонатні. Із сірих лісових ґрунтів більш стійкі проти ерозії темно-сірі й менше – світло-сірі.

Залежно від гранулометричного складу краще протидіють змиву і розмиву важкі глинисті й найменше – піщані та супіщані ґрунти. Однак, у зв'язку з їх вищою водопроникністю, останні менше піддаються змиву.

До ґрунтів, які сильно піддаються ерозії, належать каштанові і ґрунти з різко диференційованим профілем – солончаки і солоді.

У більшості ґрунтів протиерозійна стійкість знижується із збільшенням ступеня їх еродованості. Винятком є підзоли і дерново-підзолисті ґрунти, в яких елювіальний горизонт з великим вмістом кремнезему має значно меншу протиерозійну стійкість, ніж нижній ілювіальний горизонт з більшим вмістом глинистої фракції та полуторних окислів.

2.3. Ерозія ріллі від зливових опадів

Небезпека проявлення водної ерозії від злив обумовлюється, перш за все, інтенсивністю дощів. Затяжні опади (понад 50 мм), як правило, не створюють стоку. В той же час, опади в кількості 10–12 мм та інтенсивністю 5–7 мм/хв можуть призводити до інтенсивного стоку, змиву і розмиву ґрунту. При цьому, кількість ґрунтових частинок, відокремлених дощовими краплями і піднятих у повітря, може сягати від 10 до 100 т/га. Краплі дощу ущільнюють поверхню ґрунту, чим різко знижують його інфільтрацію.

Зливи завдають великої шкоди ґрунту, зокрема тоді, коли викликають змив, особливо на полях під чорним паром. На зменшення зливого стоку впливають: ступінь пухкості поверхневого шару ґрунту (особливо з водотривкою структурою) і вираженості рельєфу і мікрорельєфу; густота рослинного покриву і наявність мульчі, та, навпаки підвищують змив ґрунтів – схил поверхні, розмір і енергія краплин, що падають. На ґрунтах з водотривкою структурою наявність пухкого шару товщиною 6–8 см забезпечує більш повне вбирання опадів, а на ґрунтах, схильних до запливання, пухкий шар функціонує недовго, в зв'язку з чим його вбирна здатність знижується, що призводить до швидкого формування стоку і посилення змиву.

Прояву водної ерозії сприяють використання важкої сільськогосподарської техніки і велике насичення сівозмін просапними культурами.

2.4. Стік води і змив ґрунту талими водами

Головні природні фактори, що обумовлюють величину стоку талих вод – зволоження ґрунту, снігозапаси перед сніготаненням і глибина промерзання ґрунту. Стік формується при обов'язковому поєднанні цих факторів.

Не вбирає воду мерзлий зволожений ґрунт, коли його поверхня вирівняна і має дрібно-грудкувату будову. Головну перешкоду при цьому становить найбільш зволожений і ущільнений

верхній шар ґрунту товщиною до 5–7 см. Він насичується водою за рахунок її капілярного руху з нижніх шарів до поверхні замерзання, і при сніготаненні при відлигах та різкому коливанні температур вдень і вночі. Навесні вологість замерзлого шару ґрунту може підвищитись за одну ніч на 15–20 %, причому більш інтенсивно, нерідко з утворенням льодяної кірки на ущільненій ріллі й менше на розпушений, яка навіть при сильному насиченні кригою може зберігати досить високу водопроникність [25, 26, 30, 33, 39].

В нестійкі зими, коли сніг часто тане, а відлиги нерідко чергуються з дощами, можливості ґрунту і агротехнічних заходів щодо затримання вологи в основному вичерпуються ще зимою. У таких випадках, навесні більша частина снігових вод стікає по схилу, спричиняючи посилений змив. Для запобігання цього, слід не тільки створювати сприятливі умови для більшого вбирання води, а й застосовувати таку систему вирощування культур, яка формувала б поверхню ґрунту, стійку до розмиву водою.

На схилах часто основною причиною сильного змиву ґрунту є нерівномірне залягання снігу. Він більше здувається, часто повністю, з нижньої частини східних, південно-східних і південних схилів. У такому разі, при сніготаненні вода, що надходить зверху на оголений ґрунт, внизу інтенсивно його розмиває. Це особливо небезпечно при розміщенні озимих і багаторічних трав зверху схилу, а зябу – знизу.

Сніг на полях протягом зими майже ніколи не лежить рівним шаром. Під впливом вітру він переміщується і нагромаджується у вигляді заметів.

Товщина снігового покриву на схилах більше залежить від їх форм та експозиції. На увігнутому схилі товщина снігу біля підніжжя в долині, часто в декілька разів більша, ніж на схилі або його вододілі.

Нерівномірне, як і прискорене танення дренує сніговий покрив, знижує стоки води у ньому, концентрує її в місцях вимивання, нагріває перемички снігу і потужним струменем стікає

із схилів. При наявності лінійного розмиву починається прискорений процес утворення яру. При нерівномірному сніговому покриві сніг тане швидше, що дуже небажано не тільки з точки зору розвитку ерозійних процесів, але й для нагромадження вологи.

Мерзлий ґрунт має низьку водопроникність і при швидкому таненні снігу більшість води витрачається на стік, прискорюючи змивання ґрунту.

Об'єм стоку в значній мірі залежить і від рельєфу місцевості, крутизни і довжини схилів. Збільшення довжини схилу, коли ґрунт не мерзлий, сприяє росту реальної водопроникності його і водопоглинанню в цілому. На ущільненому (багаторічні трави і озимі) і вирівняному (паровий і напівпаровий обробіток) ґрунтах вплив довжини схилу на вбирання води незначний, або його зовсім немає. Таке ж значення і крутизни схилу. На полях із схилами до 1° (відносно рівних) поверхневий стік талих вод відбувається з меншою швидкістю, однак розширюється і захоплює більшу поверхню ґрунту.

Із факторів змиву мерзлого ґрунту найважливішими є температура води, що стікає, її швидкість і турбулентність. Чим тепліша вода, тим менша її в'язкість, більша швидкість руху і дія на відтавання.

Управляти цим процесом, у деякій мірі, можна, застосовуючи мульчуючий обробіток. На ґрунті з мульчою і добре розвиненими озимими посівами потік води розпадається на малі струмки [49, 50, 54, 57].

Ґрунт стійкіший проти площинного змиву талими водами тоді, коли мульча менше змішується з ґрунтом і нею більше покрита поверхня. Для зменшення процесів лінійної ерозії ґрунт повинен бути розпушений восени на глибину 20 см і глибше. При цьому основна маса води просочується в ґрунт і послаблюється енергія водяного потоку [31, 37, 38].

Підрахунки показують, що для змиву 1 т ґрунту на зябу води потрібно в 4–7 разів менше, ніж із посівів озимої пшениці і більше,

ніж у 20 разів – з багаторічних трав. З однією нерегульованою тонною талих вод змивається 120 кг ґрунту на зябу, 16–33 – на посівах озимих і лише 6 кг – на багаторічних травах (табл. 9).

Таблиця 9 – Зимово-весняний стік води і змив ґрунту залежно від агрофону (Ламакін М. М., 1988)

Агрофон	Роки	Запас води в снігу, мм	Стік води, мм	Коефіцієнт стоку	Вбирання води ґрунтом, мм	Змив ґрунту	
						т/га	г/л
Озимі по пару	1971	52	40	0,77	12	8,8	22
	1972	29	8	0,28	21	0,5	6
	1973	34	12	0,35	22	1,8	15
	1974	27	13	0,48	14	0,6	5
	Середнє	35,5	18,2	0,51	17,3	2,9	16
Озимі після кукурудзи	1971	49	31	0,63	18	11,2	36
	1972	29	5	0,17	24	1,8	36
	1973	30	9	0,30	21	2,4	38
	1974	25	11	0,44	14	2,0	18
	Середнє	33,5	14,0	0,42	19,2	4,8	33
Багаторічні трави	1971	54	27	0,51	27	2,5	9
	1972	29	1	0,04	28	0	0
	1973	34	7	0,20	27	0,1	1
	1974	27	14	0,52	13	0,1	1
	Середнє	36,0	12,2	0,34	23,8	0,7	6
Зяб	1971	42	13,0	0,32	29	18,4	142
	1972	29	3	0,10	28	2,4	80
	1973	28	6	0,18	23	7,8	156
	1974	25	5	0,20	20	4,9	98
	Середнє	31,0	6,5	0,21	24,5	8,4	129

2.5. Дефляція ґрунтів

Дефляція – це руйнування і знесення ґрунтів вітром. Вона відбувається тоді, коли швидкість вітру досягає значення, за якого руйнівна сила перевищує силу протидефляційної стійкості ґрунту.

Максимальний прояв дефляції спостерігається під час ураганних вітрів, коли в повітря піднімається велика маса пилоподібних частинок. Дефляція є другим за масштабами після ерозії негативним впливом на ґрунтовий покрив, що призводить до знищення родючих ґрунтів на величезних територіях.

Розрізняють дефляцію двох видів – повсякденну і пилову (чорні) бурі [25, 37, 43, 50]. Повсякденна дефляція виникає при малих швидкостях вітру (5–10 м/с), протікає непомітно, проте є не менш шкідливою, оскільки повільно й постійно руйнує і виснажує ґрунт. Вона спричиняє оголення насіння, заробленого в ґрунт, пошкодження молодих сходів рослин. Повсякденна дефляція особливо часто спостерігається на вітроударних схилах, позбавлених рослинності.

Прояву пилових бурь завжди передують тривала повсякденна дефляція. Пилові бурі не можуть виникати над вітростійкою поверхнею – вони є лише показником ступеня руйнування ґрунту за час, що передував пиловій бурі.

Вітроерозійні процеси на території України протікають, в основному, у квітні й першій половині травня. Взимку пилові бурі бувають рідко, 1–2 рази за десятиріччя, і лише на півдні та сході України. Інтенсивність вітрової ерозії тут становить 2,5–3,5, а інколи 5 т/га за 1 год. Днів з пиловими бурями буває від 5 до 25, а їх загальна тривалість – 5–80 год [25, 52, 54].

На ступінь еродованості ґрунтів вітром дуже впливає рельєф місцевості. Певне сполучення його елементів може послабити або посилити швидкість руху повітря, порівняно з рівною поверхнею (табл. 10). Цим, у першу чергу, і пояснюється виникнення локальних вітроерозійних процесів на окремих елементах рельєфу при відсутності пилових бур. Менше ерозії ґрунт зазнає на завітряних схилах, а також у непродувних балках і ярах [25, 54, 56].

Рух частинок ґрунту під час вітру починається під впливом взаємодії динамічних статичних сил, які виникають при обтіканні їх поверхні повітряним потоком. Якщо сума сил гравітації,

атмосферного тиску і зчеплення менша за підймальну силу, вона піднімається в повітря.

Таблиця 10 – Коефіцієнт зміни швидкості вітру на різних формах рельєфу (Пабат І. А., 1992)

Форма рельєфу	К
1	2
Відкрите рівне місце	1,0
Вершини окремих височин (горбів)	1,1–1,3
Навітряний схил (крутизною 3–5°):	
верхня частина	1,1–1,2
середня частина	1,0–1,1
нижня частина	0,9–1,0
Завітряні схили:	
верхня частина	0,7–0,8
середня частина	0,8–0,9
нижня частина	0,7–0,8
Схили, що продуваються вітром:	
верхня частина	1,0–1,1
середня частина	0,8–0,9
нижня частина	0,7–0,8
Долини, балки, яри, що продуваються вітром:	
дно і нижня частина схилів	1,1–1,3
середні і верхні частини схилів	1,2–1,1
За озером, ставком, водосховищем	1,5–1,6

Підймальна сила частинки виникає внаслідок того, що в межах висоти, яка дорівнює діаметру частинок, швидкість руху повітря різна. Потік, що надходить під нижню частину кулястої грудочки, через поверхню ґрунту має меншу швидкість і більшу щільність (табл. 10).

Мінімальна швидкість вітру, за якої починається відрив, піднімання і перенесення в повітряному потоці частинок ґрунту, називається критичною (граничною) швидкістю вітру.

На граничну швидкість вітру і на інтенсивність дефляції впливає багато факторів: кліматичні умови, гранулометричний склад ґрунту, щільність мінеральних частинок (питома маса твердої фази), сила зчеплення між частинками, захищеність поверхні ґрунтів, господарська діяльність людини. Залежність критичної швидкості вітру або швидкості дефляції ґрунтів від розміру мінеральних частинок (гранулометричного складу) ґрунтів є складною, оскільки, крім прямого впливу розміру частинок на опірність ґрунту дефляції існує багато побічних взаємозалежностей, які можуть призводити до протилежного ефекту.

Дефляційна стійкість частинок залежить не тільки від їх розміру, а й від щільності, яку визначають за їх мінеральним складом (табл. 11).

Таблиця 11 – Критична швидкість вітру для мінералів з різною щільністю (діаметр частинок – 0,25 мм (Примак І. Д. та ін., 2001)

Мінерал	Щільність, г/см ³	Критична швидкість вітру, м/с
Гіпс	2,30	3,7
Польові шпати	2,60	4,0
Кварц	2,65	4,0
Слюди	2,85	4,2
Рогова обманка	2,17	4,4

Доведено, що дефляційна стійкість частинок залежить і від вмісту в ґрунті органічної речовини – гумусу, щільність якого значно менша, ніж мінералів. Через це швидкість дефляції ґрунтів з дуже високим вмістом гумусу може зростати. Особливо швидко вітром руйнуються осушені торф'яники, які після розорювання інтенсивно мінералізуються і розвіюються.

Дефляція на торф'яних ґрунтах Полісся проявляється навесні й на початку літа, рідко – восени. Сприяють їй сильні вітри, мала кількість опадів, низька відносна вологість повітря, слабо

розвинений покрив сільськогосподарських культур. Вітрова ерозія починається при швидкості вітру 8 м/с і більше на висоті флюгера, такі вітри переважають навесні і восени. Дефляція звичайно має локальний характер – виявляється на окремих полях. Частіше зазнають дефляції поля просапних культур, меншою мірою – ярих зернових і ще менше – озимих. Багаторічні трави надійно захищають ґрунт від дефляції [25, 26, 29, 30, 33, 53, 56]. Крім того, потрібно відмітити, що піддаються згубній дії вітрової ерозії чорноземи карбонатні. Їх орний шар характеризується високою насиченістю вуглекислими солями, концентрація яких може збільшуватись у посушливі роки

Залишки карбонатів обумовлюють порохоподібну малозв'язну структуру підвищеної пухкості. Такі ґрунти мають значну водопроникність і здатні швидко висихати з поверхні. При обробітку чорноземів карбонатних, грудки ґрунту легко розпадаються на агрегати розміром, наближеним до дрібного піску, і перемішуються під впливом вітру. Суттєве зниження його зв'язності відстежується при вмісті CaCO_3 понад 4 %.

Зменшення вмісту органічної речовини і погіршення водно-фізичних властивостей еродованих ґрунтів впливає, насамперед, на забезпечення їх такими важливими елементами живлення рослин, як азот, фосфор і калій. Отримані Інститутом охорони ґрунтів УААН узагальнені дані про переважаючі на території країни генетичні групи ґрунтів свідчать, що в еродованих ґрунтах найбільшою мірою відчувається дефіцит азоту і фосфору.

Азот у змитих ґрунтах міститься переважно у важкогідролізованих формах, а фосфати зв'язані здебільшого з двовалентним кальцієм і малодоступні для рослин. Тому тут спостерігається висока реакція рослин на внесення азотних і фосфорних добрив.

У середньо- і сильнозмитих дерново-підзолистих ґрунтах, у яких до орного шару приорюються підзолистий та ілювіальний

горизонт, гранулометричний склад може бути важчим, ніж у не змитих ґрунтах.

Таким самим чином змінюються хімічні властивості змитих дерново-підзолистих ґрунтів, що пов'язано не тільки з виносом тих чи інших елементів, а й з приорюванням нижніх горизонтів.

Водно-фізичні властивості змитих дерново-підзолистих ґрунтів погіршуються. З виносом елементів живлення внаслідок ерозії, погіршенням водно-фізичних властивостей та інших несприятливих змін на змитих ґрунтах знижуються врожаї сільськогосподарських культур.

РОЗДІЛ 3. АРЕАЛ ПОШИРЕННЯ ЕРОДОВАНИХ ҐРУНТІВ ТА ФАКТОРИ ПРОЯВУ ЇХ ІНТЕНСИВНОГО РОЗВИТКУ

На більшій частині території України (12 млн га) переважає водна ерозія ґрунтів, яка виявляється як при таненні снігу, так і під час злив. Внаслідок змивання водою безповоротно втрачаються з полів найродючіші ґрунти і вимивається в річки та моря велика кількість елементів живлення рослин. Доведено, що тільки внаслідок стоку талих вод в сірих лісових ґрунтів на зябі щороку змивається 4,1–84 м³/га, на посівах озимих – 2,5–66,7, ярих колосових культур – 6,2–6,5 м³/га. В окремих випадках змив ґрунту досягає майже 780 м³/га.

На Поліссі і в Лісостепу втрати змиву ґрунту від вітрової ерозії на рік становили 2–5 т/га при низькій швидкості вітру.

Площа України становить 60,4 млн га, з них 42,4 млн га (70,2 %) – сільськогосподарські угіддя, у тому числі, 34,3 млн. га (81 %) – рілля. Збільшення площ ріллі і посівів сільськогосподарських культур тривалий час вважалося збільшенням валових зборів продукції землеробства. У деяких областях України, зокрема у Вінницькій, Тернопільській, Черкаській, Кіровоградській та інших, розорано понад 90 % сільськогосподарських угідь, тоді як у колишньому СРСР площа ріллі становила 37 %, у Франції – 48, ФРН – 32, Англії – 25, США – 20 % сільськогосподарських угідь.

Ступінь розораності земель України становить 58 %, порівняно з 10 % в колишньому СРСР і 12 % у США. Високий рівень розораності угідь, а також розширення площ посівів просапних культур за післявоєнні роки більш, ніж удвічі, укрупнення полів зумовили розвиток небувалих ерозійних процесів. Щорічні втрати ґрунту становлять близько 600 млн т, у тому числі, понад 20 млн т гумусу. На 1 т продукції рослинництва (в умовних зернових одиницях) втрачається до 7 т ґрунту.

Аналіз показує, що високий рівень розораності території України зумовили не тільки наростання екологічного ризику, а і соціальної напруженості в країні. Система використання землі перебуває в критичному стані. Системи землеробства не відповідають виробничим відносинам, що змінюються, а також економічній, екологічній та енергетичній доцільності.

Аналогічна ситуація щодо великої розораності території, високого відсотка використання просапних культур у структурі посівних площ, невідповідність виробничим відносинам призвела до різкого зростання ерозійних процесів внаслідок прогресу водної і вітрової ерозії, які спостерігаються в умовах західного регіону України.

На підставі даних обстеження ґрунтів, кількість слабо, середньо і сильно змитих ґрунтів на території західних областей України займають 2,288 тис. га, в тому числі з них орних – 1,433 тис. га, що складає 52,4 %, відносно всієї площі змитих ґрунтів.

Щодо кількості еродованих ґрунтів в межах кожної адміністративної області західного регіону України, дані наведено у таблиці 12.

Таблиця 12 – Наявність змитих ґрунтів в межах адміністративних областей західного регіону України, тис. га

Адміністративна область	Всього змитих ґрунтів, тис га	В тому числі орних земель, тис га	Відсоток орної землі до всієї площі змитих ґрунтів, %
Львівська	741	532	71,2
Волинська	296	278	93,9
Рівненська	357	317	88,8
Івано-Франківська	463	243	52,5
Чернівецька	36	9	25,0
Закарпатська	368	48	13,0
Тернопільська	27	6	22,2

Разом	2288	1433	52,4
-------	------	------	------

Найбільша кількість еродованих земель зосереджена у Львівській області – 741 тис га, Івано-Франківській – 463, Закарпатській – 368, та Рівненській – 357 тис га.

Що стосується орних земель, то найбільш змитими виявились землі у Львівській, Волинській та Рівненській областях.

3.1. Фактори, які впливають на ерозійні процеси ґрунтів

Під ерозією розуміють руйнування, перенос і відкладання продуктів руйнування ґрунту під впливом води, вітру і механічних впливів ґрунтообробних знарядь. Звідси дістали початок такі терміни, як водна, вітрова, агротехнічна, пасовищна ерозія і ін.

Геологічна, або нормальна ерозія (денудація) проходить повільно, не знижуючи родючості ґрунтів. Кількість ґрунтового матеріалу, відчуженого водою і вітром з поверхні, яка вкрита природною рослинністю і його залишками, постійно поповнюється в результаті ґрунотворного процесу. Ця рівновага в природних умовах часто порушується катастрофічними явищами.

Розвиток ерозійних процесів на тій чи іншій території залежить від природних і антропогенних факторів, до яких належать клімат, рельєф, рослинний покрив, тваринний світ, властивості ґрунтів і ґрунотворних порід, господарська діяльність людини, соціально-економічні умови [25, 26, 30]. Нижче розглянемо кожен із названих факторів.

Клімат. Прояв ерозійних процесів зумовлюються, насамперед, інтенсивністю дощових опадів. Дощі, у вигляді мряки, навіть кількістю понад 50 мм, можуть не утворювати стоку, тоді як злива, у кількості 10–12 мм й інтенсивністю 5–7 мм/хв., може сприяти інтенсивному стоку, змиванню та розмиванню ґрунту.

Прямий вплив на зменшення зливого стоку має ступінь щільності поверхневого шару ґрунту, особливо з водотривкою структурою і вираженістю нано- та мікрорельєфу, густоти рослинного покриття і наявності мульчі.

Водна ерозія ґрунтів зумовлюється руйнівною енергією стоку опадів, а також станом поверхні ґрунту. Характеристики зливових опадів на території західних областей України такі, що навіть ґрунти в цілинному стані, якщо залишити їх рослинність, не здатні протистояти такій енергії руйнування. Каплі зливових опадів вибивають ґрунтові частинки і агрегати на висоту до 1 м і на відстані 1–4 м. Енергія крапельного руйнування значно вище, ніж енергія відриву і переносу ґрунтового матеріалу, може досягнути 25–130 т/га і більше [19, 25].

В сільськогосподарській літературі зустрічається більше сотні різноманітних ерозій. Тому М. Н. Заславський (1983) запропонував замість терміну «водна ерозія ґрунтів» застосувати термін «ерозія ґрунтів», розуміючи під ним змив і розмив ґрунту і підстилаючих порід поверхневим стоком тимчасових водяних потоків. Таким чином, виділяють три основних типи водяної ерозії ґрунту: руйнування і стік дощових опадів (зливна ерозія), стік талих вод і ірригаційна ерозія.

Виділяють два підтипи: змив ґрунту (поверхнева, або площинна ерозія) і розмив ґрунту (лінійна ерозія). Перший підтип характеризується в різній мірі змитими ґрунтами, другий – промивинами і ярами.

Як уже зазначалось, на схилах часто основною причиною сильного змиву ґрунту є нерівномірне залягання снігу. Товщина снігового покриву на схилах за однакових умов більше залежить від їх експозиції: на увігнутому схилі біля підніжжя у долині часто в кілька разів більша, ніж на схилі або його вододілі. Нерівномірне, як і прискорене танення снігу, дренує сніговий покрив, знижує стовп води в ньому, концентрує її у місця вимоїн.

Стік талих і зливових вод є тією енергетичною силою, яка руйнує ґрунт і транспортує змучений у воді дрібнозем. Величина середньорічного поверхневого стоку залежить від зони і становить у Лісостепу 30–70 мм і більше.

Ерозійна небезпека опадів є неоднаковою на території Лісостепу і Полісся.

Рельєф вважається одним із важливих факторів, який має сильний вплив на розмір і швидкість поверхневого стоку, руйнування і знесення ґрунту.

За крутизною схили, які використовуються у рільництві, поділяють на пологі, спадисті, круті та обривисті. На вирівняних ділянках земної поверхні кути схилу малі – менше 1° , на пологих схилах – $1-2^\circ$, спадистих – $2-5^\circ$, крутих $5-10^\circ$. Ділянки схилів з крутизною понад 10° вважаються дуже крутими.

Ерозійні процеси безпосередньо залежать від крутизни схилів. Крутизна, передусім, визначає ступінь змитості ґрунтів (табл. 13).

Таблиця 13 – Ступінь змитості ґрунтів залежно від крутизни схилу (Примак О. І., 2001)

Характеристика схилів	Крутизна, $^\circ$	Можливий ступінь змитості
Рівні ділянки	до 1	–
Пологі схили	1–2	слабкий
Спадисті	2–3	середній
Круті	5–10	сильний

За крутизною схилів визначають систему протиерозійних заходів і спосіб використання території.

Від крутизни схилу, прояву ерозії і способу використання території ґрунти можна охарактеризувати так:

а) до 1° – ґрунт не зазнає змиву, ділянки його не потребують ніяких протиерозійних заходів; можна використовувати їх під будь-які культури;

б) $1-3^\circ$ – можливий слабкий змив ґрунтів для їх захисту від ерозії, оранку слід проводити впоперек схилів, а під пар і зяб – безполицевий обробіток;

в) 3–5° – спостерігається середній змив ґрунтів, доцільно впроваджувати ґрунтозахисні сівозміни кормового напрямку з великим насиченням багаторічними травами;

г) від 3–8° – можливий сильний змив ґрунтів: такі ділянки обмежено використовують у сільському господарстві, необхідним є залуження на бровках балок і ярів;

д) понад 8° – ґрунти сильно змиваються. Ці землі вважають непридатними для використання в якості ріллі і підлягають залуженню та закріпленню в окремих місцях штучними спорудами;

е) понад 15° – не використовують у сільському господарстві без проведення спеціальних заходів.

На ерозію ґрунтів впливає не тільки крутизна схилу, а і його довжина [25, 57, 88, 107].

Довжина схилів визначає розмір водозбірної площі, а, отже – площі, з якої зноситься дрібнозем та кількість осадового матеріалу, який надходить на заплаву.

Рослинний покрив. У захисті ґрунтів від ерозії важливу роль відіграє рослинний покрив. Ґрунт, що заріс травною, не розмивається навіть тоді, коли утворюється яр.

Вплив рослинного покриву на швидкість ерозії багатогранний. Коренева система рослин скріплює структурні елементи ґрунту і цим перешкоджає його розмиванню і змиванню.

У багатьох рослинних угрупованнях (степових, лучних, гірсько-лучних) коренева система розвинена значно більше, ніж наземна частина. На гірських луках потужна коренева система утворює своєрідний панцир, який запобігає розмиванню і знесенню ґрунту. Тому знищення природної рослинності в горах внаслідок випасання худоби призводить до катастрофічно швидкого руйнування і знесення ґрунту.

Сільськогосподарські культури по-різному захищають ґрунт від зливової ерозії (табл. 14). Найменшу ґрунтозахисну дію мають просапні культури.

Таблиця 14 – Вплив сільськогосподарських культур на стік і змивання ґрунту (вилугуваний чорнозем, схил – 5°, вологість ґрунту – 18–20 %) (Толчеников Ю. С., 1990)

Показники	Пар	Куку- рудза	Озима пшениця	Стерня озимої пшениці	Горox	Люцерна
Опади, мм	66,2	49,5	56,5	46,6	62,6	41,5
Інтенсивність дощу, мм/хв	1,7	1,8	3,3	2,2	2,3	1,8
Вологозабезпечення, мм	65,3	40,1	52,8	37,5	48,5	41,4
Інтенсивність вологопоглинання, мм/хв	1,6	1,5	2,2	1,5	7,8	1,8
Стік, мм	0,7	9,5	3,7	14,2	14,2	0,1
Змив ґрунту з 1 м ² , кг	0,05	0,5	0,02	0,05	0,28	0,001
Мутність стоку, г/л	61,3	52,1	3,7	3,6	15,8	0,77
Мутність стоку від парових стокових ділянок, %	100,0	84,9	0,05	6,0	25,8	1,2
Ґрунтозахисна ефективність, %	0	15	94	94	75	99

Чим краще розвинена маса рослин, тим вища їх ґрунтозахисна дія, оскільки густий рослинний покрив послаблює руйнівну дію крапель дощу на ґрунт. Крім того, при більшій надземній масі в однієї і тієї ж культури більша маса коріння, завдяки якій грубі грудочки ґрунту набувають водотривкої структури.

Тваринний світ. Тварини можуть впливати на протиерозійну стійкість ґрунтів. В одних умовах вони посилюють ерозію (надмірне навантаження на пасовищах при збільшенні поголів'я овець), в інших – істотно зменшують її (ховрахи, байбаки, які розпушують ґрунт і створюють нори та пагорби). Дощові черв'яки також зменшують ерозію, збільшуючи фільтраційну здатність ґрунтів.

Для поліпшення протиерозійної стійкості кормових угідь, їх продуктивності і, особливо, пасовищ вченими В. О. Черкасовою, І. А. Пабат і ін. було розроблено ряд спеціальних заходів.

Безсистемне випасання і відсутній догляд за використанням кормових угідь, особливо, в умовах передгірних і гірських районах Карпат призводить до зниження їх продуктивності. Встановлено, що найбільш вагомими заходами для зменшення ерозійних процесів в даних ґрунтово-кліматичних умовах і підвищення врожайності кормових культур є введення до складу травосумішок люцерни синьогібридної, стоколосу безостого, райграсу високого, пирію безкореневого, що дає можливість підвищити продуктивність цих пасовищ на 15–25 %.

РОЗДІЛ 4. АГРОНОМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕРОДОВАНИХ ҐРУНТІВ

Ерозійні процеси значною мірою впливають на властивості ґрунтів. Слабоеродовані ґрунти внаслідок змивання втрачають частину гумусового горизонту. У ґрунтах, які зазнають сильної ерозії гумусна частина змивається, і на поверхні оголюються малородючі горизонти A_2 або В.

Ерозія викликає глибокі і часто незворотні зміни фізичних, хімічних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, що, як правило, призводить до прямого зниження не тільки природної, а й ефективної родючості їх. Негативний вплив ерозійних процесів виявляється переважно збільшенням кількості еродованих ґрунтів. Потоками води виноситься найцінніша дрібнодисперсна частина ґрунту, яка відкладається за межами поля, забруднюючи при цьому водойми продуктами ерозії.

За ступенем змитості вченим Заславським М. М. (1984) розроблена спеціальна класифікація ґрунтів. Згідно з цією класифікацією існують три ступені змитості ґрунтів: слабкий, середній і сильний, яким відповідає зменшення вмісту шару ґрунту (0–50 або 0–25 см) порівняно з незмитим ґрунтом відповідно на 10–20 %; 20–50 % і понад 50 %.

Разом з гумусом під час ерозії ґрунтів змивається велика кількість елементів живлення: доступних для рослин форм азоту, фосфору, калію, а також обмінних основ. Урожайність сільськогосподарських культур через це істотно знижуються [11, 17, 20].

Вміст гумусу у метровому шарі слабоеродованих чорноземів на 5–10 %, а середньоеродованих на 30–40 % є нижчим, ніж у чорноземах, які не зазнали ерозії. У гумусі середньо- і сильноеродованих ґрунтів зростає вміст фульвокислот, а гумінові кислоти стають більш гідрофільними, що знижує їх структуроутворювальну здатність.

Здатність ґрунтів протистояти ерозії називається протиерозійною стійкістю, і є величиною, оберненою еродованості: чим вона вища, тим менша швидкість ерозії. На території України найбільшу протиерозійну стійкість мають чорноземи. Ця здатність ґрунтів залежить від багатьох їх властивостей і, насамперед, від гранулометричного складу. Ґрунти з різним гранулометричним складом починають зазнавати розмивання при різній швидкості потоку, тобто критична швидкість потоку для різних ґрунтів є неоднаковою. Найменша вона у ґрунтів, багатих на пиловаті частинки розміром 0,001–0,005 мм.

Залежність протиерозійної стійкості ґрунтів від їх гранулометричного складу є складною, багатогранною і недостатньо дослідженою.

У зв'язку з цим необхідно відмітити, що поліпшення здатності протистояти ерозії ґрунтів, підвищення протиерозійної стійкості вимагають підвищення культури землеробства, застосування комплексу заходів із поліпшення структури ґрунту, біологічних властивостей та інших ґрунтотворних процесів [25, 29, 38].

В нашій країні ще недостатньо ведуться заходи із зменшення еродованості ґрунтів. Так, в структурі посівних площ є високий відсоток просапних культур, не в повній мірі здійснюється комплекс технологічних операцій, формування оптимальних параметрів оброблюваного шару ґрунту, що забезпечувало б стійку та надійну систему в агроландшафті.

Питання інтенсифікації і спеціалізації сільського господарства необхідно розглядати з позиції екології і охорони навколишнього середовища.

Особлива проблема відносно охорони середовища в районах зрошення, а також на ґрунтах з легким гранулометричним складом з промивним режимом, де є швидкі темпи хімізації, досягли значного використання високих доз мінеральних добрив, що призвело до забруднення природного середовища та втрат елементів живлення рослин, погіршення балансу елементів.

В країнах Західної Європи та інших високо розвинутих країнах спостерігається також значний змив ґрунту. Так в Англії, на одному з дослідів на схилах крутизною 5° встановлено, що за рік змивається шар ґрунту товщиною 10 мм [29], а в Німеччині за рік на схилах крутизною 8° втрачали шар від 1 до 20 мм [30].

Змив ґрунту на 1 мм відповідає втраті 15–20 т ґрунту на 1 га. В цілому по Німеччині водній ерозії піддається 10 % сільськогосподарських угідь [106]. Однак, у Німеччині та Великобританії водна ерозія давно перестала бути стихійним лихом. В цих країнах відсутні чисті пари, а за інтенсивного землеробства, високої культури агротехніки, широкого впровадження у сівозміни проміжних культур різко зменшується руйнування ґрунту водною ерозією.

Змив ґрунту залежить, як уже раніше вказувалось, від кількості і розподілу опадів, характеру рельєфу, фізико-хімічних і хімічних властивостей ґрунту, рослинного покриву. Інтенсивні зливи, характерні для більшості частини європейських країн викликають руйнування ґрунтових агрегатів на більш дрібні і легкозмиваючі.

Змив ґрунту призводить до розчленування рельєфу, що утруднює використання землі і значно знижує родючість.

На дерново-підзолистих, середньо- і сильнозмитих ґрунтах органічної речовини міститься в 2,8–3,7 рази менше, ніж на нееродованих ґрунтах [100]. На чорноземах втрата органічної речовини виражена менше, однак і там втрачається її значна кількість. Наприклад, в Полтавській області за даними результатів 200 аналізів, на типовому чорноземі валовий вміст гумусу на слабо, середньо- і сильнозмитих ґрунтах зменшився на 14, 48 і 62 % відповідно [100]. На звичайних чорноземах Дніпропетровської області, при запасах гумусу на нееродованому ґрунті 210–238 т/га, встановлено, що запаси гумусу зменшились на слабоеродованому ґрунті до 200–210 т/га, середньо-еродованому – до 145–180 т/га і сильноеродованому – до 113 т/га [53].

У США на бурому суглинковому ґрунті втрата органічної речовини складала 1046–1254 кг/га [4, 72]. Удобрення ґрунту гноєм дозволило знизити втрати органічної речовини до 370 кг/га. За результатами досліджень встановлено, що в еродованому матеріалі було в 1,5–2 рази більше органічної речовини, ніж в ґрунті який залишився [5, 10, 14].

4.1. Вплив ступенів змитості ґрунту на врожай і якість сільськогосподарських культур

У середньо- і сильнозмитих ґрунтах, у яких до орного шару приорюються підзолистий та ілювіальний горизонти, гранулометричний склад може бути важчим, ніж у незмитих ґрунтах. Це пояснюється тим, що гранулометричний склад ілювіального горизонту важчий ніж верхньої частини і залежить від ступеня «розбавлення» орного шару матеріалом розміщених нижче горизонтів. Внаслідок цього, в разі змивання орний шар ґрунту може бути легшим, або вищим, ніж у незмитих. Із зміною агрофізичних властивостей відбувається паралельно і перетворення хімічних властивостей змитих ґрунтів, що пов'язано з виносом елементів живлення рослин, і, зокрема, гумусу й азоту.

Водно-фізичні властивості змитих ґрунтів погіршуються. Зменшення кількості води у верхньому шарі ґрунту призводить до зниження водопроникності ґрунтів.

Результати досліджень, проведених у Хмельницькій області на темно-сірих лісових слабо- і середньозмитих ґрунтах, свідчать, що технології, які передбачають застосування плоскорізних знарядь і щілювання посівів, сприяли підвищенню врожайності озимої пшениці на 1,6–2,2 ц/га.

Слід зазначити, що в Західному Лісостепу в умовах достатнього зволоження (Тернопільська область) на чорноземах типових малогумусних вищими були врожаї озимої пшениці після попередників при оранці (табл. 15).

Таблиця 15 – Вплив способів обробітку еродованого ґрунту на врожайність озимої пшениці (1981–1984 рр.), ц/га

Обробіток ґрунту	Попередники		
	кукурудза на силос	конюшина	горох
Оранка	31,4	39,0	38,3
Плоскорізний	29,7	37,3	37,0
Мілка оранка	30,5	38,3	37,5
Дисковий	30,4	36,3	36,5

Зниження врожайності при безполицевому обробітку пов'язане з погіршенням фітосанітарного стану еродованого ґрунту з різним ступенем змитості та збільшенням забур'яненості посівів.

Отже, мінімальний ґрунтозахисний обробіток ґрунту навіть з різним ступенем змитості орного шару під озиму пшеницю забезпечує здебільшого високий агрономічний ефект.

З виносом елементів живлення внаслідок ерозії, погіршенням водно-фізичних і інших агрономічних властивостей на змитих ґрунтах спостерігається зниження врожаїв сільськогосподарських культур. Ерозія призводить до зниження продуктивності ґрунтів усіх типів (табл. 16).

Таблиця 16 – Поправочні коефіцієнти для розрахунку урожаю на змитих ґрунтах (Примак І. Д. і інші, 2001)

Ґрунти	Ступінь змитості ґрунтів			
	незмитих	слабозмитих	середньозмитих	сильнозмитих
Дерново-підзолисті	1,0	0,7	0,5	0,4
Сірі лісові	1,0	0,8	0,6	0,4
Чорноземи вилугувані	1,0	0,8	0,5	0,4
Чорноземи звичайні	1,0	0,8	0,6	0,3

На слабозмитих ґрунтах урожайність знижується на 10–30 %, на середньозмитих – на 30–50 і на сильнозмитих – на 50–70 %.

Відомо, що якість урожаю сільськогосподарських культур значною мірою залежить від погодно-кліматичних і ґрунтових умов.

Змінюючи характер зволоження, тепловий та поживний режими, ерозійні процеси істотно впливають не тільки на врожайність цих культур, а й на формування його якісних показників. Із збільшенням ступеня еродованості ґрунту, як свідчать дослідження Інституту охорони ґрунтів НААН, зменшується маса 1000 зерен пшениці озимої і відсотковий вміст у зерні азоту, протеїну, клітковини (табл. 17).

Таблиця 17 – Вплив ерозійних процесів на якість зерна озимої пшениці (Головченко І. М., Горбачова О. Ю., Акентьєва Л. І., 1996)

Еродованість ґрунту	Маса 1000 зерен	Вміст, %		
		азоту	протеїну	клітковини
Нееродований	42,6	2,42	13,8	18,6
Слабка	40,7	2,24	12,6	16,9
Середня	37,8	1,89	10,8	14,6
Сильна	37,7	1,36	8,9	13,9
Намитий	43,9	2,43	13,9	20,4

Зерно озимої пшениці та інших культур на еродованих землях формується з пониженим вмістом білка та клейковини й гіршими технічними та хлібопекарськими якостями. Водночас, різниці за вмістом фосфору і калію в продукції, вирощуваній на ґрунтах різного ступеня еродованості, не виявлено.

Зерно, вирощене на еродованих ґрунтах, має низькі посівні якості. Так, за даними Інституту охорони ґрунтів НААН, на чорноземах звичайних із збільшенням ступеня еродованості ґрунтів в насінні озимої пшениці знижувались абсолютна маса і схожість (табл. 18).

Таблиця 18 – Показники посівних якостей озимої пшениці вирощеної на еродованих ґрунтах

Еродованість ґрунту	Натура зерна, г	Вихід щуплого зерна, %	Схожість зерна, %
Нееродований	834,3	6,0	97,5
Слабка	832,2	7,1	94,5
Середня	818,7	9,0	93,3
Сильна	812,2	12,6	92,0
Намитий	832,2	4,0	98,3

4.2. Втрати елементів живлення у землеробстві

Серед багатьох проблем сільського господарства, які треба невідкладно вирішити, найголовнішою є забезпечення сталості землеробства, підвищення його продуктивності на основі зростання родючості ґрунту.

В Україні особливо великої шкоди ріллі завдає водна і вітрова ерозія. На цих землях втрати органічної речовини (гумусу, як основи родючості) із ґрунту досягли 25–35 %.

У теперішній час дуже гостро стоїть проблема забруднення атмосфери, водоймищ, озер і рік, ґрунтових вод, ґрунту і рослин.

Інтенсивне землеробство вимагає застосування мінеральних добрив, хімічних меліорантів і інших засобів інтенсифікації. Однак, хімізація сільського господарства активно впливає на існуючі біологічні цикли обміну речовин і на екологічну рівновагу природних екосистем. Боротьба з втратами елементів живлення рослин в господарсько-біологічному круговороті речовин входять в глобальну проблему охорони природних ресурсів.

В зв'язку з цим, великої уваги заслуговують одержані результати досліджень з вивчення втрат поживних речовин у західноєвропейських країнах (Німеччина, Великобританія, Чехія, Словенія, Болгарія, Білорусія, Франція, Естонія), які є дуже

близькими за ґрунтово-кліматичними умовами до західного регіону України.

З цього приводу зроблено узагальнення великої кількості експериментального матеріалу, який стосується проблеми втрат поживних речовин, шляхом їх вимивання із ґрунту, охорони природних ресурсів і родючості ґрунту, а також впливу водної ерозії на змив ґрунту, втрат з ґрунту азоту, фосфору і калію з внесених мінеральних і органічних добрив.

Нижче подаються основні напрямки вивчення впливу ерозійних процесів на змив ґрунту та втрату поживних речовин у землеробстві.

Детальний аналіз результатів досліджень західноєвропейських вчених та окремих результатів, отриманих на території України (Івано-Франківська та Полтавська області), з вивчення впливу ерозійних процесів на агрохімічні, агрофізичні і біологічні властивості еродованих ґрунтів дасть можливість використовувати позитивні результати в умовах західного регіону України для розробки заходів з охорони науково-обґрунтованого раціонального використання землі і надр водних ресурсів, рослинного і тваринного світу, для збереження екологічно чистого повітря і води, забезпечення відновлення природних багатств і поліпшення навколишнього середовища.

4.3. Змив ґрунту і добрив під впливом ерозійних процесів **Водна ерозія і змив ґрунту.**

Атмосферні опади і стік дощових вод можуть викликати поверхневий змив ґрунту і добрив. Сукупність процесів руйнування ґрунту і переміщення його водою називається водною ерозією. Вона проявляється як результат невідрегульованого стоку води. Цьому сприяють також інтенсивні атмосферні опади. В США ерозії піддані близько 72 млн га ріллі або близько 40 % орних земель. З водною ерозією втрачається 1,5–2 млрд т твердих частинок [29].

В південних степових штатах США ґрунти втрачають більше, ніж в східних, більш заліснених. Так, в штаті Міссісіпі змивалось до 15 т/га ґрунту в рік, в штаті Іллінойс і Айова – 10 т/га ґрунту. У Каліфорнії, з територією 8060 км² за 10 років змито 310 млн т землі, що складає 40 т/га в рік. Комітетом по охороні середовища в США передбачаються заходи, які обмежують збільшення втрат ґрунту від ерозії в межах 2,5–12,5 т/га, залежно від району і ґрунту [29].

Змив ґрунту залежить від кількості і розподілу опадів, характеру рельєфу, фізичних та хімічних властивостей ґрунту, рослинного покриву. Інтенсивні зливи спричиняють руйнування ґрунтових агрегатів на більш дрібні і легко змиті. На орних землях найбільш руйнівна ерозія викликається ударами капель дощу і струмками розмиву.

Помітний змив може мати місце на схилах крутизною більше 2–3°. Схили південної експозиції сильно еродовані поверхневими стоками, бідні на елементи живлення.

На втрати від водної ерозії впливає зайнятість рослинністю, її характер, спосіб і час посіву. В Болгарії в протиерозійному стаціонарі «Мирково» протягом 11 років вивчали змив ґрунту з лісових, трав'янистих смуг і з паркового ґрунту [76]. Ширина лісових масивів коливалась від 1 до 40 м, трав'яних – від 5 до 20 м. Максимальний змив в лісових масивах складає 3–20 т/га, в парку – 44 т/га. Із збільшенням ширини масивів значно зменшується змив ґрунту [34, 37, 38, 62]. На дерново-підзолистих середньо- і сильно

змитих ґрунтах органічної речовини в проведених дослідках містилось у 2,8–3,7 разів менше, ніж на нееродованих [18].

На чорноземах втрати органічної речовини менш виражені, однак і там вони присутні.

4.4. Втрати азоту, фосфору і калію в результаті змиву ґрунту

Водна ерозія призводить до втрат необхідних елементів живлення. За узагальненими даними угорських вчених, в середньому, на схилових землях втрачається 20 % азоту, 2–5 фосфору і 10–70 % калію внесених добрив. М. М. Ломакін вказує, що втрати із добрив коливаються від незначної кількості до 70 кг/га [29].

Всі втрати елементів живлення необхідно розділити на дві групи: втрати валових запасів і втрати рухомих форм. В колишньому Радянському Союзі з водною ерозією втрачалось щорічно до 3 млн т валових запасів азоту, 1,5 млн т фосфору і 30 млн т калію. Однак, якщо прийняти до уваги втрати тільки рухомих форм, то вони становлять по азоту 460 тис. т, по фосфору – 240 тис. т і калію – 480 тис. т [58]. При вивченні втрат елементів живлення у результаті водної ерозії необхідно враховувати дві групи, оскільки рухомі форми живлення є основними джерелами живлення рослин, валові – резервом цих елементів.

Азот. Сильний змив знижує вміст азоту, головним чином, в дерново-підзолистому ґрунті і найменше на чорноземі (табл. 19).

Максимальна втрата загального азоту на змитих ґрунтах для дерново-підзолистих становить 1300 кг/га, сірих лісових – 1800, вилугуваних чорноземах – 2000, типових чорноземах – 1400, каштанових – 2300 кг/га. На слабо- і середньозмитих ґрунтах втрати азоту нижчі.

Згідно узагальнених даних, на змитих дерново-підзолистих ґрунтах, порівняно з незмитими, вміст загального азоту в шарі 0–20 см зменшився з 0,18 до 0,05 %, на сірих лісових – з 0,15 до

0,06 %. Що стосується чорноземів, то зниження вмісту загального азоту на змитих ґрунтах було незначним (від 0,37 до 0,31 %).

Таблиця 19 – Запаси загального азоту в шарі 0–20 см основних типів ґрунтів різного ступеня змитості, т/га (Бегей С. В., 1993)

Ґрунт	Ступінь змитості				
	незмиті	слабо змиті	середньо змиті	сильно змиті	число аналізів
Дерново-слабопідзолисті	2,8	3,0	4,7	1,5	183
Сірі лісові	4,1	3,2	3,8	2,3	94
Вилугуваний чорнозем	6,2	6,0	5,5	4,2	1297
Типовий чорнозем	7,0	6,0	6,5	5,6	806
Звичайний чорнозем	5,8	5,6	5,2	3,4	176
Темно-каштановий	4,9	4,1	3,1	2,6	58

За даними американських дослідників, втрати можуть значно коливатись. На суглинистому ґрунті, який має нахил 3,5° втрати загального азоту в пару складали 74 кг/га, а під зерновими (пшеницею, вівсом, кукурудзою) – від 3 до 35 кг/га [5, 59]. Втрати органічного і амонійного азоту на дослідному полі, де вносили зимою гній, з неудобрених ділянок на схилі крутизною 6° коливались протягом років від 6 до 15 кг/га [5]. При внесенні гною змив загального азоту складав 8–30 кг/га. Особливо сильним був змив азоту взимку в період дощів.

З поверхневим стоком і в результаті ерозії змивається невелика кількість рухомих форм азоту, при внесенні добрив вона збільшується. Змив рухомих форм азоту і інших поживних елементів, викликаний тими ж причинами, що й змив ґрунту. Американські вчені відзначають, що втрата рухомих форм азоту на паровому полі (в цих же умовах, в яких проходили втрати загального азоту) становили 1–10 кг/га [4]. В штаті Луїзіана без внесення добрив під райграс було втрачено близько 3 кг/га аміачного азоту, при внесенні азотних добрив в дозі 100–200 кг/га втрати збільшилися лише до 5–7 кг/га [18]. В Великобританії за 6 років

втратилось 138 кг/га нітратного азоту (23 кг/га в рік) [14]. В Північній Кароліні (США) з двох водорозділів втрачалось 3–12 кг/га азоту, із них 90 % складав нітратний азот [21].

В штаті Нью-Йорк на пилюватому суглинку вивчали втрати мінерального азоту з поверхневим стоком, залежно від культур в сівозміні (кукурудза, боби, пшениця) та рівня удобрення: від високого – $N_{308}P_{74}K_{33}$ – під кукурудзу і боби, $N_{240}P_{64}K_{74}$ – під пшеницю і більш низького – $N_{17}P_{15}K_{14}$ – під кукурудзу і боби та $N_{34}P_{25}K_{33}$ – під пшеницю), від заорювання рослинних рештків в ґрунт і спалювання рослинних рештків [29]. Встановлено, що вид культури незначно впливав на стік і втрати поживних елементів, в той час, як високий рівень удобрення і поганий обробіток в період, коли ділянки вільні від займаючої культури, значно збільшували стік і втрати амонію, нітратів і мінерального фосфору (табл. 20).

Таблиця 20 – Середньорічний стік води і втрати поживних елементів залежно від вирощуваних культур і застосованої агротехніки (Генсірук С. А. і ін., 1973)

Вивчаючий фактор	Вид культури і рівень агротехніки	Стік води, мм	Втрати поживних елементів, кг/га		
			N-NH ₄	N-NO ₃	фосфор мінеральний
Культура	кукурудза	89	0,42	1,16	0,21
	боби – пшениця	103	0,43	8,86	0,17
	пшениця	107	0,56	0,79	0,20
Рівень удобрення	висока	107	0,50	6,10	0,28
	середня	91	0,44	1,11	0,11
Обробіток ґрунту	добра	68	0,47	1,19	0,13
	погана	131	0,47	6,69	0,25

Важливим є питання забруднення змитим азотом (особливо азотом нітратів у водоймищах). В озеро Ері в США щорічно потрапляє 36 тис т азоту, в т. ч. 36 % азоту мінеральних добрив [15].

У Великобританії, в результаті поверхневого стоку і дренажних вод, концентрація нітратів у водоймах складала від 3 до

23 мг/л [59]. При внесенні високих доз азотних добрив і неправильному використанні, поверхневий стік може сприяти підвищенню концентрації нітратів у водоймах.

Фосфор. Загальний і доступний фосфор втрачається менше, ніж азот. В різних змитих ґрунтах міститься 0,03–0,1 % фосфору, в незмитих – коливається від 0,05 до 0,2 % [30]. В еродованих ґрунтах рухомого фосфору майже не зменшувалось, а в підорному шарі його було більше, ніж в орному.

Втрати рухомого фосфору в більшості випадків не перевищують 1 кг/га. Так, в досліді Duniger E. P. Та інших, при внесені під райґрас 100–200 кг/га P_2O_5 втрачалось не більше 3–5 кг/га фосфору або 2 % від внесених добрив [11].

Змив фосфору залежить від тих самих причин, що і змив ґрунту й азоту.

Незважаючи на незначні втрати фосфору, є дані про підвищення його концентрації у водоймах. У Німеччині в результаті збільшення застосування добрив і підвищилися втрати фосфору з поверхневим стоком. Зокрема, в Боденському озері з 1950 по 1970 рр. концентрація фосфору збільшилась з 1–3 до 40 кг/м³ і більше.

Калій. Валовий вміст його у ґрунті значно більший, ніж азоту і фосфору, тому з ґрунтом він може втрачатися у великих кількостях. Втрати рухомого калію менші, ніж втрати нітратів. У деяких випадках при ерозії вміст калію може збільшуватись. Так, на вилугуваних чорноземах, на змитих ґрунтах вміст калію на 60 % більший, ніж на незмитих [30]. Це пояснюється звільненням калію із нижчих горизонтів. Відстежуються також значні втрати загального калію, і незначні – рухомого.

Як свідчать результати досліджень, повні втрати загального калію на бурому суглинку під вівсом становили 940 кг/га [14]. На посівах кукурудзи загальні втрати складали лише 28 кг/га. Втрати доступного калію складали відповідно 28 і 0,5 кг/га. За даними тих же дослідників, у штаті Міссурі на суглинку втрати загального калію становили 1370 кг/га в пару, на дернині вони не перевищували 4

кг/га. На бурих суглинистих ґрунтах при внесенні 100–200 кг/га калію втрати з поверхневим стоком рухомого калію становили всього 2 % від внесеної кількості добрив, тобто 2–4 кг/га [25, 33].

У Великобританії втрати калію від внесення добрив з поверхневим стоком не перевищують 5 %. Втрати калію, азоту і фосфору з поверхневих стоків та з потоком води в дренах дуже незначні (табл. 21) [87].

Таблиця 21 – Втрати азоту, фосфору і калію за 1967–1971 рр., кг/га (Терещенко К. П. і ін., 1984)

Показник	N	P	K
Внесено добрив	828	465	1295
Втрати з поверхневим стоком	29	19	62
Втрати з потоком води в дренах	74	2	23
Загальні втрати	103	14	85

4.5. Вимивання елементів живлення за межі кореневмісного шару ґрунту

В умовах промивного водного режиму ґрунтів дощова і тала води, а разом з ними елементи живлення рослин і інші розчинені речовини, можуть проникати за межі кореневмісного шару і попадати в ґрунтові води і джерела. Вимивання із ґрунту водорозчинних солей називають вилугуванням, воно можливе і при зрошенні.

Вивчення міграції солей по профілю ґрунту пов'язане з вимиванням їх за межі кореневмісного шару в ґрунтові води має важливе значення для розробки наукових основ системи удобрення і організації охорони середовища. Ця проблема стає особливо актуальною в період інтенсивної хімізації сільськогосподарського виробництва і широкого використання продуктів хімії в побуті [11, 20, 29, 30].

Хімічні елементи мігрують вниз за профілем ґрунту у розчиненому вигляді і потрапляють в ґрунтові води тільки тоді, коли

кількість води в ґрунті перевищує її водоутримуючу здатність. Таким чином, утворення інфільтраційної води є необхідною і першочерговою умовою вимивання солей. Все це пов'язано з кількістю солі, яка надійшла в ґрунтову воду (атмосферні опади, поливна вода), і з водним режимом ґрунту (промивний або непромивний), тобто залежить від кліматичних умов.

На легких ґрунтах з низькою вологоємкістю і невисоким ступенем насичення основами утворюється більше фільтраційної води і спостерігається більш значне вимивання компонентів добрив, ніж на важких суглинистих ґрунтах. Так, у дослідях проведених у Німеччині, в середньому, за 12 років через метровий шар піщаного ґрунту внаслідок атмосферних опадів просочилось 51 % компонентів добрив, суглинистого і глинистого – 34 %, а в лісовому – 28 % [145].

З збільшенням кількості інфільтрату збільшується вимивання найбільш рухомих сполук. Наприклад, у Івано-Франківській області в 1970 р. винос нітратів при дренажному стоку обсягом 3276 м³/га складав 13–20 кг, а при стоку 1276 м³/га в 1971 р. – 8–12 кг [11, 14].

Наступним за значенням фактора вимивання є тип ґрунтового покриву і сукупність протікаючих в ньому процесів. У всіх дослідженнях відмічається, що під паруючими ґрунтами утворюється більше інфільтрату. Так, на неудобреному злаку об'єм промивної води в 1972–1973 рр. склав 286 м³/га, а вміст загального азоту в ньому – 1 кг/га. Під паром кількість промивної води досягла 1485 м³/га, а загального азоту – 111 кг/га. Така ж закономірність спостерігалась і в 1973–1974 рр. [100].

Внесення високих доз мінеральних добрив дещо скорочує обсяг просочуваної води, але підвищує концентрацію інфільтрату, в результаті чого абсолютна кількість солей, які проникають в ґрунтові води, може зростати. Однак звичайні елементи із добрив звичайно вимиваються в меншій мірі, ніж солі ґрунту, які переходять в розчин під безпосереднім впливом добрив [25, 33, 100].

4.6. Вимивання азоту і фосфору із ґрунту і добрив

Азот. Найбільшу небезпеку для здоров'я людини і тварин становить наявність в воді нітратного азоту. За прийнятими Всесвітньою організацією здоров'я стандартами, допустимою кількістю нітратів азоту в воді може бути від 11,3 до 22,6 мг/л N-NO_3 . Вміст нітратів, більший вказаної кількості, як в поверхневих, так і ґрунтових водах не допустимий. Збільшення вмісту фосфору в воді не впливає на здоров'я людини і тварин [121].

Втрати азоту із ґрунту і добрив з промивними водами залежать від його форми. Іони амоніаку відносно швидко включаються в ґрунтово-вбирний комплекс і тому мало вимиваються. Німецькими вченими виявлено в промивних водах тільки невелику кількість аміачного азоту, нітратна ж форма вимивалась досить в значній кількості [14, 20, 87].

При вивченні втрат азоту із внесених добрив на різних типах ґрунтів Чехії, встановлено, що із кальцієвої селітри при 100 мм опадів із шару ґрунту 20 см на дерновому ґрунті вимивалось 100 % азоту, на коричневому – 60, на чорнеземі – 50 % [100]; із мочевины – відповідно 95, 33 і 33 %. Найбільш низькі втрати азоту на всіх типах ґрунтів відмічено при внесенні сульфат амонію (табл. 22).

Величина втрат азоту при фільтрації залежить від кількості атмосферних опадів, із збільшенням їх зростають і втрати азоту [109, 133, 144]. Дослідження J. Raaijw (Голандія) показують, що кожен міліметр опадів відповідає втраті приблизно 0,5 кг/га в рік [134, 136].

У випадках з позитивною температурою в зимові місяці найвищий вплив на втрати азоту мають опади, які випали в листопаді-лютому. На суглинистих ґрунтах на цей час припадає 76–79 % загальних втрат азоту від вимивання.

На вимивання азоту має вплив тип ґрунту. За даними німецьких вчених, на легких піщаних ґрунтах, бідних на азот, вимивається 74 кг/га азоту в рік; із карбонатного суглинистого ґрунту – 103 кг/га, із суглинка – 65 кг/га. Піщані і супіщані ґрунти Чехії та Словаччини втрачають в результаті вимивання 51–70 кг/га азоту в рік [59, 112, 113].

Втрати азоту внаслідок вимивання з атмосферними опадами в Болгарії незначні, а при нормальній кількості опадів практично не мають ніякого значення. Так, в дослідях з ізотопним азотом, внесеним в коричневий ґрунт з 50 мл інфільтрату на глибині 50 см виноситься водою не більше 1,5 % внесеної аміачної селітри (при нормі 180 кг/га), 0,1–0,8 % сульфату амонію і 1,5–2,5 % калійної селітри. Отже, на ґрунтах важкого гранулометричного складу, який в орному шарі має більше 30 % ілистих фракцій, внаслідок чого зростає сорбційна здатність, втрати азоту від вимивання відсутні або незначні [10, 11, 14, 29].

При зростаючій інтенсифікації сільськогосподарського виробництва постає питання про реальну можливість забруднення ґрунтових і поверхневих вод азотом при використанні високих доз добрив.

D. P. Dvower, вносячи під різні культури азотно-фосфорно-калійні і фосфорно-калійні добрива, одержав приблизно однакову кількість вимитого азоту [96]. Так, під картоплею, удобреною NPK, втрати азоту становили 47 кг/га, при внесенні РК – 43 кг/га, під озимим житом – відповідно 74 і 71 кг/га, під вівсом – 69 і 69 кг/га. Отже, в даних дослідях азотні добрива внесені на фоні РК, не

збільшували вміст азоту в дренажній воді, у порівнянні з внесенням фосфорно-калійних добрив.

Найбільшу небезпеку втрат азоту з фільтрацією спричиняють не самі добрива, а їх стимулююча дія на процеси мінералізації ґрунтового азоту. Переорювання ґрунту, як правило, призводить до посилення біологічних і хімічних перетворень, які супроводжують процеси нітрифікації. В природних умовах Білорусії при внесенні підвищених доз добрив ($N_{170}P_{170}K_{170}$ і $N_{340}P_{340}K_{340}$) в суглинистий ґрунт в лізометричних водах виявлено 37,8 % азоту від внесеної кількості.

Урожай біомаси рослин залежить від кількості доступної води і елементів живлення, а втрати азоту – від кількості інфільтраційної води. Під впливом азотних добрив сильно збільшується врожай, а, отже, і витрати води на транспірацію, а удобрення сприяють зниженню втрат азоту від вимивання.

Фосфор. Загальна кількість фосфору в верхньому шарі ґрунту становить від 0,02 до 0,2 %, близько половини його знаходиться в органічній формі. Мінералізується фосфор значно менше, ніж азот. Іон фосфору в ґрунті нерухомий, він або поглинається, або осаджується. Вимивання фосфорної кислоти із орного шару ґрунту і поступлення її в ґрунтові води незначне.

Так, в дослідженнях М. А. Гобрицької, на темно-сірому ґрунті при внесенні 120 кг/га P_2O_5 в лізометричних водах були виявлені лише сліди фосфору [10]. До такого ж результату призвели 35-річні лізометричні досліді і в ряді закордонних країн [14, 63, 89].

Відчутні втрати фосфору добрив в ґрунті можуть відбуватись на крупнозернистих піщаних ґрунтах і в тому випадку, коли разом з фільтраційною водою вимивається ілиста фракція, при цьому втрати фосфору досягають 15 кг/га (табл. 23) [10, 38].

Із збільшенням кількості опадів зростає вміст фосфатів в промивних водах. Так, в 194 і 210 м³ лізометричних вод містилось 8 кг P_2O_5 в 234 м³ – 10 і в 239 м³ – 12 кг P_2O_5 [29, 33, 65].

Таким чином, вимивання фосфору з фільтраційною водою не становить небезпеки для забруднення навколишнього середовища. Втрати його можуть мати місце на крупнозернистих піщаних

грунтах з невисоким вмістом глинистих частинок і внаслідок цього невисокими адсорбційними властивостями.

Таблиця 23 – Вимивання фосфору на різних за гранулометричним складом грунтах (Терещенко К. П. і ін., 1984)

Грунт	рН	Вимивання P_2O_5 , кг/га в рік		
		Без добрив	НРК	Гній+НРК
Глинистий	7	4,9	–	4,9
Середньо суглинковий	4	5,4	4,0	3,6
Піщаний	4	7,6	7,8	7,4
Піщаний	7	9,6	12,2	12,8

4.7. Вимивання з ґрунту калію, кальцію і магнію

Калій міститься в ґрунті або в формі ґрунтового розчину, або сорбується на мінералах глинок і тим самим захищається від вимивання.

В країнах Західної Європи 60–70 % втрат калію від вимивання на суглинистому ґрунті припадає на зимовий період, в той час, як на піщаному ґрунті вони досить рівномірні протягом року.

При достатньо високій адсорбційній здатності ґрунтів втрат калію не відмічено. На суглинистих грунтах вимивання калію незначне – від 7 до 9 кг/га в рік при концентрації калію в промивних водах від 2 до 3 мг/л. На піщаному ґрунті втрати калію були суттєво вищими – 28 кг/га в рік, при відносно високому вмісті його в дренажних водах (6–7 мл/л) [5, 6].

Рослинний покрив, як правило, не суттєво впливає на втрати калію добрив [106, 136]. Вимивання калію не залежить і від строку внесення калійних добрив (навесні, восени або подвійної дози за два роки) [106].

Кальцій в хімічному складі лізометричних і дренажних вод переважає над іншими катіонами. В нечорноземній зоні вимивання його із орних земель коливається в межах 60–221 кг/га [10]. У Литві і на дренажних до глибини 1 м грунтах дефільтрація кальцію за три роки становила під кукурудзою 238 кг/га [14]. За даними

німецьких дослідників, вимивання CaO становило 231–238 кг/га [110], при цьому втрати збільшувалися відповідно з запасом кальцію в ґрунті і з біологічною активністю в ґрунті. Фізіологічні кислі добрива суттєво підвищували вимивання іона Ca із ґрунту. На піщаних ґрунтах втрати кальцію становили 374 кг Ca /га і були дещо вищими, ніж на звичайному суглинку (325 кг/га). У невегетаційний період року на піщаному ґрунті вимивалось 51 % кальцію, на суглинистому – 73 % [100, 106].

Втрати кальцію з фільтрацією залежать від культури, якою зайнято поле. Наприклад, під ячменем в лізометричній воді містилось на супіщаному ґрунті 112 мг/л кальцію, на суглинистому 209 мг/л. При вирощуванні ярої пшениці і картоплі вміст кальцію у фільтруючій воді становив відповідно 21,5 і 47,5 мг/л [100, 110].

Магній втрачається в кількостях приблизно в 10 разів менших, ніж кальцій. Із дерново-карбонатних і дерново-глієвих ґрунтів Естонії магнію вимивалось 7,4 кг/га, із дерново-підзолистого супіщаного – 53, із суглинистого – 30 кг/га [14]. За даними французьких вчених, щорічні втрати магнію з дренажними водами становили на ділянках без рослинного покриву – 39 кг MgO /га, з рослинним покривом – 30 кг MgO /га [100, 106].

Застосування мінеральних добрив на дерново-підзолистих ґрунтах Білорусії в дозах $\text{N}_{170}\text{P}_{170}\text{R}_{170}$ збільшувало втрати магнію з лізометричними водами з 6,6 до 13,8 кг/га. Внесення ще більш високих доз ($\text{N}_{340}\text{P}_{340}\text{R}_{340}$) збільшувало втрати магнію на піщаному ґрунті до 35,6 кг/га, а на суглинистому до 25,9 кг/га [10, 14, 106, 110].

Застосування мінеральних добрив значно збільшує втрати кальцію і магнію з інфільтраційними водами, що вимагає додаткового вапнування ґрунту. Внаслідок інфільтрації в ґрунтові води може попадати до 90 % внесеного кальцію і магнію.

4.8. Втрати інших компонентів добрив

Забруднення навколишнього середовища і, зокрема, водоймищ, відбувається також внаслідок вимивання хлору. При внесенні в ґрунт 60 кг K_2O у формі хлористого калію рослинами

поглинається близько 10 кг/га хлору, а залишок в кількості 50 мг/га вимивається в ґрунтові води. При кількості опадів 500 мм створюється концентрація хлору 10 мг/л, що в 4 рази менше, ніж в прісній воді. При більш високих дозах добрив концентрація хлору в інфільтраційній воді може зростати. Із хлористого амонію вимивається до 90 % хлору, а із хлористого калію – 70 %.

Встановлено, що із дерново-підзолистих ґрунтів вимивається 112,6 г/га марганцю, із дерново-карбонатних – 20,2 г/га [10, 100]. Деякі дослідники вважають, що величина втрат марганцю суттєво залежить від рН ґрунту. Так, вимивання марганцю із різних ґрунтів за умов річних опадів 700 мм коливалось від 370 г на вапнованому підзолистому ґрунті до 112,5 кг/га на кислому ґрунті. При рН вище 5,8 марганець із добрив не вимивається [106]. За даними інших авторів, застосування мінеральних добрив сумісно з вапнуванням збільшило вимивання марганцю з 4,9 до 27,8 кг/га.

Сірка вимивається, в основному, у вигляді сульфат-іона у більшій кількості, ніж хлор. Особливо сильне вимивання відстежувалось на кислих і нейтральних ґрунтах, де за 15-річними даними в ґрунтові води попадало приблизно 200–300 кг/га SO_4 в рік [147, 148]. Приблизно такі ж дані наводять і вчені з Німеччини. На піщаному ґрунті вимивалось 363 кг/га SO_4 в рік, на карбонатному суглинку – 349 і на суглинку – 361 кг SO_4 /га в рік, при цьому на піску до 55 % сірки вимивається зимою, а на суглинках – до 78–79 %. За даними ряду вчених [10, 11], із ґрунту вимивається ряд мікроелементів у такому порядку: $\text{Mn} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Mo}$. Дещо інший порядок відзначено на дерново-підзолистому ґрунті – $\text{Mg} > \text{Ca} > \text{B} = \text{Mo} > \text{Co}$ і на дерново-карбонатному і дерново-глейовому – $\text{Cu} > \text{B} > \text{Mn} > \text{Mo} > \text{Co}$ [110].

4.9. Газоподібні втрати азоту добрив

Сьогодні з використанням ^{13}N встановлено значні втрати азоту в газоподібному вигляді.

Наприклад, на дерново-підзолистих ґрунтах, за даними В. К. Михновського, щорічні необліковані втрати азоту на фоні 10 т/га гною і по 40 кг/га NPK склали: на чистому пару – 126 кг/га, на вико-вівсяному пару – 38, під озимою пшеницею – 3,68, під вівсом – 76, під картоплею – 70 кг/га [34].

Із даних таблиці 24 видно, що середні втрати на дерново-підзолистих ґрунтах складають 30 % (24 досліді) на сірих лісних ґрунтах – 21 (3 досліді) і на чорноземах – 27 % (3 досліді). В пару втрачалось 58 % азоту добрив. Середні необліковані втрати у польових дослідях дещо вищі, ніж у вегетаційних. За даними В. Н. Макарова і ін., в польових умовах необліковані втрати складають 27 % (37 дослідів), у вегетаційних дослідях – 22 % (35 дослідів).

Азот із добрив випаровується в результаті виділення із ґрунту аміаку і виділення окислів азоту в процесі нітрифікації і внаслідок денітрифікації [20].

Виділення аміаку із внесених добрив практично не досягає великих розмірів. Воно може бути значним при поверхневій або неглибокій заробці добрив (особливо сечовини і безводного аміаку) на карбонатних і інших лужних ґрунтах.

Виділення аміаку спостерігається протягом перших трьох тижнів після внесення добрив. Із збільшенням вологи виділення аміаку збільшується. Газоподібні втрати азоту можливі і в результаті першої фази нітрифікації при перетворенні амонію в нітрати. Ці втрати мають ту ж саму природу, що і денітрифікація.

Азот випаровується, в основному, в процесі денітрифікації – відновлення нітратів. Розрізняють біологічну і хімічну редукцію нітратів. Перша викликається великою групою факультативних анаеробів, друга відбувається, в основному, на кислих ґрунтах і пов'язана з різноманітними перетвореннями нітратів [36].

Таблиця 24 – Невраховані втрати азоту добрив, мічених ^{13}N (за даними польових дослідів), (Б. Н. Макаров, 1974)

Ґрунт	Форма добрив	Культура	Втрати, % від внесеного	Джерело	Число дослідів
Дерново-підзолистий	Na	пар	49	49	0
	Na	овес	48	18	1
	Na	яра пшениця	17	19	1
	Na	льон	40	49	1
	Na	картопля	38	49	1
	Na	ячмінь	17	9	1
	Na	ячмінь	22	15,34	2
	Na	яра пшениця	25	23	1
	Na		28	–	9
	N _М	овес	25	49	1
	N _М	ячмінь	30	34	2
	N _М	яра пшениця	21	23	1
В середньому	N _М		24	–	4
	N _С	яра пшениця			
		льон, картопля	47	49	3
	N _С	пар	67	49	1
	N _{СКЦ}	ячмінь	27	9	1
	N _{СКЦ}	ячмінь ярий			
		пшениця	38	23	3
	N _{aa} N _{aa}	овес	19	22	2
Середнє			30	–	23
Сірі лісові (середнє)	N _{СК} N _{СКН}				
Чорнозем (середнє)	N _{aa}	овес	21	20	3
	N _{СК} N _М				
	N _{aa}		27	31,60	3

Примітка: N_a – сульфат амонію, N_M – мочевина, N_C – натрієва селітра, $N_{СК}$ – калійна селітра, $N_{СКЦ}$ – кальцієва селітра, N_{aa} – аміачна селітра, $N_{ва}$ – водний аміак.

В процесі біологічної денітрифікації проходить поетапне перетворення нітратів мікроорганізмами до різних газоподібних продуктів. При цьому виділяється енергія, необхідна для існування самих мікроорганізмів. Раніше вважалося, що цей процес проходить тільки при дефіциті кисню в сильно зволжених умовах. Однак на даний час встановлено, що в аеробних умовах цей процес протікає доволі інтенсивно. Це пов'язано з особливістю ферментних систем мікроорганізмів і з ґрунтовими умовами, оскільки в кожному ґрунті є мікрозони з низьким окислювально-відновлювальним потенціалом, сприятливим для денітрифікації.

Азот втрачається, як правило, у форматі газоподібного азоту N_2 і закису азоту N_2O . Частина азоту також може випаровуватись в фоні окису (NO) і двоокису (NO_2).

Виділення газоподібних сполук азоту залежить від температури повітря і вологості ґрунту. В. Н. Макаров описує дослід, де при збільшенні температури з 10 до 30° газоподібні втрати збільшувались майже удвічі [40, 41, 42].

На газоподібні втрати азоту суттєво впливає глибина заробки добрив. В дослідях на дерново-підзолистому ґрунті було встановлено, що при заробці добрив на глибину 15 см втрати азоту були майже в 2 рази меншими, ніж при заробці на глибину 5 см. Це можна пояснити як меншою інтенсивністю нітрифікації у 15-сантиметровому шарі, так і більшим поглинанням (порівняно з 5-сантиметровим шаром) газів. Аналогічні результати отримані в дослідях на звичайних чорноземах [11, 100].

Газоподібні втрати N_2 , N_2O і NO_2 мають місце протягом вегетаційного періоду, однак більша частина азоту добрив втрачається протягом 30 днів з моменту внесення. Це відбувається, в основному, через недостатньо розвинену фітомасу рослин, а, отже, і через їх поглинаючу здатність на початку вегетації.

Газоподібні втрати спостерігаються також при внесенні ґною в якості добрива. При розкиданні ґною в пару випаровувалось 7,3 % від загальної кількості азоту, який міститься в ґною, на луках – 21,5 %. Із збільшенням норми добрив збільшуються і втрати азоту: при внесенні 15 т/га ґною втрати склали 2,39 кг N/га, при дозі 30 т/га – 11,7 кг N/га. Заорювання ґною на 8–10 см знизило втрати на 25,5 %, а при заробці на повну глибину оранки втрати дорівнювали нулю (табл. 24).

Для зниження газоподібних втрат азоту необхідно використовувати агротехнічні і хімічні заходи, глибоку заробку добрив, приближувати строки їх внесення до часу посіву, вносити переважно форми, які не містять нітратів, а також застосувати повільно діючі добрива і інгібітори нітрифікації.

РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З ВОДНОЮ І ВІТРОВОЮ ЕРОЗІЄЮ ҐРУНТІВ

5.1 Організаційно-господарські заходи

Велике значення в боротьбі з водною і вітровою ерозією ґрунту має правильне розміщення сільськогосподарських культур і угідь. При цьому враховують рельєф, експозицію схилів, стан і ступінь змитості ґрунту, потенційну небезпеку проявлення водної ерозії, протиерозійні властивості культурних рослин. Організація протиерозійних заходів запобігає розвитку ерозійних процесів, забезпечує раціональне використання земель і підвищення родючості ґрунту. Найкращого захисту ґрунту від ерозії можна досягнути за умови впровадження в господарстві ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території, яка охоплювала б весь водозбірний басейн господарства.

Головним завданням протиерозійної організації території – створення каркасу протиерозійного комплексу з органічним їх поєднанням між собою, з природними умовами і характеристиками використання кожної конкретної земельної ділянки. Протиерозійну організацію території здійснюють у такій послідовності: розподіл земельних фондів за інтенсивністю використання (розміщення водорегулювальних смуг, посилених канавами і валом – дорогою, на межах переходу одного фонду в іншій); організація сівозмін на виділених фондах; розміщення полів сівозмін, лісосмуг між полями та всередині них, робочих ділянок усередині полів, мережі польових доріг та польових станів.

5.2. Основні принципи організації території

Планово-організаційною основою, яка об'єднує і взаємопов'язує всі системи землеробства в одне ціле, є науково-обґрунтована організація – територія господарства із всіма його угіддями: ріллею, природними сіножатями і пасовищами (луками), лісними масивами, одними басейнами, дорожньою мережею, виробничими побудовами і іншими об'єктами.

Відповідно до існуючого земельного законодавства, організація території господарств і сільськогосподарських підприємств здійснюється в порядку їх внутрігосподарського землевпорядкування, в тому числі, і з метою захисту ґрунтів від ерозії, і проводиться в порядку міжгосподарського землевпорядкування.

ННЦ «Інститут землеробства НААН» та іншими науковими установами запропоновано поділяти орні землі, залежно від крутизни схилів, еродованості ґрунтів і інтенсивності використання в системі сівозмін, на три технологічні групи.

До першої групи відносять ділянки ріллі, які знаходяться на схилах крутизною до 3° з нееродованими ґрунтами, якісний стан яких (гранулометричний склад, відсутнє перезволоження, засолення, кам'янистість і ін.) дозволяє вирощувати на них всі районовані культури, в т. ч. просапні. Ці ділянки відводять під сівозміни з просапними культурами.

До другої групи відносять ділянки ріллі, розміщені на схилах $3\text{--}7^\circ$ з перевагою середньозмитих ґрунтів (при наявності незначних площ слабо- і сильнозмитих ґрунтів, а в окремих випадках і незмитих). Їх використовують під зерно-трав'яні сівозміни без просапних культур [25].

До третьої групи відносять ділянки ріллі на схилах більше 7° з перевагою сильнозмитих ґрунтів, які необхідно використовувати під суцільне залуження.

По межах між першою та другою, а в окремих випадках – між другою та третьою технологічними групами земель встановлюють лінійні межі у вигляді валу-дороги, водорегулюючого валу, валу-тераси, лісополоси у поєднанні з лісосмугою.

Лінійні межі розміщують з максимальним приближенням до напрямку горизонталей. На сильнохвилястих схилах, а також при пересіченні мікропонижень лінійні межі доцільно розміщати так, щоб градуси повороту не перевищували: на землях першої технологічної групи – 60 м, другої – 30, і третьої – 15 м.

Протяжність ліній межі вздовж схилу залежить від його крутизни, типу ґрунтів і господарського використання ділянки (табл. 25).

Таблиця 25 – Допустима довжина ліній току по робочому нахилу, м (Примак І. Д. і ін., 2001)

Агрофон	Крутизна на схилу	Довжина лінії току		
		Групи ґрунтів		
		1	2	3
Чистий пар	0,5	101	204	263
Цукрові буряки	1	63	125	175
Кукурудза на зерно	2	43	83	120
	3	36	74	102
Озимі та ярі зернові, зайнятий пар	0,5	207	416	577
	1	127	256	355
	2	83	176	244
	3	75	150	208
	5	64	129	178
	7	60	119	165

Примітка: До першої групи відносяться дерново-підзолисті і сірі лісові ґрунти; до другої – чорноземи звичайні вилугувані, опідзолені і південні, темно-каштанові ґрунти; до третьої – чорноземи типові глибокі.

5.3. Сівозміни на еродованих ґрунтах

Сівозміна – це науково-обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур і парів у часі та на території господарства, або тільки у часі на одному полі. У кожній сівозміні здійснюється система обробітки та удобрення ґрунту, що забезпечує підвищення його родючості і врожайності сільськогосподарських культур. Раціональне чергування культур – це спосіб регулювання вмісту органічної речовини в ґрунті, захід для підтримання і поліпшення фізичних та хімічних властивостей, потрібних для боротьби з бур'янами та шкідниками сільськогосподарських культур. Основою сівозміни є певна структура посівних площ, яка

визначається спеціалізацією господарства, його ґрунтово-кліматичними та організаційно-господарськими умовами.

Багаторічними дослідженнями, які провели вчені в Україні і за кордоном, було встановлено, що врожай більшості польових культур під час вирощування їх у сівозміні підвищується у 1,5–2 рази, порівняно з беззмінними культурами [26, 39].

Одним із важливих джерел поповнення органічної речовини на еродованих землях є вирощування проміжних посівів, здатних значно поліпшувати родючість цих ґрунтів.

Про значення проміжних посівів у збагаченні ґрунту на органічну речовину можна судити із результатів дослідження (Дяченко М. І., 1989) із вивчення впливу цих посівів на названу проблему (табл. 26).

Із наведених даних таблиці 26 видно, що проміжні посіви (конюшина, пшениця озима, кукурудза, горох, ячмінь + конюшина, люпин) нагромадили 332,5 ц/га пожнивних решток, що, порівняно з цими самими культурами, які були вирощені як основні посіви, було більшим на 37,2 ц/га.

При організації сівозмін на еродованих землях необхідно враховувати протиерозійну стійкість сільськогосподарських культур та передбачити їх включення в структуру посівних площ. Із результатів багаточисленних досліджень відомо, що ґрунтозахисна роль окремих культур в сівозміні на схилових землях неоднакова. Так, наприклад відомо, що найбільшою ґрунтозахисною здатністю володіють багаторічні трави, особливо бобово-злакові травосумішки. На другому місці по цьому показнику стоять озимі культури, на третьому – ярі колосові, які послаблюють ерозійні процеси з другої половини весни до збирання врожаю. На посівах просапних культур ерозія з'являється від зливових дощів, які можливі протягом всієї вегетації. Найбільш ерозійно небезпечний фон створюється на чорному парі, де, починаючи з осені до посіву озимих в наступному році, ґрунт не захищений ні рослинами, ні їх рештками [72, 100, 103, 104].

Таблиця 26 – Вміст повітряно-сухих рослинних решток у ґрунті після вирощування проміжних культур за 1978–1982 рр. (Дяченко М. І., 1989)

Культура	Рослинні рештки (корені + стерня)	
	ц/га	% до загальної біомаси
1	2	3
Без проміжних культур		
Конюшина	58,6	41,8
Пшениця озима	46,3	35,7
Кукурудза	49,4	34,4
Горох	31,6	38,0
Ячмінь ярий + конюшина	47,4	34,3
Люпин жовтий	62,0	44,3
Разом	295,3	—
З проміжними культурами		
Конюшина	57,3	41,3
Пшениця озима + пожнивна кукурудза	57,8	29,4
Кукурудза + гарбуз	61,6	30,9
Горох + пожнивна кукурудза	48,9	31,7
Ячмінь ярий + конюшина	47,9	34,0
Люпин жовтий пожнивний після жита озимого	58,9	42,0
Разом	332,5	—

Дослідження, проведені в Правобережному Лісостепу показали, що змиву ґрунту під багаторічними травами практично не було. В той час, як під зерновими культурами втрати ґрунту протягом років коливались від 178 кг до 8–10 м³/га. На посівах озимої пшениці ерозійні процеси спостерігались тільки в роки з глибоким промерзанням ґрунту, а також при наявності великого

снігового покриву. На Хмельницькій обласній сільськогосподарській дослідній станції на схилі крутизною 6–8° на чорноземі опідзоленому середньозмитому за сім років змив ґрунту під окремими культурами, в середньому, становив: під багаторічними травами першого року користування – 1,1, озимої пшениці – 8,9, горохом – 9,4 і під кукурудзою на зерно – 53,2 м/га. На основі проведених даних можна зробити висновок, що ґрунтозахисна ефективність сівозміни знижується з підвищенням площі просапних культур і, навпаки, збільшується при насиченні її травами [102, 104, 105].

На підставі вищенаведеного можна вважати, що на рівних площах землекористування сівозміни можна насичувати інтенсивними культурами у 6–7-пільних сівозмінах.

На схилових землях з крутизною 2–3° є можливість застосовувати інтенсивні зерно-трав'яні сівозміни, які забезпечують не тільки максимальну продуктивність, але й добрий захист ґрунту від ерозії. Орієнтовні схеми таких сівозмін на сірих, темно-сірих ґрунтах і на чорноземах опідзолених можуть бути:

I. 1–2 – багаторічні трави, 3 – озима пшениця, 4 – ячмінь + трави;

II. 1–2 – багаторічні трави, 3 – озима пшениця, 4 – тритикале + буркун, 5 – буркун, 6 – озима пшениця + трави;

III. 1–2 – багаторічні трави, 3 – озима пшениця, 4 – однорічні трави, 5 – озима пшениця, 6 – ячмінь + трави.

На сильно еродованих схилах, де ускладнено виконання основних технологічних операцій навіть на посівах зернових культур, доцільно для довготривалого залуження використовувати високопродуктивні бобово-злакові травосумішки з коротким польовим періодом (один-два роки в 5–7 років). Застосована схема цієї сівозміни може мати такий вигляд:

I. 1–3 – багаторічні трави, 4 – озима пшениця + трави;

II. 1–4 – багаторічні трави, 5 – озима пшениця, 6 – ячмінь + трави;

III. 1–4 – багаторічні трави, 5 – озима пшениця + буркун, 6 – буркун, 7 – озима пшениця.

Спеціалізація і концентрація сільськогосподарського виробництва вимагають постійного удосконалення структури посівних площ. При визначенні оптимальної структури ґрунтозахисних сівозмін, крім факторів інтенсифікації, необхідно враховувати фактори захисту ґрунту від водної і вітрової ерозії та забезпечення розширеного відтворення ґрунтової родючості. Впровадження схем сівозмін по зонах України повинні забезпечувати захист ґрунтів 1-ої групи – на 65 %, 2-ї – на 75 і 3-ї – на 85 %. Науково-обґрунтована структура посівних площ – це правильно збалансоване співвідношення культур в сівозміні, які забезпечують в конкретних ґрунтово-кліматичних і економічних умовах господарства максимальний вихід продукції з одиниці площі при найменших затратах праці і засобів. Структура посівних площ залежить від характеру спеціалізації господарства. Основою для її визначення є державне замовлення на продаж сільськогосподарської продукції і необхідність утворення внутрішньогосподарських фондів (насіння, фуражу, кормів і т. п.). Структуру посівних площ сівозміни оцінюють по виходу кормових одиниць, перетравного протеїну, кормових або умовних зернових одиниць на 100 га посівної площі.

При розрахунках в кормо-протеїнових одиницях (співвідношення кормових одиниць до протеїну) на 1 к. од. беруть 100 перетравного протеїну, як 10:1 і користуються такою формулою:

$$O = \frac{Y(K+10\Pi)}{2};$$

де O – кормо-перетравних одиниць, ц/га;

Y – урожайність сільськогосподарських культур, ц/га;

K – вміст кормових одиниць в 1 ц корму, ц;

Π – вміст в 1 ц корму перетравного протеїну, ц.

Якщо в розрахунках на 1 к. од. беруть 110 г перетравного протеїну, як 9:1, то вихід к. од. визначають за формулою:

$$O = \frac{Y(K+9\Pi)}{2}.$$

Окремої уваги заслуговують проміжні культури при їх насиченні у зерно-трав'яних сівоzmінах. Так, вирощування проміжних культур у сівоzmінах відіграє значну роль у поліпшенні балансу поживних речовин, агрофізичних властивостей еродованих ґрунтів та позитивно впливає на продуктивність ланок і сівоzmіни в цілому. Дослідженнями М. І. Дяченко встановлено позитивний вплив проміжних культур на агрегатний склад орного шару ґрунту. Так, в ущільненій сівоzmіні структурні частинки ґрунту розміром 10–11 мм навесні становили 44,8 %, восени – 50,7, а розміром 1–0,25 мм – 18,6 і 19,7 %. У сівоzmіні без проміжних культур частинок ґрунту розміром 10–11 мм було 39,7 і 42,9 % відповідно.

Окремо слід відзначити поживний посів кормового люпину після жита озимого, який забезпечив нагромадження 58,9 ц/га поживних рослинних решток, що на 31,1 ц/га менше, ніж від основного посіву цієї культури, але значно більше, ніж від всіх окремо названих культур основного посіву [101].

При освоєнні ґрунтозахисних сівоzmін необхідно враховувати протиерозійну ефективність різних культур (табл. 27).

Багаторічні трави найнадійніше захищають ґрунт від водної ерозії. Протиерозійна ефективність просапних культур дуже низька, і їх розміщують на пологих схилах крутизною 1–1,5°. У Лісостепу, в протиерозійних (на легкосуглинкових, слабозмитих ґрунтах) сівоzmінах 3–5 полів відводять під багаторічні трави, 1–2 – під зернові культури, включаючи також однорічні трави. Наприклад, 1–4 – багаторічні трави, 5 – озима пшениця, 6 – кукурудза (вирощування смугами), 7 – однорічні трави і ярі зернові з підсівом багаторічних трав.

У зоні Полісся сільське господарство північних районів характеризувалося розвиненим льонарством у поєднанні з картоплярством і виробництва зерна. Господарства південних районів зони спеціалізувались на вирощуванні цукрових буряків, пшениці, ячменю і зернобобових культур; тваринництво у них мало м'ясо-молочний напрям.

Таблиця 27 – Протиерозійна ефективність різних культур (Безручко І. Н., Мельчевська Л. Я., 1990)

Сільськогосподарські культури і пар	Коефіцієнт ерозійної небезпеки
Чистий пар	1,0
Кукурудза на зерно, буряки	0,85
Кукурудза на зелений корм і силос, соняшник, картопля	0,75
Ярі зернові	0,50
Горох, вика	0,35
Озимі	0,30
Багаторічні трави	
першого року використання	0,08
другого року використання	0,03
третього року використання	0,01

На дерново-підзолистих ґрунтах зони слід запроваджувати сидеральні сівозміни, насичені проміжними культурами; на супіщаних дернових, карбонатних та лучно-карбонатних ґрунтах – зерно-трав'яно-просапні – кормові зерно-трав'яні.

На дерново-підзолистих піщаних суглинкових ґрунтах колишня Волинська обласна дослідна станція рекомендувала вводити таку чотирипільну сівозміну: 1 – поле-багаторічні трави, вика озима і яра на зерно; 2 – озимі на зерно, просо + післяжнивні посіви; 3 – цукрові буряки, кормові коренеплоди, кукурудза; 4 – ярі колосові з підсівом багаторічних трав; 5 – озимі на зелений корм з післяжнивними і післяжнивними посівами, гречка.

Усі польові сівозміни проектують обов'язково враховуючи баланс гумусу й те, що найбільше його мінералізується при утриманні ґрунту під чорним паром і просапними культурами, які потребують великої кількості механічних обробітків, менше – під

культурами звичайної рядкової сівби, а найменше – під багаторічними травами (табл. 28).

Таблиця 28 – Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток в орному шарі чорнозему типового і середньорічні розміри мінералізації гумусу під різними культурами (Примак І. Д. і ін., 2001)

Культура	Коефіцієнт гуміфікації	Мінералізація гумусу за рік, т/га
Цукрові буряки	0,10	1,59
Картопля	0,13	1,61
Соняшник	0,14	1,39
Кукурудза на силос	0,17	1,47
Озима пшениця	0,20	1,35
Кукурудза на зерно	0,20	1,56
Ячмінь	0,22	1,23
Горох	0,23	1,50
Люцерна	0,25	0,60

Запаси гумусу в ґрунті поповнюються за рахунок рослинних решток (коренових, післяукісних і післяжнивних) сільськогосподарських культур і внесення органічних добрив. Серед вирощуваних культур найбільше органічної речовини у ґрунті залишають багаторічні трави, менше – зернові культури звичайної рядкової сівби, найменше – просапні, особливо буряки й картопля.

Доведено, що при збільшенні площі під просапними культурами у структурі посівних площ і сівозміни на 10 % щорічні втрати гумусу зростають на 0,2–0,4 т/га. У сівозмінах з травами і проміжними посівами однорічних трав та сидератів бездефіцитного балансу гумусу можна досягати при внесенні значно менших доз органічних добрив, а в зерно-трав'яних і кормових, де частка трав становить понад 40 %, навіть без додаткового їх внесення. Розрахунки показують, що одне поле багаторічних трав за дією на

гумусовий баланс відповідає дії 9–10 т ґною при внесенні його в парове поле.

5.4. Смугове розміщення сільськогосподарських культур на еродованих землях

Для посилення ґрунтозахисної ролі сівозмін за інтенсивних процесів водної або вітрової ерозії в системі заходів КМЗ культури потрібно розміщувати смугами. Як захід боротьби з ерозією, смугове розміщення культур відоме давно. Протиерозійна дія його полягає в розпиленні стоку талих і зливових вод з наступною кольматацією продуктів змиву. Для зменшення змиву ґрунту потрібно застосовувати культури суцільного посіву. Вони здатні також зменшувати швидкість руху води у ґрунті і повітря у стеблостій.

Ґрунтозахисні особливості смугового розміщення посівів сільськогосподарських культур полягають у тому, що при чергуванні на полях розрізних агрофонів створюються умови для постійного скорочення лавинного ефекту дії ерозії. При смуговому розміщенні посівів швидкість повітряних потоків в приземному шарі зменшується на 20–25 %, а сконцентровані (на відкритих фонах) потоки рідкого стоку зосереджуються між рослинами. Культури суцільного способу сівби захищають поверхню ґрунту від ударів дощових крапель і повітряних потоків.

Цей ґрунтозахисний захід має, порівняно з звичайними посівами, наступні переваги: висота снігового покриву збільшується на 25–35 %; запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту збільшується на 10–18 мм і більше; температура приземного шару повітря (на висоті 1 м) на 1–1,7° менша, а відносна вологість його – на 1,9–8,8 абсолютних відсотків вища; температура ґрунту на 0,8–2,5° нижча; на 17–21 % збільшується ґрунтозахисна ефективність сівозміни; врожайність сільськогосподарських культур підвищується в середньому на 21 %.

При виборі чергування смуг треба враховувати показники ерозійної небезпеки різних культур. Так, коефіцієнт ерозійної небезпеки чистого пару становить 1, просапних культур – 0,75–0,8, ярих зернових – 0,35–0,5, озимих – 0,3, багаторічних трав – 0,08–0,01, у тому числі першого року використання – 0,08, другого – 0,03, третього – 0,01.

Для розміщення сільськогосподарських культур смугами потрібно, щоб частина кожного поля була вкрита рослинністю, або стерньовими рештками культур суцільного способу сівби, які запобігатимуть утворенню струминних і буроземно-струминних вимоїн, зменшуватимуть або припинятимуть змивання ґрунту, запобігатимуть виникненню лавинних ефектів під час пилових бурь. У таких смугах опади затримуються, розподіляються між рослинами і краще поглинаються. У зимовий період таке розміщення культур сприяє нагромадженню і рівномірному розподілу снігу на схилі, що створює сприятливі умови для росту і розвитку рослин по всій площі поля.

Смугове розміщення посівів не вимагає спеціальної техніки і серйозних змін в агротехніці вирощування сільськогосподарських культур. При розбивці поля на смуги необхідно детально вивчити його рельєф і якщо є пониження, або промоїни, по яких скидається велика кількість рідкого стоку, їх необхідно відвести під залуження. Цей захід дозволяє, певною мірою, випрямити межі смуг, що забезпечує поліпшення умов для роботи сільськогосподарських машин і знарядь.

На рельєфній місцевості культури розміщують смугами, відповідно до розроблених і винесених в натуру проєктів. Як правило, смуги розміщують на схилах крутизною понад 3° у ґрунтозахисних сівозмінах. Довгі межі смуг розміщують у напрямі горизонталей, або перпендикулярно до напрямку ерозійних процесів. У зоні достатнього зволоження, де смуги повинні сприяти ерозійно безпечному відведенню води з полів борознами, їх розміщують під кутом $2\text{--}3^\circ$ до напрямку горизонталей.

При смуговому землеробстві дуже важливо уникнути великої концентрації стоку вздовж проїжджих місць. З цієї метою дороги планують ступінчасто, або насипають поперек пологі вали висотою 30–40 см, шириною у основи 10–15 см.

Найбільш прийнятні для смугового розміщення посівів прямі й увігнуті схили, де межі смуг розміщують у вигляді прямих, або кривих паралельних ліній, максимально наближених до напрямку горизонталей місцевості. На складних схилах із сильно розвиненими ерозійними процесами передбачають контурно-смугове розміщення.

Дослідження, проведені Донецькою протиерозійною станцією в 5-пільній ґрунтозахисній сівозміні (поле 1 – кукурудза на зелений корм + еспарцет, 2 – еспарцет, 3 – озима пшениця, 4 – кукурудза на силос, 5 – озима пшениця) на схилах 3–7°, показали, що смугове розміщення культур в поєднанні з ґрунтозахисними заходами механічного обробітку (ґрунтопоглиблення, щільювання і плоскорізний обробіток) забезпечує істотне зменшення змиву ґрунту. За ротацію сівозміни сумарний стік і змив ґрунту при смуговому розміщенні культур становили відповідно 82 м³ і 1,5 т/га, тоді як при суцільному – 625 м³ і 18,8 т/га відповідно. Зменшилися удвічі втрати поживних речовин. За 5 років запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–150 см збільшилися на 122 мм, порівняно із розміщенням культур за традиційною технологією.

При смуговому розміщенні важливе значення надається правильному підбору ширини смуг. На підставі результатів досліджень С. С. Соболева (1961), В. Н. Полупанова (1985) відомо, що ширина смуг має бути меншою за критичну довжину схилу, забезпечувати достатнє розсіювання і затримання стоку, кольтатацію змитого ґрунту, а також зменшення швидкості вітру у приземному шарі, бути тодіковою по всій довжині та забезпечувати ефективне використання сучасних

високопродуктивних машин і знарядь, які застосовують при вирощуванні сільськогосподарських культур [76].

Ширину смуг встановлюють залежно від гранулометричного складу, фільтраційної здатності та ерозійної стійкості, крутизни, довжини та форми схилу, ґрунтозахисної характеристики вирощуваних культур, напрямку вітрів, що зумовлюють пилові бурі і відхилення смуг від цього напрямку (табл. 29).

Таблиця 29 – Ширина посівних смуг залежно від крутизни схилу, види агрофону і ґрунтів, м (Примак І. Д. і ін., 2001)

Крутизна схилу, градуси	При чергуванні багаторічних трав з				Озимих і ярих зернових суцільного посіву з	
	чистим паром	просапними	ярими коло-совими	озимими зерно-вими	чистим паром	просапними
Суپیщані ґрунти						
1	75,6	75,6	75,6	151,2	67,2	75,6
2	75,6	75,6	75,6	151,2	67,2	75,6
3	58,8	75,6	72,0	151,2	50,2	67,2
4	42,0	50,4	72,0	122,6	33,6	50,4
5	25,2	42,0	57,6	93,6	—	33,6
6	—	33,6	43,2	72,0	—	25,2
7	—	—	36,0	57,6	—	—
Суглинкові ґрунти						
1	75,6	75,6	75,6	151,2	75,6	75,6
2	75,6	75,6	75,6	151,2	75,6	75,6
3	67,2	75,6	75,6	151,2	75,6	75,6
4	50,4	67,2	72,0	151,2	42,0	58,8
5	33,6	50,4	72,0	115,2	33,6	42,0
6	—	33,6	50,4	86,4	—	33,6
7	—	—	43,2	72,0	—	—

Оптимальну ширину смуг у кожному конкретному випадку встановлюють за найбільш ерозійно небезпечною культурою і

узгоджують з парною кількістю проходів посівних агрегатів для просапних культур [89, 95].

Сівбу проводять упоперек схилу або по горизонталях. Ефективними є вузькорядний і перехресний способи сівби. Сівба впоперек схилу зменшує втрати ґрунту в 2–3 рази. На еродованих землях рекомендується також сіяти ярі культури у більш ранні строки, порівняно з рівними площами, і збільшувати норму висіву насіння на 10 %.

Після плоскорізного обробітку сівбу проводять сівалками-культиваторами СЗС-2,1 або луцильниками-сівалками ЛДС-6. Ними одночасно обробляють ґрунт перед сівбою, вносять гранульовані добрива, сіють зернову культуру і коткують ґрунт у рядках. Сівба цими сівалками забезпечує зберігання на поверхні ґрунту до 45–60 % стерні, яка виконує захисну функцію. До агрохімічних заходів захисту ґрунтів від ерозії належать застосування органічних і мінеральних добрив. Внесення достатньої кількості органічних добрив припиняє процес зменшення вмісту гумусу в ґрунті, а потім сприяє збільшенню його вмісту.

Позитивний вплив добрив на врожайність сільськогосподарських культур і родючість ґрунту на еродованих землях зумовлений, насамперед, їх фітомеліоративною дією. Впливаючи на поживний режим, фізичні властивості й мікробіологічні процеси в ґрунті, органічні і мінеральні добрива сприяють наростанню надземної і підземної біомаси рослин [103, 105, 106].

Невід’ємним атрибутом ґрунтозахисного землеробства при використанні смугового розміщення сільськогосподарських культур на еродованих землях є застосування буферних смуг, хоча у практиці ґрунтозахисного землеробства буферні смуги застосовують рідко. Частіше їх практикують на схилах крутизною до 6°.

Буферні смуги створюють з багаторічних бобово-злакових травосумішок, рідше – з однорічних трав, озимих культур. У зимовий період вони добре затримують сніг, зменшуючи швидкість вітру у приземному шарі, а у весняно-літній – затримують і розпилюють стік, знижуючи його швидкість. Буферні смуги можуть бути тимчасовими і постійними.

Наукою та виробничою практикою доведено, що смугове розміщення культур підвищує врожайність зерна кукурудзи на 2–2,6 ц/га, колосових культур – на 2–3, коренеплодів цукрових буряків – на 40–45, бульб картоплі – на 30–40, зеленої маси вівса – на 25–30, сіна багаторічних трав – на 15–20 ц/га.

Отже, незважаючи на те, що смугове вирощування культур, або введення буферних смуг (розбивка, незручності з збиранням врожаю, обробіток посівів гербіцидами) пов'язане з клопіткою роботою, воно ефективно захищає ґрунт і сприяє підвищенню врожайності вирощуваних культур при незначних витратах на організацію цих робіт.

РОЗДІЛ 6. ГРУНТОЗАХИСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

6.1. Система обробітку ґрунту

Основою ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур є система обробітку ґрунту – один із найважливіших факторів регулювання її гумусового балансу, агрофізичних, біологічних і агрохімічних властивостей.

Система і способи обробітку ґрунту в сучасному землеробстві удосконалюються в декількох напрямках: мінімізація створення оптимальних агрофізичних параметрів кореневмісного шару, поліпшення водного режиму, боротьба з переущільненням або машинною деградацією ґрунту.

Провідне місце належить обробітку, який забезпечує створення ерозійно-стійкої поверхні ґрунту протягом всього циклу вирощування сільськогосподарських культур [7, 13, 16, 26].

Науково-дослідними установами країни розроблена і рекомендована до впровадження система обробітку ґрунту, яка базується на широкому застосуванні комплексу машин і знарядь безполицевого типу. Його переваги перед традиційним полицевим обробітком такі: змив ґрунту талими водами зменшується в 6–8 раз, а зливовими опадами – в 2–2,5 рази; видування дрібнозему зменшується в 10–11 раз; нагромадження вологи в осінньо-зимовий період зростає на 10–25 %; врожайність польових культур в звичайні і сприятливі роки не змінюється, в посушливі збільшується на 8–10 %; затрати праці зменшуються на 16–17 %; прямі експлуатаційні витрати скорочуються на 8–10 %; горючо-мастильних матеріалів зменшується на 20–26 %. В цей же час, в перші 2–3 роки спостерігається збільшення забур'яненості і потенційна небезпека появи захворювань і пошкодження рослин шкідниками.

Таким чином, при виборі системи обробітку ґрунту, як в польових, так і в ґрунтозахисних сівозмінах перевагу слід надати способам розпушення ґрунту без обороту пласта, що має суттєву перевагу перед оранкою. При цьому захист поверхні ґрунту від

ерозії і в післязбиральний період здійснюється рослинними рештками. Тому необхідно застосовувати плоскорізні знаряддя, комбіновані агрегати, чизелі, щілювачі, які зберігають на поверхні ґрунту післяжнивні рештки. Ефективність безполицевого обробітку зростає із збільшенням крутизни схилу. При відсутності в господарстві цих знарядь і з метою заробки органічних добрив в польових сівозмінах на схилах не більше 3° під просапні культури можна застосовувати оранку. Однак на схилових землях необхідно враховувати напрямок обробітку, оскільки сліди лап плоскорізів, борозди, зроблені плугом в напрямку ліній стоку, служать джерелом розвитку лінійної ерозії – промоїн і навіть ярів. Тому навіть на ділянках з відносно невеликим схилом (до 1°) систему обробітку ґрунту, сівбу доцільно провести в напрямку перпендикулярно стоку, тобто потрібно враховувати і рельєф місцевості [15, 16, 21, 23].

В сільськогосподарській практиці при прямолінійній нарізці полів не завжди є можливість обробляти впоперек схилу: на одній частині поля обробляють впоперек схилу, а на другій частині – вздовж, щоб максимально приблизити напрямок обробітку до поперечного.

При розробці ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур на схилах необхідно враховувати, що на інтенсивність ерозійних процесів впливає напрямок не тільки зяблевого обробітку, але й напрямок боронування, культивацій, лушення і навіть розміщення колій від коліс трактора і причіпних знарядь. Крім того, протиерозійна ефективність будь-якого обробітку ґрунту зберігається до наступного, від якого в подальшому залежить протиерозійний ефект.

На схилових землях одним із факторів, які впливають на ерозійні процеси, є також направлення сівби сільськогосподарських культур. При сівбі озимої пшениці, проведеній впоперек схилу, а також при перехресній втрати ґрунту зменшуються в два рази. На посівах ярих культур змив ґрунту за сівби впоперек схилу менший в три рази, порівняно з сівбою вздовж схилу [18, 21, 23].

Прямолінійна нарізка меж смуг в умовах складного рельєфу не відповідає сучасним вимогам ґрунтозахисного землеробства і боротьби з засухою.

Більш ефективною є контурна організація території, яка створює умови для проведення всіх технологічних операцій впоперек схилу. Рух агрегатів впоперек схилу поряд з ґрунтозахисною функцією сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню витрат горючого і собівартості механізованих робіт.

Якщо технологією підготовки ґрунту передбачено боронування, дискування або культивація в два сліди, другий – впоперек. Цей порядок руху агрегатів обов'язковий і при перехресній сівбі. Зяб культивують в один слід під кутом 10–15° до напрямку основного обробітку, просапні боронують до появи сходів під кутом 10–15° до напрямку сівби, а озимі і сходи просапних культур під кутом 20–30° по відношенню до рядків.

Залежно від кількості опадів, рельєфу, ґрунтового покриття, вирощуваної культури, ступеня позитивного впливу поперечного направлення обробітку ґрунту на зменшення стоку, ерозії і підвищення урожайності сільськогосподарських культур та інших факторів визначаються зональні умови.

На підставі узагальнених даних науково-дослідних установ і досвіду передових господарств зроблено висновок, що оранка на зяб впоперек схилу затримує в середньому 150–350 т/га води і зменшує змив ґрунту до 4 т/га [34, 36, 45, 47].

Серед агротехнічних і організаційно-господарських заходів, спрямованих на підвищення інтенсивності землеробства, важлива роль належить системі обробітку ґрунту.

Під системою обробітку розуміють сукупність науково-обґрунтованих заходів основного мілкого і поверхневого обробітків ґрунту, виконуваних у певній послідовності та в агротехнічні строки відповідно до ґрунтово-кліматичних умов для забезпечення найкращих умов росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Для встановлення системи обробітку ґрунту для кожного господарства необхідно враховувати його ґрунтово-кліматичні умови, напрям ведення господарської діяльності та спеціалізацію [28, 36, 49, 53].

При опрацюванні системи обробітку ґрунту для конкретної сівозміни враховують кліматичні умови, фізико-хімічні та інші властивості ґрунту, біологічні особливості культур, забур'яненість полів, внесення добрив тощо.

Дані науково-дослідних установ і передовий досвід господарств свідчать, що найвищої продуктивності культур у сучасних умовах можна досягти, застосовуючи в сівозміні систему різноглибинного обробітку ґрунту. У ній поєднуються глибокий, звичайний, мілкий та поверхневий обробітки ґрунту з використанням різних знарядь: полицевих, плоскорізних та інших, а також комбінованих агрегатів, які виконують за один прохід декілька операцій [12, 16, 26, 30].

Щоб відновити родючість ґрунту, створити і підтримувати в ньому сприятливі умови для росту і розвитку сільськогосподарських рослин, задовольнити їх потребу у воді, теплі, повітрі і поживних речовинах, ґрунт потрібно своєчасно і високоякісно обробляти.

З цією метою, відповідно до ґрунтово-кліматичних умов та біологічних особливостей вирощуваних культур, застосовують прогресивні прийоми і системи обробітку ґрунту, які в конкретних умовах кожного господарства, в поєднанні з внесенням добрив, впровадженням нових сортів і іншими заходами, забезпечують максимальний вихід продукції землеробства при найменших затратах праці й коштів.

Відомо, що урожай сільськогосподарських культур залежить від цілого ряду факторів. Серед них виключно важлива роль належить забезпеченню рослин водою.

Полісся, особливо його західні райони, в цьому відношенні знаходяться у винятково сприятливих умовах. Кількість опадів, яка тут випадає, є цілком достатньою для одержання високих і сталих врожаїв. Проте, слід мати на увазі, що значна частина вологи

втрачається без користі для землеробства. Великі непродуктивні втрати вологи відбуваються внаслідок низької водоутримуючої здатності і надмірної водопроникності ґрунтів, що зумовлено легким гранулометричним складом. Це особливо стосується районів розповсюдження піщаних і грубо-пиливатих супіщаних ґрунтів. В західних областях те ж саме спостерігається на дерново-карбонатних ґрунтах, сформованих на крейдяних відкладах, які мають дуже малий прошарок розпушеного ґрунту.

Багато вологи з ґрунту забирають різноманітні бур'яни, які в цій зоні значно поширені і завдають великої шкоди сільськогосподарському виробництву.

Непродуктивні втрати вологи мають місце навесні у допосівний період, коли ґрунт часто досягає певної вологості, а температура повітря з кожним днем зростає. Внаслідок цього, з поверхні ґрунту проходить інтенсивне випаровування.

Враховуючи вищезазначене, прийоми обробітку слід спрямовувати на зменшення непродуктивних втрат вологи і більш раціональне використання її в землеробстві. При цьому, слід мати на увазі, що істотні зміни в поліпшенні водного, поживного і біологічного режимів дерново-підзолистих ґрунтів, особливо легкого гранулометричного складу, досягаються лише при правильному поєднанні прийомів обробітку з іншими заходами окультурення ґрунтів і підвищення загальної культури землеробства.

Оскільки в окультуренні і підвищенні родючості цих ґрунтів провідна роль належить добривам, зокрема органічним, прийоми обробітку повинні сприяти підвищенню ефективності, зменшенню втрат поживних речовин і поліпшенню агрономічних властивостей ґрунту.

На сучасному етапі розвитку землеробства обробіток ґрунту, в поєднанні з хімічними засобами, повинен відіграти винятково позитивну роль у досягненні ефективних результатів у боротьбі з бур'янами, які в багатьох випадках є однією з основних причин одержання низьких врожаїв сільськогосподарських культур [30, 63, 47].

Підсумовуючи вищевикладене з приводу особливостей зони, необхідно зробити висновок, що кожний прийом обробітку, як і весь комплекс агротехнічних заходів, потрібно творчо розробляти і застосовувати, виходячи з конкретних умов, не допускаючи будь-якого шаблону.

6.2. Система обробітку ґрунту на Поліссі

Ґрунтовий покрив досить різноманітний, що зумовлено складністю геологічної та геоморфологічної будови, частою зміною ґрунтотворних порід і рельєфу, високим рівнем підґрунтових вод, лісовою рослинністю, помірно теплим і вологим кліматом. За таких умов сформувались, в основному, ґрунти підзолистого типу: дерново-слабopідзолисті, переважно на піщаних відкладах річкових терас, середньо- і сильнопідзолисті на водно-льодовикових відкладах та супіщаних морені. Дерново-підзолистим ґрунтам властива відносно низька природна родючість. Вони мають мілкий орний шар (15–22 см), малий вміст гумусу й поживних речовин, кислу реакцію, низьку насиченість основами, особливо кальцієм. Ці недоліки найбільше стосуються піщаних і глинисто-піщаних ґрунтів. Внаслідок дуже низької вбирної здатності і вологоємкості, високої водопроникності і повітроємкості, вони не можуть нагромаджувати і утримувати потрібну кількість опадів. З цих причин, незважаючи на значну кількість опадів (500–650 мм на рік), рівень і стабільність урожаю вирощуваних культур залежить від частоти випадання опадів за вегетаційний період. У посушливі роки, особливо при відсутності або зрідженості рослинного покриву, спостерігається вітрова ерозія [47, 48, 50].

У деяких районах Полісся на суглинистих лесових ґрунтах поширені найбільш родючі в зоні сірі лісові ґрунти, у яких гумусовий горизонт, який досягає 25–30 см і більше. Вони мають високу вбирну здатність і вологоємкість, нагромаджують значні запаси продуктової вологи, гумусу й поживних речовин.

Обробіток тут спрямовують на підвищення ефективної родючості та збагачення ґрунту органічними речовинами,

поліпшення його водно-фізичних і біологічних властивостей, усунення зайвої кислотності, захист від ерозії, знищення бур'янів, шкідників та збудників хвороб. Особливу увагу при цьому приділяють правильному поєднанню прийомів і способів обробітку з іншими агротехнічними і меліоративними заходами, намагаючись створити оптимальні ґрунтові умови, при яких вирощувані рослини задовольняють свої потреби у воді, поживних речовинах, теплі та інших необхідних елементах.

Узагальнені дослідні дані та передовий досвід свідчать, що в існуючих сівозмінах слід запроваджувати таку систему обробітку ґрунту, в якій правильно поєднувати полицеві і безполицеві глибокі, звичайні, мілкі, поверхневі, плоскорізні та інші прийоми обробітку, виходячи з особливостей ґрунту, біологічних властивостей вирощуваних культур, метеорологічних і погодних умов та наявності відповідних знарядь [52, 54, 55].

У системі агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення родючості ґрунту і продуктивності сільськогосподарських культур, та на збільшення виробництва зерна, кормів та іншої рослинницької продукції, велике значення має правильний обробіток ґрунту. Обробіток ґрунту – один із найефективніших агротехнічних заходів боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур [65, 73, 95].

Зона Полісся характеризується значною кількістю опадів, глибоким сніговим покривом, рівнинним рельєфом з невеликою кількістю ярів і балок. Переважна більшість ґрунтів Полісся характеризуються наявністю неглибокого гумусного горизонту. У дерново-підзолистих ґрунтах безпосередньо під ними залягає підзолистий горизонт, природна родючість якого в два-три рази нижча, ніж у верхньому. Такі ґрунтово-кліматичні умови, своєрідний рельєф за нераціонального ведення землеробства сприяють розвитку вітрової (майже на всій території) і водної (переважно на лесових породах) ерозій, як на мінеральних ґрунтах, так і на осушених торфовищах.

Питання боротьби із процесами, які зумовлюють деградацію ґрунтів на Поліссі, набувають особливої актуальності. Відомо, що

за останні 15–20 років вміст гумусу в зональних відмінах дерново-підзолистих ґрунтів різко знизився, внаслідок слабкої протиерозійної стійкості ґрунтів та способів їх обробітку, за яких не враховуються генетичні ознаки будови профілю. Найчастіше спостерігається швидке ущільнення посівного і орного шару ґрунту, невиробничі втрати гумусу при оглеєнні, виживання елементів живлення рослин в умовах промивного водного режиму.

Слабка стійкість поліських ґрунтів до ерозії пояснюється їх легким гранулометричним складом, часто недостатньою структурністю, а також високою часткою у структурі посівних площ культур, які недостатньо захищають ґрунт.

Вплив різних способів ґрунтозахисних обробіток у зоні поширення дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтів почали вивчати тільки у 80-ті рр. ХХ ст. В результаті широких і багатопланових досліджень, в сільськогосподарському виробництві були рекомендовані нові ґрунтозахисні технології, які передбачають застосування ґрунтообробних знарядь безполицевого типу.

При глибокому полицевому обробітку еродованих ґрунтів більш родючий шар ґрунту переміщується в нижні шари, що збільшує ймовірність залучення в нього закисних форм заліза й алюмінію та інших сполук, які токсично діють на рослини [33, 35, 46].

Отже, ґрунтозахисна система обробітку не повинна порушувати природне розміщення генетичних горизонтів ґрунту. Найбільшого ґрунтозахисного ефекту досягають заміною полицевого обробітку безполицевим розпушуванням, наприклад, знаряддями плоскорізного типу. Причому, такий обробіток слід застосовувати не як разовий ґрунтозахисний засіб, а як технологічну систему вирощування окремих сільськогосподарських культур у сівозміні.

Істотною відмінністю цих технологій від традиційних є заміна мілкого післяжнивного лушення дисковими знаряддями активним розпушуванням, яким передбачається обробляти ряд полів у сівозмінах за типом напівпарового обробітку.

Рекомендуються ці технології для еродованих та ерозійно небезпечних ґрунтів, у тому числі глеюватих, які мають двочленний за гранулометричним складом паролль.

Безплужний обробіток стерньових фонів також повністю захищає легкі ґрунтові відміни від видування в осінньо-зимовий період. На таких фонах до початку весняних польових робіт зберігається до 200 шт./м² умовних стернин. На схилових землях ґрунтозахисний ефект безплужного обробітку залежить від виду вирощуваної культури, стану поверхні ґрунту, його щільності, крутизни схилу тощо. Такий обробіток значно ефективніший за оранку, оскільки запобігає змиванню ґрунту [21, 24, 26, 30].

За узагальненими даними Інституту сільського господарства Полісся НААН (Стрільченко В. П., Орлянський А. А., 1986), такі технології в умовах Полісся забезпечують не тільки підвищення родючості ґрунту, захист його від ерозії, а й збільшення урожайності вирощуваних культур, вищий економічний ефект. За 5 років пошукових і стаціонарних дослідів у цьому інституті при застосуванні безплужного обробітку жодного разу не спостерігалось зниження врожайності вирощуваних культур. Урожайність була близькою до урожайності на контролі, де для основного обробітку використовували плуг, або переважала її від застосування плоскорізів. Наприклад, урожайність зеленої маси люпину, в середньому, за 3 роки зросла на 20 ц/га, зерна озимого жита – на 2,2, бульб картоплі –

29 ц/га. При виробничій перевірці в господарствах Млинівського району Житомирської області на дерново-слабопідзолистих піщаних ґрунтах при безплужній технології обробітку отримали приріст урожаю зерна жита озимого у розмірі 6 ц/га, картоплі – 34 ц/га. У 9-пільній зерно-картопляній сівозміні на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах (дані ННЦ «Інститут землеробства НААН») тривале застосування плоскорізного обробітку, порівняно з оранкою, забезпечило ймовірні прирости врожаю зеленої маси кукурудзи завдяки більш збалансованому живленню рослин макро- і мікроелементами. На дерново-середньопідзолистих супіщаних ґрунтах всі культури льоно-картопляної сівозміни можна поділити

на три групи за реакцією на безполицеві способи основного обробітку. Озимі культури після плоскорізного і дискового обробітків, порівняно з оранкою, практично не знижували врожайність, або підвищували її. Врожайність кукурудзи і люпину на зелену масу, ймовірно, підвищилася при безполицевих способах обробітку. Картопля, ячмінь, льон-довгунець дали вищий врожай при оранці. В цілому, при безполицевих способах обробітку продуктивність сівозміни не знижувалася.

Із наведених вище даних можна зробити висновок, що при вирощуванні значного відсотка просапних культур у структурі посівних площ господарства доцільно створювати глибокий розпушений орний шар ґрунту. Однак при цьому необхідно пам'ятати, що цей захід може призвести до зниження родючості на дерново-підзолистих глинисто-піщаних ґрунтах без внесення підвищених доз добрив, а при потребі необхідно провести вапнування кислих ґрунтів.

У Західному Поліссі на дерново-підзолистих глинисто-піщаних ґрунтах у льоно-картопляній сівозміні, за даними Волинської обласної сільськогосподарської дослідної станції, найкращі результати щодо продуктивності сівозміни одержали при оранці плугом на глибину до 30 см з вирізними корпусами під картоплю.

Розроблені і рекомендовані для впровадження у виробництво технології передбачають можливість обмеженого застосування гербіцидів у сівозміні та більш раціональне використання органічних і мінеральних добрив. Ці технології треба застосовувати на еродованих і легких ерозійно небезпечних ґрунтах та їх глеюватих відмінах, а також на ділянках, не дуже засмічених бур'янами. На таких ґрунтах усі технологічні операції є обов'язковими. У деяких випадках можливі відхилення від рекомендованої технології. Наприклад, післяжнивне розпушування піщаних ґрунтів, незасмічених насінням бур'янів, можна проводити без використання голчастої борони і при меншій кількості культиваций.

На ґрунтах, що підстилаються пісками, а також щільність яких не перевищує $1,3\text{--}1,4\text{ г/см}^3$, при недостатніх запасах вологи весняні польові роботи треба починати з боронування. На лесових ґрунтах можлива мінімізація основної обробітки за глибиною, особливо при підготовці ґрунту під озимі зернові культури.

Отже, якщо раніше вважалося, що зона Полісся є регіоном, де мінімальні ґрунтозахисні прийоми обробітки ґрунту застосовуються мало, то дані останніх 10 років переконливо доводять, що й тут ґрунтозахисні технології мають великі переваги над традиційною полицевою оранкою.

Для типових льоно-картопляних сівозмін Полісся Інститут сільського господарства Полісся НААН розробив і рекомендує для впровадження у виробництво такі технології основної обробітки ґрунту під різні культури для їх використання на ерозійно небезпечних ґрунтах.

1. Люпин. Після збирання попередника ґрунт розпушують плоскорізом на глибину 10–12 см в агрегаті з голчастою бороною БИГ-3. Потім для боротьби з відростаючими бур'янами поле 1–2 рази культивують культиватором КМЭ-3,8 або КПС-4,0 на глибину відповідно 8–10 та 10–12 см. Фосфорно-калійні добрива вносять під післяжнивне розпушування або під першу культивацію. Основний обробіток ґрунту проводять у жовтні плоскорізом-глибокорозпушувачем на глибину 18–20 см. Першу весняну культивацію проводять культиватором КМЭ-3,8 або КПС-4,0 на глибину 10–12 см, передпосівну – КПС-4,0 з бороною БЗСС-1,0 – на глибину 4–5 см.

2. Жито озиме. Стерню лущать дисковими лущильниками ЛДГ-10 на глибину 5–6 см відразу після збирання попередника, вносять мінеральні добрива (NPK) і проводять основний обробіток плоскорізом на глибину 18–20 см в агрегаті з голчастою бороною БИГ-3А, 1–2 передпосівні культивації культиватором КПС-4,0 з бороною БЗСС-1 – на глибину 5–6 см. Навесні посіви підживлюють азотними добривами та боронують бороною БИГ-3А при пасивному положенні дисків.

3. Картопля. Після збирання попередника ґрунт розпушують плоскорізом на глибину 10–12 см в агрегаті з голчастою бороною БИГ-3А. Для боротьби з відростаючими бур'янами рекомендується

1–2 культивачії культиватором КМЭ-3,8 на глибину 8–10 та 10–12 см. Під першу культивачію вносять фосфорно-калійні добрива. Основний обробіток ґрунту проводять у жовтні плоскорізами-глибокорозпушувачами ПГ-3-100, КПГ-250 А, ПГ-3,5, ГУН-4 на глибину 20–30 см. Весняні роботи починають з боронування бороною БИГ-3А та внесення органічних (підстилковий гній, торфогнойовий компост) і мінеральних (азотних) добрив.

Органічні добрива в нормі 50–60 т/га заробляють голчастою бороною БИГ-3А на фоні попередньо розпушеного ґрунту або одночасно з розпушуванням культиватором КМЭ-3,8 на глибину 12–14 см. Якщо гній свіжий, то при нормах його внесення, що перевищують 60 т/га, цю операцію проводять важкими дисковими боронами. При внесенні 30–40 т/га органічних добрив застосовувати голчасті борони необов'язково. Перед садінням картоплі гребневим способом поле знову культивують культиватором КПС-4,0 на глибину 12–14 см з одночасним боронуванням бороною БЗС-1,0.

Догляд за культурою полягає у дворазовому досходовому боронуванні при появі до 30 % сходів, дворазовому розпушуванні міжрядь та підживленні.

4. Овес з підсівом трав. Після внесення фосфорно-калійних добрив поверхню поля розпушують та вирівнюють плоскорізом на глибину 10–12 см в агрегаті з голчастою бороною БИГ-3А. Основний обробіток ґрунту проводять у кінці жовтня – розпушування плоскорізом на глибину 18–20 см. Навесні перший раз культивують культиватором КМЭ-3,8 або КПС-4,0 на глибину 10–12 см перед сівбою – КПС-4,0 з боронами БЗСС-1,0 на глибину 5–6 см. При переущільненні орного шару первинний обробіток виконують на глибину 10–12 см агрегатом у складі КПП-2,2 і БИГ-3А.

5. Багаторічні трави. Збирають рештки покривної культури, навесні підживлюють фосфорно-калійними добривами і боронують трави голчастою бороною БИГ-3А.

6. Пшениця озима. При розміщенні її після багаторічних трав перед розробкою їх пласта вносять мінеральні добрива (РК), пласт обробляють у два сліди важкою дисковою бороною на глибину 10–12 см. Потім проводять основний обробіток – розпушують плоскорізом на глибину 25–30 см в агрегаті з бороною БИГ-3А, перед сівбою культивують культиватором КПС-4,0 з боронами на глибину 5–7 см або агрегатом РВК-3. Навесні посіви підживляють азотними добривами та боронують бороною БИГ-3 при пасивному положенні дисків.

7. Льон. Після збирання попередника рекомендується провести післяжнивне розпушування ґрунту плоскорізом КПШ-5 на глибину 10–12 см в агрегаті з голчастою бороною БИГ-3А. У міру проростання бур'янів поле культивують 2–3 рази культиватором КМЭ-3,8 або КПС-4,0 на глибину 8–10 см з одночасним боронуванням. Перед сівбою ще раз культивують КПС-4,0 з боронами на глибину 4–5 см або комбінованим агрегатом РВК-3.

6.3. Протиерозійний обробіток ґрунту в Лісостепу

В Лісостепу еродовані землі займають площу близько 20 млн га. Тому інтенсивне ведення землеробства тут обов'язково пов'язане з застосуванням як агротехнічних, так і гідротехнічних заходів захисту ґрунтів від ерозії.

На орних землях серед них головне місце належить агротехнічним і, особливо, спеціальним ґрунтозахисним способам обробітку ґрунту. Якщо на схилах провести ґрунтозахисний обробіток, ерозійні процеси будуть зменшуватись, і навпаки, коли при вирощуванні сільськогосподарських культур не враховувати, наприклад, напрями схилу або його крутість, ерозійні процеси значно зростають. Багатьма дослідженнями встановлено, що у змитих ґрунтах порівняно з незмитими, підвищується об'ємна і

питома вага, зменшується кількість гігроскопічної вологи. Запаси вологи на таких ґрунтах навесні в усіх шарах завжди менші, ніж у незмитих [7, 12, 23].

Отже, фізичні показники змитих ґрунтів значно відрізняються від повнопрофільних, що не може не впливати на завдання, які стоять перед обробітком ґрунту. Погіршення водно-фізичних властивостей еродованих ґрунтів – одна з головних причин збільшення поверхневого стоку, який виникає при весняному таненні снігу та опадах [48].

Враховуючи ґрунтово-кліматичні та інші особливості Лісостепової зони, основне завдання системи обробітку ґрунту в усіх її підзонах полягає в створенні оптимальних ґрунтових умов для росту, розвитку рослин, підвищенні ефективності внесених добрив, боротьби з бур'янами та захисті ґрунтів від ерозії. При цьому, в районах нестійкого зволоження першочергове завдання обробітку ґрунту – нагромадження, збереження і раціональне використання вологи, а в західних районах – поліпшення агрофізичних властивостей орного та підорного шарів ґрунту.

Обробіток ґрунту за інтенсивної технології полягає в тому, що при його проведенні слід поєднувати всі прийоми в єдиному технологічному процесі. Для цього потрібно використовувати комбіновані агрегати. Такий обробіток повинен бути мінімальним, ресурсозберігаючим і ґрунтозахисним.

У зоні Лісостепу найбільших збитків ґрунтовому покриву завдає водна ерозія. Рельєф зони строкатий і неоднорідний, що сприяє розвитку водної ерозії. Середньорічна кількість опадів на північному заході (Львівська область) досягає 700 мм і поступово знижується до 430 мм в південно-східній частині зони (Харківська область).

Основна кількість опадів тут випадає в теплий період року, вони часто мають зливовий характер. За одну зливу змивається до 50 т ґрунту з 1 га, особливо на полях під цукровими буряками в період від сівби до фази розвитку листя.

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва в цій зоні дуже висока, що пов'язано із специфікою вирощуваних культур

(цукрові буряки, кукурудза, соняшник) та високим насиченням сівозмін просапними культурами. Тому деградаційні процеси ґрунту тут особливо відчутні.

Застосовувані раніше системи обробітку, які передбачали інтенсивний механічний обробіток при значній розораності земель, недостатній кількості органічних і мінеральних добрив, вирощуванні культур і сортів інтенсивного типу, призвели до погіршення структури ґрунтів, посилення темпів їх агрофізичної деградації та ерозійних процесів. Тому на сучасному етапі основною вимогою до системи обробітку ґрунту є їх ґрунтозахисна спрямованість [23, 24, 25, 26].

Вітрова ерозія в Лісостепу спостерігається переважно в зимовий та ранньовесняний період на фонах із зяблевим полицевим обробітком ґрунту, а також на посівах слаборозвинених озимих культур, особливо після непарових попередників.

В сьогоденній час застосовують багато протиерозійних заходів: глибоку оранку з ґрунтопоглибленням, чизельний і плоскорізний обробіток, щільювання, дискування, переривчасте боронування та кротування ґрунту впоперек схилу. Ефективними є також мульчування поверхні ґрунту, засипання ярів, промоїн, луколісомеліоративні заходи, смугове розміщення культур на схилах [30, 39].

При достатньому внесенні органічних та мінеральних добрив значення обробітку ґрунту в мобілізації поживних речовин зменшується, проте зростає в підвищенні ефективності стокорегулювання та протиерозійної стійкості, уповільнені мінералізації гумусу і зниженні негативного впливу ущільнення ходовими системами тракторів та ґрунтообробної техніки.

При полицевому обробітку ґрунту під озиму пшеницю на глибину 20–22 см у його шарі 0–150 см до початку сівби було 116 мм вологи, при плоскорізному обробітку на таку ж глибину – 127 мм, а на 10–12 см – 115 мм, при лемішному луценні на 10–12 см – 111 мм. У шарі ґрунту 0–10 см за всіх способів обробітку вологість була однаковою.

Дослідження з вивчення впливу способів обробітку на водно-фізичні властивості сірого лісового ґрунту проводилися в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН протягом 2013–2014 рр. (табл. 25).

Таблиця 25 – Вплив способів основного обробітку на зміну об’ємної маси ґрунту (2013–2014 рр.), г/см³

Способи основного обробітку, см	Шар ґрунту, см		
	0–10	10–20	20–30
Сівба вівса			
Оранка на 20–22 см	1,24	1,33	1,43
Дискування на 14–16 см	1,19	1,35	1,45
Дискування на 14–16 см	1,19	1,36	1,45
Дискування на 10–12 см	1,20	1,38	1,47
Колосіння вівса			
Оранка на 20–22 см	1,37	1,41	1,45
Дискування на 14–16 см	1,33	1,44	1,46
Дискування на 14–16 см	1,33	1,45	1,46
Дискування на 10–12 см	1,35	1,47	1,47
Збирання			
Оранка на 20–22 см	1,40	1,45	1,47
Дискування на 14–16 см	1,36	1,46	1,48
Дискування на 14–16 см	1,36	1,46	1,48
Дискування на 10–12 см	1,38	1,46	1,49

Аналіз фізичного стану ґрунту під досліджуваною культурою показав (табл. 25), що під час сівби об'ємна маса була найнижчою на варіантах проведення безполицевих операцій в шарі 0–10 см ($1,19\text{--}1,20\text{ г/см}^3$), полицеві обробітки фіксували її на рівні $1,20\text{ г/см}^3$. В нижніх (10–20 і 20–30 см) шарах ґрунт мав щільність при мілких безвідвальних обробітках ($1,38\text{--}1,47\text{ г/см}^3$). Збільшення глибини безвідвальних операцій забезпечувало щільність нижніх пластів в межах $1,35\text{--}1,45\text{ г/см}^3$. Оранка на 20–22 см сприяла отриманню найменш щільної будови ($1,33\text{--}1,43\text{ г/см}^3$). В період збирання культури об'ємна маса при безвідвальних операціях у верхньому шарі знаходилася на рівні $1,36\text{--}1,38\text{ г/см}^3$, на варіантах навпаки – $1,40\text{ г/см}^3$. В нижчих шарах різниця між варіантами нівелювалася і на глибині 20–30 см становила $1,47\text{--}1,48\text{ г/см}^3$.

Дослідження динаміки змін запасів вологи за фазами вегетації рослин показали, що способи і глибина основного обробітку по-різному впливали на нагромадження вологи (табл. 26). Так, при застосуванні полицевих знарядь на 20–22 см запаси продуктивної вологи в орному шарі при сівбі пшениці озимої були найнижчими і становили за роки досліджень 40,2–42,6 мм і 228–166 мм в метровому шарі, безполицеві обробітки забезпечували зростання цього показника (табл. 26). При збиранні культур ці показники знижувалися, а закономірності їх перерозподілу за варіантами досліду зберігалися. У всіх досліджуваних фазах вегетації перепад значень запасів вологи в орному шарі був контрастнішим, а в метровому – менш помітним.

У роки з посушливою другою половиною літа і восени перевагу за вологозапасами забезпечили мілкий та поверхневий обробітки. У роки із значною кількістю опадів навпаки, у зораному ґрунті нагромаджувалося більше вологи, ніж у мілко обробленому. Про це стверджують результати досліджень Ільченка А. О., Тищенка Л. Д. Постової В. З. (1978). Аналогічні дані отримали й інші дослідники, такі як Осадчий М., Пастернак Г. (1978), при вивченні обробітку ґрунту під озимі після кукурудзи на силос.

Таблиця 26 – Вплив способів основного обробітку ґрунту на вміст продуктивної вологи у посівах пшениці озимої, мм

Способи основного обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см		
	0–20		0–100
	2013 р.	2014 р.	2013 р.
Сівба			
Оранка на 20–22 см	40,2	42,6	228
Дискування на 14–16 см (диференційоване)	42,8	42,6	231
Дискування на 14–16 см (ресурсоощадне)	42,3	44,5	231
Дискування на 10–12 см (комбіноване)	41,5	43,4	230
Колосіння			
Оранка на 20–22 см	42,4	47,4	236
Дискування на 14–16 см (диференційоване)	44,9	48,9	240
Дискування на 14–16 см (ресурсоощадне)	44,6	48,6	239
Дискування на 10–12 см (комбіноване)	43,8	47,9	238
Збирання			
Оранка на 20–22 см	36,1	40,1	218
Дискування на 14–16 см (диференційоване)	32,0	42,6	222
Дискування на 14–16 см (ресурсоощадне)	38,8	42,4	222
Дискування на 10–12 см (комбіноване)	38,0	40,9	221

У дослідях Інституту охорони ґрунтів НАН України не виявлено істотної різниці в продуктивних запасах вологи у всіх горизонтах півтораметрового шару ґрунту як при полицевому, так і при безполицевому обробітку ґрунту під ячмінь та кукурудзу на

силос. Численні досліді, проведені в науково-дослідних установах і передових господарствах, показали, що для зменшення змиву їх на ґрунтах Лісостепової зони доцільно застосовувати безполицевий обробіток. Зокрема, у суміжних дослідженнях Інституту охорони ґрунтів НААН та Хмельницької обласної сільськогосподарської станції, найбільший змив ґрунту в сівозміні спостерігали при звичайному полицевому обробітку – $26,8 \text{ м}^3/\text{га}$, тоді як при ґрунтозахисному плоскорізному – $19 \text{ м}^3/\text{га}$. Особливо ефективним у боротьбі з водною ерозією ґрунтів було поєднання плоскорізного обробітку із щілюванням. За даними Заїка В. В. (1982), змив ґрунту при оранці становив $45,5 \text{ м}^3/\text{га}$, а при плоскорізному обробітку із щілюванням – $29,6 \text{ м}^3/\text{га}$.

Слід зазначити, що ґрунтозахисна ефективність плоскорізного обробітку зростає і за рахунок збільшення в поверхневому шарі ґрунту рослинних решток. Так, при плоскорізному обробітку в шарі ґрунту 0–5 см містилося 26–27 % коренів ячменю, при полицевому – 22–23 % їх загальної кількості в шарі 0–40 см [21].

Збільшення кількості коренів у поверхневому шарі підвищує амортизаційну здатність ґрунту при русі сільськогосподарських машин і знарядь, що запобігає його переущільненню по ходу коліс тракторів, комбайнів та інших машин. Виявлено, що при осінньому обробітку ґрунту із збереженням стерні, висота снігового покриву наприкінці зими, зазвичай, в 1,5–2 рази більша, ніж після оранки. Це в багатьох випадках поліпшує водний режим ґрунту. Так, за осінній період при плоскорізному обробітку в шарі ґрунту 0–20 см нагромаджувалося вологи на 30–50 мм більше, ніж при оранці. Визначення ступеня засміченості посівів та ураження їх хворобами і шкідниками, проведене багатьма дослідними установами зони, не дало однозначної відповіді, оскільки ці показники залежать не тільки від способу і глибини обробітку, а й від рівня окультуреності ділянки, вирощуваної культури, попередника та умов року. У окремих дослідженнях при одноразовому застосуванні безполицевого обробітку ґрунту засміченість посівів бур'янами була навіть меншою, ніж при звичайній оранці. Однак

застосування поверхневого та плоскорізного обробітків кілька років підряд призводить до збільшення засміченості полів та недоодержання врожаю.

На збільшення кількості бур'янів (табл. 27) від щорічного застосування плоскорізного або поверхневого обробітку на сірому лісовому ґрунті в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН вказують О. В. Вавринович, О. Й. Качмар, Л. В. Магоцька [23, 36, 77].

Також доведено, що при полиневій оранці більшість насіння бур'янів зосереджена в шарах ґрунту 15–20; 20–25; 25–30 см, а після безполицевого розпушування 63–71 % їх перебуває в шарі 0–5 см.

Одні дослідники вважають глибоке загортання насіння бур'янів позитивним фактором, оскільки на великій глибині воно втрачає схожість і ґрунт самоочищається.

Інші дослідники, Хмельницький А. А., Черкашин М. В. (1984), Грицай А. Д. (1985), розглядають поверхнєве розміщення насіння бур'янів і масове їх проростання з поверхні ґрунту, як позитивне явище, що дає змогу заходами механічного обробітку швидше очистити поля від бур'янів. Якщо оранкою знищується 70 % бур'янів, то плоскорізним обробітком – 82 %. За даними Фісюнова О. В. (1982) облік кількості бур'янів навесні до передпосівної культивуації та сівби кукурудзи показав, що, в середньому, за 3 роки після оранки на 1 м² проростало 80 шт. бур'янів, тоді як при плоскорізному обробітку – у 2,8–2,9 рази більше (228–236 шт./м²). Застосування поліпшеного плоскорізного зябу значно знизило забур'яненість посівів і сприяло підвищенню врожайності.

Дослідження з вивчення впливу способів основного обробітку ґрунту, які проводили в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН, свідчать про позитивний вплив поліпшеного плоскорізного зябу (оранки на 20–22 см + розпушення підорного шару на 12–14 см + щілювання), що дозволило збільшити валовий збір кормових одиниць та ефективність енергозатрат в короткоротаційній сівозміні (табл. 28).

Таблиця 27 – Вплив способів обробітку ґрунту та рівнів удобрення на забур'яненість посівів пшениці озимої (попередник конюшина), (Вавринович О. В., Качмар О. Й., Магоцька Л. В., 2016)

Способи обробітку ґрунту	Удобрення	Кількість бур'янів, шт./м ²						Повітряно-суха маса, г/м ²					
		кушення			збирання								
		2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Оранка на 20–22 см	N ₂₂ P ₁₅ K ₁₅	111	90	136	48	52	49	45,6	67,6	34,4			
	N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	122	98	148	63	61	58	47,2	69,0	38,2			
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	130	118	164	77	79	66	49,3	71,3	43,0			
Дискування на 14–16 см	N ₂₂ P ₁₅ K ₁₅	143	130	224	87	98	84	58,9	80,9	49,4			
	N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	158	145	246	103	124	100	60,9	82,2	51,6			
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	164	130	268	115	135	114	62,5	84,5	60,8			
Оранка на 14–16 см	N ₂₂ P ₁₅ K ₁₅	125	155	215	68	88	76	50,2	72,2	45,0			
	N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	142	106	230	84	92	82	54,2	74,6	48,6			
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	154	138	252	96	106	92	56,5	78,5	40,2			
Оранка на 20–22 см	N ₂₂ P ₁₅ K ₁₅	116	98	184	51	71	54	46,8	68,8	40,4			
	N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	128	117	194	73	107	62	48,4	70,7	42,8			
	N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	139	122	205	93	121	70	50,1	72,1	46,2			

Таблиця 28 – Енергетична ефективність короткоротаційної кормової сівозміни залежно від способів основного обробітку ґрунту та систем удобрення (середнє за 2011–2015 рр.) (Бегей С. С., Марцінко Т. І., 2016)

Варіанти		Валовий збір, т/га		МСДж/га		Енергоємність, 1 ц МДж	
обробіток	Система удобрєння	кормо- вих од.	переправ- ного протеїну	внутрьєчно	оцєркано	кормо- вих од.	переправ- ного протеїну
		Ксе					
Оранка на 20–22 см	мінєральна	8,29	0,67	26758	159172	323	3976
	біолого- мінєральна	7,37	0,59	23706	141199	322	4045
	органічна	6,91	0,55	17903	132175	259	3273
Оранка на 20–22 см + щїлювання	мінєральна	8,38	0,68	26836	160929	320	3952
	біолого- мінєральна	7,33	0,59	23784	140799	324	4052
	органічна	7,02	0,56	17982	134191	256	3217
Оранка на 20–22 см + розпушення підорного шару на 12–14 см + щїлювання	мінєральна	8,56	0,69	26846	163738	314	3879
	біолого- мінєральна	7,56	0,60	23795	143471	315	3986
	органічна	7,02	0,56	17992	135260	256	3230

Потрібно ще раз нагадати про те, що Лісостепова зона характеризується великою строкатістю ґрунтово-кліматичних умов, і, як наслідок – значним різноманіттям засобів обробітку ґрунту.

Узагальнення результатів більшості польових дослідів, проведених в умовах зони у 1958–1982 рр., свідчить про те, що озима пшениця, яка вирощувалась на зайнятому пару в Лівобережному Лісостепу (8 дослідів), практично не реагує на спосіб та глибину основного обробітку ґрунту. У Західному та Правобережному Лісостепу різниця в її урожайності, за даними 9-ти дослідів, не перевищувала 2,3 ц/га при загальному рівні на контролі (оранка) – 40–42 ц/га.

Мілкий обробіток переважно плоскорізними знаряддями після кукурудзи на силос та зелений корм (19 дослідів) забезпечив приріст урожаю 1,5 ц/га при врожайності на контролі 34,5 ц/га в Лівобережному Лісостепу і 48,4 ц/га – в Правобережному. Після багаторічних трав у більшості випадків урожай був вищим при полиневій оранці [55].

Ярий ячмінь (14 дослідів) сформував приблизно однаковий урожай після полиневого та поверхневого обробітків ґрунту.

У стаціонарному досліді, проведеному Хмельницькою обласною сільськогосподарською дослідною станцією разом з Інститутом охорони ґрунтів НААН, найвища продуктивність сівозміни спостерігалася при протиерозійній полиневій системі обробітку ґрунту на фоні розрахункової норми удобрення 338,7 ц/га зернових одиниць (табл. 29).

Урожайність культур при плоскорізному обробітку була лише на 3,1 % нижча, ніж на контролі. На Сумській обласній сільськогосподарській дослідній станції урожай після плоскорізного обробітку також не поступався урожаю після оранки. Вихід кормових одиниць у ланці сівозміни ячмінь-багаторічні трави – багаторічні трави при плоскорізному обробітку становив 114,9 ц/га, а після оранки із щільованням – 113,2, при оранці із поглибленням ґрунту та переривчастим борознуванням – 108,6 ц/га. При цьому витрати на проведення плоскорізного обробітку знижувалися на 38–

74 %, порівняно з витратами на оранку з поглибленням ґрунту і щільованням чи переривчастим борознуванням.

Таблиця 29 – Продуктивність сільськогосподарських культур у сівоzmіні залежно від способів обробітку ґрунту (Осінний Г. М. і ін., 1993)

Норма удобрення	Культура, ц/га					Всього за сівозмін
	Багаторічні трави		пше- ниця озима	куку- рудза на силос	ячмінь ярий	
	1-го року користу- вання	2-го року користу- вання				
Звичайна полинева оранка (контроль)						
Без добрив	87,5	36,5	31,3	69,0	24,6	248,9
Одинарна	99,2	39,7	37,0	82,0	30,4	288,3
Полуторна	107,5	41,7	38,0	90,8	30,9	308,9
Розрахункова	113,2	44,7	39,2	96,6	30,6	324,3
У середньому	101,8	40,7	36,4	84,6	29,1	293,6
Ґрунтозахисна полинева з ґрунтопоглибленням						
Без добрив	88,2	37,5	31,7	73,8	25,2	256,4
Одинарна	101,2	41,2	37,4	87,8	31,2	298
Полуторна	108,3	43,5	40,3	96,2	31,8	320,0
Розрахункова	116,5	45,2	42,6	103,4	31,0	338,7
У середньому	103,5	41,8	38,0	90,3	29,8	303,4
Ґрунтозахисна плоскорізна						
Без добрив	88,5	38,3	32,0	66,2	23,8	248,7
Одинарна	99,0	41,5	38,0	83,2	29,3	291,0
Полуторна	106,2	44,2	39,6	91,6	31,0	312,6
Розрахункова	112,5	45,2	42,9	93,6	30,2	324,4
У середньому	101,5	42,3	38,1	83,7	29,6	294,2

Отже, в умовах Лісостепової зони України найдоцільніше застосовувати ґрунтозахисну технологію вирощування сільськогосподарських культур, що ґрунтується на диференційованому обробітку ґрунту в сівоzmіні, яка поєднує

оранку з безполицевим глибоким та мілким обробітком плоскорізними знаряддями [116, 119, 121, 125].

Розглянемо ефективність ґрунтозахисних прийомів обробітку ґрунту під озимі, ярі зернові, просапні, кормові та інші культури в межах Лісостепу України.

Зернові колосові. Способи мінімального обробітку ґрунту під зернові колосові, особливо під пшеницю озиму, вивчали в цій зоні ще в 60-х роках. Семирічні дослідження Уманської сільськогосподарської академії показали, що після гороху і стерньових попередників поверхневий обробіток ґрунту під пшеницю озиму доцільніший, ніж оранка, оскільки забезпечує гарантовані сходи і вищі економічні прибутки.

Щодо Лісостепу, досі залишається дискусійним питання про доцільність заміни оранки поверхневим безполицевим обробітком після стерньових попередників. Поверхневий обробіток ґрунту під озиму пшеницю після стерньових попередників, на думку Ю. В. Будьонного (1986), можна застосовувати тільки у виняткових випадках – у роки із сильними посухами на чистих від бур'янів полях [23].

В умовах достатнього зволоження правобережного Лісостепу на чорноземах типовий врожай озимої пшениці буває високим як після оранки, так і при безполицевому обробітку після конюшини, гороху та кукурудзи на силос.

Для розміщення озимої пшениці після еспарцету на один укіс ґрунт майже 3 місяці утримували в паровому стані. В результаті, до моменту сівби будова орного шару і його зволоженість були, незалежно від способу обробітку, практично однаковими в усіх варіантах, що забезпечило однакову ефективність усіх досліджуваних способів обробітку [24].

Отже, ґрунтозахисні технології вирощування польових культур із застосуванням плоскорізного обробітку не знижують врожай, а, здебільшого, підвищують його на 10–20 %, порівняно із традиційною технологією із застосуванням оранки. Особливо ефективним є мілкий безполицевий обробіток з одночасним

щільнюванням на глибину до 40 см під ярі зернові культури.

Результати досліджень Хмельницької обласної сільськогосподарської дослідної станції на темно-сірих лісових слабо- і середньозмитих ґрунтах свідчать, що технології, які передбачають застосування плоскорізних знарядь і щільнювання посівів, сприяли підвищенню врожайності озимої пшениці на 1,6–2,2 ц/га. Слід зазначити, що в Західному Лісостепу в умовах достатнього зволоження (Тернопільська область) на чорноземах типових малогумусних вищими були врожаї озимої пшениці після всіх попередників при оранці (табл. 30).

Таблиця 30 – Вплив способів обробітку ґрунту на врожайність озимої пшениці (1981–1984), ц/га (Бей А. А., і інші, 1986)

Обробіток ґрунту	Попередники		
	кукурудза на силос	конюшина	горох
Оранка	31,4	39,0	38,3
Плоскорізний	29,7	37,3	37,0
Мілка оранка	30,5	38,3	37,5
Дисковий	30,4	36,3	36,5

Зниження врожайності при безполицевому обробітку, за даними Хмельницької обласної сільськогосподарської станції, пов'язане з погіршенням фітосанітарного стану ґрунту та збільшенням забур'яненості посівів.

Отже, мінімальний ґрунтозахисний обробіток ґрунту під озиму пшеницю забезпечує здебільшого високий агроекономічний ефект. Тільки при розміщенні її після стерньових попередників можуть виникати значні проблеми у підтриманні сприятливого фітосанітарного стану посівів.

Після багаторічних трав ґрунт обробляють спеціальним плоскорізом-культиватором ОПТ-3,5 на глибину 10–12 см або плоскорізами-культиваторами КПП-2,2, КПЭ-3,8, чи важкими дисковими боронами. Для доведення ґрунту до посівного стану його

обробляють паровим культиватором КПС-4 з вирівнювальними ланцюгами на глибину 5–6 см.

Після гороху ґрунт обробляють на глибину 10–12 см одним з агрегатів, які є у господарстві (КПП-2,2, КПЭ-3,8, КПШ-5) в агрегаті з БИГ-ЗА і кільчасто-шпоровим котком. При підвищеній вологості ґрунту коток не застосовують.

Після кукурудзи на силос і гречки поле краще обробляти важкою дисковою бороною, або дисковим луцильником у два сліди з наступною культивацією КПС-4.

Ярі колосові культури. У районах достатнього зволоження при добрій вологозабезпеченості на схилах до 2° проводять напівпаровий обробіток зябу полицевими знаряддями. Ранній зяб при появі бур'янів обробляють 2–3 рази культиваторами КПС-4 в агрегаті із зубовими боронами БЗСС-1,0.

Просапні культури. Якщо безплужний обробіток ґрунту під озимі зернові і навіть ярі колосові вивчено досить повно, то питання такого обробітку під найбільш ерозійно небезпечні культури (просапні), особливо цукрові буряки, залишається дискусійним. За останні роки з'являється все більше експериментальних даних, які дають підставу стверджувати про можливість успішного застосування різних видів безполицевого обробітку під просапні, у тому числі, і під цукрові буряки. Так, в умовах Вінницької області плоскорізний обробіток, порівняно з іншими способами, в тому числі із оранкою, забезпечив найвищі урожаї коренеплодів цукрових буряків і вихід цукру. Добрі результати отримано і при поєднанні плоскорізного обробітку стерні (замість луцнення дисковим луцильником) та основного обробітку ґрунту за допомогою оранки. За даними Ялтушківської дослідної селекційної станції, на малогумусних слабосолонцюватих чорноземах урожайність цукрових буряків у ланці з чорним паром і в ланці з двома полями озимих була приблизно однаковою, цукристість же коренеплодів і вихід цукру були вищими при плоскорізному обробітку, ніж при традиційній полицевій оранці (табл. 31).

Таблиця 31 – Врожайність цукрових буряків за різних способів обробітку ґрунту (1981–1983 рр.), т/га.

Обробіток ґрунту	Варіант		НіР _{0,05} , т/га
	без добрив	ґній, 25 г/га N ₁₃₅ P ₁₈₀ K ₁₃₅	
Ланка з чорним паром			
Оранка	39,5	43,4	2,4
Плоскорізний	38,1	42,8	2,3
Ланка з двома полями озимих			
Оранка	34,8	43,5	1,5
Плоскорізний	35,3	42,2	1,4
Комбінований	33,3	42,4	1,5

Вченими Чернівецької сільськогосподарської дослідної станції (Гончарук Г. Е., 1986) встановлено, що без ручного прополювання продуктивність цукрових буряків після плоскорізного обробітку була значно нижчою, ніж після оранки, що закономірно пояснюється підвищенням забур'яненості посівів.

За даними НАУ, при безплужних обробітках спостерігалася тенденція до збільшення врожаю цукрових буряків, порівняно з оранкою. Найвищою цукристістю коренеплодів була після мілкового безплужного обробітку. Приріст цукристості при внесенні мінеральних добрив становив 0,5 %, при доповненні їх мульчуванням – 0,5, при внесенні органічно-мінеральних сумішей – 1,1 %. Після глибокого плоскорізного обробітку приріст цукристості становив відповідно 0; 0,5; 0,3 %. При вищій цукристості навіть за однакової врожайності вихід цукру також був вищим.

Виробничі випробування ґрунтозахисних технологій, що ґрунтуються на безплужному обробітку, проведені в Полтавській області, показали, що в середньому по 24 господарствах урожайність цукрових буряків після оранки становила 295 ц/га, а після безплужного обробітку – 349.

Отже, урожайність цукрових буряків при безплужному обробітку не знижується, цукристість, як правило вища, ніж на зораних полицевими знаряддями полях. Однак залишається проблема боротьби з бур'янами і вона, як показує досвід землеробів Полтавської та деяких інших областей, може бути розв'язана за рахунок застосування напівпарового обробітку ґрунту в ланці сівоzmіни озима пшениця – цукрові буряки.

Отже, у зоні Лісостепу України в інтенсивних і ґрунтозахисних сівоzmінах ґрунтозахисний обробіток ґрунту можна застосовувати без ризику зменшення продуктивності рослинництва при одночасному зниженні ерозійних процесів в агроландшафтах і досягненні вищих економічних показників.

6.4. Обробіток ґрунту в Передкарпатті, Карпатах і Закарпатті

Ця гірська місцевість знаходиться вздовж південно-західного кордону України і охоплює частину Львівської, Чернівецької, Івано-Франківської і Закарпатської областей, займає площу понад 30 тис. км², або 5,5 % території країни. В цій зоні випадає більше опадів, ніж в усіх інших районах України – 800 мм і більше, а на високогірних луках (в полонинах) річна кількість опадів досягає 1500 мм. Середня річна температура тут нижча, ніж в інших районах України, що теж характерно для гірських місцевостей.

Гірська територія характеризується глибоким базисом ерозії і неоднорідним рельєфом, тому поверхневий стік на оголених схилах і зумовлені ним ерозійні процеси є особливо інтенсивними, чому сприяють висота гір та опади. Територія Карпат має неоднакові межі за висотою: у гірських долинах річок нижня межа проходить на висоті 300–500 м над рівнем моря. Сучасна верхня межа лісолучної зони проходить на висоті 1100–1250 м і лише місцями в південно-східній частині досягає 1500 м над рівнем моря.

Кліматичні умови гірських районів закономірно змінюються із збільшенням висоти над рівнем моря. Так, у січні із збільшенням висоти на кожні 100 м температура знижується на 0,4°C, а в липні – на 0,7°C. На висоті 1500 м середня температура липня становить до 12°C, а січня – мінус 10°C, сума активних температур знижується до

600 °С. Із кожним збільшенням висоти на 100 м кількість атмосферних опадів збільшується на 20–25 мм. На висоті 1200 м середньорічна сума опадів становить майже 1200 мм. Тривалість залягання снігового покриву в горах збільшується удвічі, а товщина – до 30–50 см [2, 3].

Через велику кількість опадів і зниження температурного режиму територія гірських лісолучних районів характеризується надмірним зволоженням. За кліматичними показниками її можна поділити на три вертикальних кліматичних пояси. Нижній пояс – до висоти 850 м – займає найбільшу територію в районі Бескидів (Воловецького міжгір'я, Ясенської, Жабівської і Путильської улоговини). Сума активних температур тут коливається від 1600 до 2200°С. Атмосферних опадів на схилах за рік випадає майже 1000 мм, а в улоговинах – до 800 мм. Теплий період настає у третій декаді березня, закінчується в середині листопада і триває 240 днів. Період активної вегетації – 125 днів. Кліматичні ресурси цього поясу забезпечують вирощування озимих і ярих зернових культур, картоплі, огірків, кукурудзи на силос.

Середній пояс займає схили міжгірних долин Горган, Полонського хребта, Чорногорського та Рахівського масивів і Покутсько-Буковинських гір. Сума активних температур тут становить 1000–1600°С, річних опадів залежно від експозиції схилу – 900–1200 мм. Клімат достатньо теплий для вирощування буряків, капусти, картоплі, гречки та вівса на зелений корм.

Верхній пояс займає схили вододільних хребтів і міжгір'я з висотами 1250–1500 м над рівнем моря. Його можна назвати холодним. Сума активних температур – 600–1000°С, опадів – 1500 мм. Тривалість загального періоду вегетації майже 200 днів, активної вегетації – 60–85 днів. Вегетація рослин починається з першої декади квітня і закінчується на початку листопада. Теплові ресурси дають змогу вирощувати тут найменш теплолюбні культури – турнепс, ріпу, редиску, картоплю, овочі та деякі кормові культури [8].

Гірським лісолучним районам властиві суглинкові щебенюваті, бурі лісові і, меншою мірою, підзолисті та торф'яні ґрунти. Ґрунтотворними породами бурих лісових ґрунтів є залишковий грубощебенюватий матеріал різних порід на вододілах та крутосхилах і суглинкові наноси, які підняті і відкладені на вологих схилах поверхневими водами, а в річкових долинах – поверхневими і річковими [2, 3].

Серед заходів збереження і підвищення родючості гірських ґрунтів основним є боротьба з поверхневим зливом і наливом за допомогою регулювання поверхневого і підґрунтового стоку.

Інтенсивність ерозії залежить від типу ґрунту, крутизни та експозиції схилу, рослинного покриву, опадів і характеру використання земель [48, 53, 76].

Науковими дослідженнями доведено, що фізичні показники змитих ґрунтів значно відрізняються від повнопрофільних. У змитих ґрунтах, порівняно з незмитими, підвищується об'ємна і питома маса, зменшується кількість гігроскопічної вологи. Запаси продуктивної вологи на таких ґрунтах навесні в усіх шарах значно менші, ніж у незмитих.

З комплексу заходів захисту ґрунтів від водної ерозії найдешевшими і доступними для виробництва є агротехнічні, до яких належать ґрунтозахисний обробіток ґрунтів і посівів, удобрення, ґрунтозахисні сівозміни та ін.

У кожному поясі питома вага агротехнічних заходів залежить від основного виробничого напрямку господарювання з урахуванням крутизни схилу. У горах, особливо у верхньому поясі Карпат, де переважають пасовища, агротехнічні заходи слід спрямовувати на підвищення продуктивності пасовищ і сіножатей: регулювання випасів худоби, впровадження загінної системи випасання, підвищення поживності зеленої маси та сіна [1, 7].

Численні дослідження Передкарпатської сільськогосподарської дослідної станції показали, що різке підвищення врожайності лук і поліпшення якості травостою на схилах можна досягти внесенням повного мінерального добрива з

перевагою азотних і фосфорних, на сухих заплавлених – азотних і калійних, а на заболочених – калійних і фосфорних [1].

На орних гірських землях основними протиерозійними заходами є раціональне використання земель.

Система зяблевого обробітку на гірських та передгірських схилах вимагає лущення стерні, дискування пласта багаторічних трав, оранки на зяб. Раннє лущення стерні і рання зяблева оранка на схилах мають набагато більше значення, ніж на рівних землях, оскільки не лише сприяють проникненню опадів у ґрунт, а й зменшують стік води вниз по схилу і сприяють нагромадженню вологи у ґрунті [76, 79, 88].

На змитих землях, де орний шар ґрунту становить 12–15 см, а також на щойно розкорчованих ділянках орати з передплужниками не можна, тому попереднє лущення значно поліпшує якість органіки, зменшує забур'яненість поля.

На гірських схилах застосовують вузькозагінну систему оранки впоперек схилу із шириною загонів 20–30 см, що відповідає смуговим посівам і запобігає поверхневому змиву ґрунту. Орати на схилах слід оборотними плугами, а якщо їх немає – звичайними при роботі на один бік, щоб скиби відверталися вниз за схилом. На схилах крутизною понад 8–10° доцільно застосовувати спеціальний трактор ДТ-75К, обладнаний двома плугами, який оре ґрунт з відвалюванням скиби лише вниз за схилом.

У зв'язку з перезволоженням ґрунтів на схилах, ґрунт слід обробляти під кутом до напрямку горизонталей місцевості [132, 141, 142].

На ділянках змитих ґрунтів із неглибоким гумусовим горизонтом, важких за гранулометричним складом, орний шар слід поглиблювати спочатку за допомогою ґрунтопоглиблювачів без вивертання на поверхню глибших шарів [53, 56, 71, 93].

Оранка впоперек схилу чи під кутом до горизонталей, а також ґрунтопоглиблення деякою мірою сприяють зменшенню ерозійних процесів, однак повністю припинити їх розвиток вони не можуть, а на більш крутих схилах, де спостерігається вже помітний стік води,

зораний шар ґрунту може зазнавати значного змиву. Для запобігання змиванню ґрунту на схилах необхідно на зораних на зяб ділянках провести додаткові протиерозійні заходи: боронування, лункування, валкування, перехресний обробіток зябу, щілювання.

Боронування ріллі проводять упоперек схилу однокорпусним плугом, або плугом, у якому знято одну полицю. Для цього на відстані 5–10 м роблять ряд борозен глибиною 25–30 см. Борозни затримують сніг, зменшують стік талих вод і змивання ґрунту. Для запобігання стоку води по борозні у напрямі знижень у ній настають перемички, які обов'язково розміщують у шахматному порядку.

Валкування зябу проводять плугом, на одному з корпусів якого прикріплюють полицю КВ-1. Такі полиці можна виготовити в кожному господарстві, склепавши чи зваривши дві звичайні полиці. При проходженні плуга впоперек схилу подовжена полиця утворює на ріллі валики 15–20 см заввишки, які затримують стокові води, сприяють проникненню їх у ґрунт. Валики утворюють через 1,4–2 м впоперек схилу. Боронування, культивація і коткування ґрунту по валькованій площі не допускаються. Навесні, під час раннього боронування, дискування і культивації, валики розрівнюються [52, 53].

Щілювання ґрунту на схилах є ефективним заходом його захисту від ерозії. Його проводять за допомогою розпушувачів-щілинорізів (РН-60; РН-80; ПУН-1,7; ПРВН-53; АШ-2,240; ГР-2,7), залежно від марки розпушувача через 3–15 м і більше упоперек схилу на глибину 30–80 см. Ґрунт у міжряддях просапних культур щілюють одночасно з культивацією кукурудзи, картоплі на глибину 18–20 см за допомогою долотоподібного розпушувача.

Перехресний обробіток зябу. Під час оранки спочатку вздовж, тобто впоперек горизонталей, однокорпусним плугом прокладають глибокі борозни (до 25–30 см) на відстані до 5 м одна від одної. Після цього вздовж схилу цим самим плугом роблять борозни впоперек схилу (близько до горизонталей) на відстані до 5 м одна від одної. Після цього на схилі утворюються виорані прямокутники розміром 5×10 м. Зливу ґрунту на складних схилах

запобігають такі протиерозійні заходи, як лункування, переривчасте боронування тощо.

Лункування проводять або одночасно з оранкою агрегатом з плугом і однією секцією дискового луцильника ЛОД-10, або після оранки пізно восени всіма секціями ЛОД-10 під оптимальним кутом атаки 35°.

Переривчасте боронування зябу проводять звичайним тракторним плугом за допомогою спеціального пристрою ПРНТ-7000. Можна проводити його і після оранки пізно восени за допомогою пристрою ПЛБ-0,6, який прикріплюється до культиватора. На відміну від лункування, переривчасте боронування застосовують на схилах крутизною 10–12°. Лункування чи переривчасте боронування доцільно проводити контурно, наближаючись до напрямку горизонталей [56, 57].

Великі можливості у ґрунтозахисному землеробстві відкриваються при застосуванні безполицевого обробітку, коли стерня та інші рослинні рештки залишаються на поверхні поля. При систематичному його застосуванні на поверхні ґрунту утворюється своєрідний екран з рослинних решток, який приймає на себе кінетичну енергію опадів і захищає ґрунтові агрегати від руйнування та наступного змивання поверхневим стоком. Крім того, наприклад, стерня, що залишається на полі після безполицевого обробітку сприяє додатковому нагромадженню снігу, що зменшує промерзання ґрунту. Навесні такий ґрунт найшвидше розмерзається, в результаті чого підвищується його водопроникність.

Найінтенсивніше ерозійні процеси розвиваються на посівах просапних культур, особливо якщо культури висівали або висаджували вздовж схилу. Тому висівати і висаджувати просапні культури треба впоперек схилу, щоб в 3–4 рази зменшити змивання ґрунту [16, 24, 30].

Особливо ефективними засобами боротьби з ерозією є розміщення просапних культур почергово із ґрунтозахисними смугами впоперек схилів. Ґрунтозахисними смугами можуть бути багаторічні трави, озимі або ярі культури суцільного способу сівби.

При вирощуванні кукурудзи важливим протиерозійним заходом є підгортання рядків, яке застосовують на простих односхилих територіях тоді, коли сівбу проведено впоперек них. Підгортають рядки переобладнаними культиваторами КРН-4,2 та підгортачами. За даними О. А. Чернявського (1986), в результаті підгортання рядків земляні валики (10–12 см) не тільки захищають ґрунт від ерозії, зменшують забур'яненість поля пізніми бур'янами (куряче просо, лишай сизий), а й на 3–4 ц/га збільшують врожайність зерна кукурудзи.

У зоні Передкарпаття і Закарпаття широко застосовують такий агротехнічний прийом, як формування гребенів та нарощування їх у весняно-літній період. За даними наукових установ (Чернявський О. А., 1986), на посівах озимої пшениці і багаторічних трав проводять щілювання впоперек схилу РН-60 або РН-85 на глибину 55–60 см по мерзлому ґрунту. Відстань між щілинами на схилах крутизною 2–3° становить 8–10 м, а на схилах 3–5° – 6–8 м. На схилах 2–7° щілювання ґрунту на посівах багаторічних трав упоперек схилу через 6–8 м на глибину 55–60 см зменшує поверхневий стік, у середньому, на половину. На посівах озимої пшениці цей агро меліоративний захід зменшував стік талих і дощових вод за 4 роки в середньому на 12–18 %, змивання ґрунту – на 27–65 %.

Передпосівний обробіток та догляд за посівами в умовах гірської та передгірської зон включають такі заходи: ранньовесняне закриття вологи, культивація чи дискування на глибину загортання насіння безпосередньо перед сівбою зернових. Усі роботи проводять під кутом до горизонталей, а на пологих схилах – і по діагоналі. Краще висівати колосові культури впоперек схилу. Кращий спосіб боротьби з ерозією на посівах просапних культур – це вирощування їх смугами впоперек схилу. У ґрунтозахисних смугах можуть бути розміщені багаторічні трави, озимі чи ярі культури суцільного способу сівби.

Запровадження раціональної системи обробітку ґрунту в передгірних та гірських умовах сприяє значному зменшенню ерозії

ґрунтів, підвищенню їх родючості, а також урожаїв сільськогосподарських культур [53, 56].

В системі ранньовесняного передпосівного обробітку ґрунту і при догляді за посівами в усіх підзонах велике значення мають зменшення кількості обробітків і проходів тракторних агрегатів полем. Для зменшення змиву ґрунту необхідний комплекс додаткових протиерозійних заходів, комбінованих агрегатів і спеціальних заходів там, де це дозволяють провести ґрунтово-кліматичні умови.

6.5. Спеціальні протиерозійні заходи на орних землях

В Україні понад 15 млн га земель є еродованими, і ерозія продовжує поширюватись далі на кожний п'ятий гектар з тих, які ще не зазнали її. Проте втрати гумусу на цих землях вже досягли 25–35 %.

В західному регіоні України найбільш відчутного поширення займає водна ерозія ґрунту, особливо в лісостепових і гірських районах, і в значно менших масштабах – вітрова на піщаних і супіщаних ґрунтах поліських районів [25, 56].

Як приклад, поширення ерозійних процесів в цьому регіоні можна показати на Львівській області. Зокрема, площа еродованих сільськогосподарських угідь тут становить 258 тис. га, щорічно змивається 12 млн 443 тис т родючого ґрунту, а разом з ним 668 тис. т гумусу, 87,3 тис. т азоту, 12,4 тис. т фосфору і 199,4 тис. т калію. В окремі роки втрати поживних речовин перевищують кількість мінеральних добрив, що вносяться під сільськогосподарські культури. Середньорічні втрати гумусу за останні 80 років збільшилися у Лісостепових районах в 1,5 рази, в Поліссі – в 6–8 разів.

Проблема охорони ґрунтів від деградації в даний час набула гострого характеру. Її вирішення вимагає контролю за впливом негативних факторів, розробки регіональних систем охорони ґрунтового покриву, пошуку шляхів підвищення родючості і раціонального використання земельних ресурсів [21, 22, 25, 52].

Вирішальне значення для захисту ґрунту від водної і вітрової ерозії має його протиерозійний обробіток. Загальна його мета полягає в тому, щоб поліпшити водопроникність ґрунту, зменшити водозбірну площу, запобігти нагромадженню талих та дощових вод, створити перешкоди на шляху руху води, які б розсіювали її потоки, відводити потоки води в безпечні проти ерозії місця тощо.

Найважливішими протиерозійними заходами обробітку ґрунту є такі: оранка впоперек схилу; контурний обробіток; оранка з ґрунтопоглибленнями або плугом з вирізними корпусами; плоскорізний обробіток із збереженням на поверхні ґрунту стерні; комбінований обробіток; ступінчаста оранка з використанням плугів, у яких парні корпуси встановлюють на 10–12 см глибше; оранка з одночасним формуванням на полі протиерозійного нанорельєфу (борозни, валки, переривчасті борозни, лунки); смугове розпушування ґрунту; щільовання посівів і ґрунту; застосування мінімального обробітку ґрунту; кротування; боронування; лункування тощо [36, 47, 50, 53].

Систему протиерозійних заходів механічного обробітку ґрунту здійснюють під час основного, передпосівного та міжрядного його обробітків. Основний обробіток ґрунту на схилах проводять лише впоперек схилу, або по горизонталях. При цьому кожна борозна, кожний гребінь ріллі перешкоджають поверхневому стоку води, зменшують змив і збільшують запаси вологи у ґрунті.

Оранка впоперек схилу, як свідчать численні досліді, узагальнені Г. А. Чемерисовим, зменшує змив ґрунту залежно від місцевих погодних і ґрунтових умов у 2–4 рази, скорочує стік у 1,8–18 разів, збільшує запаси ґрунтової вологи на 30–95 % і підвищує врожай на 3–80 %. Проведення глибокої оранки на схилах крутизною 1–1,5° запобігає стіканню води по схилу, повністю припиняє змив ґрунту і підвищує врожайність сільськогосподарських культур.

За даними Сумської дослідної станції, у середньому, за 1968–1973 рр. урожайність пшениці після звичайної оранки становила 36,2 ц/га, змив ґрунту – 108,1 м³/га, із збільшенням

глибини орного шару – відповідно 37,4 і 59,2, а із щільованням – 39,6 і 23,9 м³/га. У дослідях центрально-чорноземної смуги НДІЗ, після оранки уздовж напрямку схилу змив ґрунту становив 24,3, а після оранки впоперек – лише 2,9 м³/га [25, 57].

На більш крутих і складних схилах ефективнішою виявилася контурна оранка, оскільки при оранці впоперек схилу внаслідок перетину його горизонталей, під кутом можлива концентрація стоку води. Контурний обробіток ґрунту виконують точно по горизонталях, оскільки це сприяє зменшенню поверхневого стоку і змиву на більшості схилів. Проте на схилах крутизною понад 4° із великим водозбором, коли ґрунт не може увібрати всю воду і можливий великий її стік, після оранки по горизонталях цей захід є малоефективним [39, 46, 56].

Велике протиерозійне значення має поглиблення орного шару ґрунту (світло-сірих, сірих, дерново-підзолистих, бурих лісових) з малим гумусовим горизонтом. Його проводять плугами із ґрунтопоглиблювачами, чизелями, розпушувачами РУ-45, РУ-60. За даними П. С. Захарова (1987), поглиблення оранки до 30–35 см на південних чорноземах сприяло збільшенню запасів вологи в метровому шарі на 25–40 см, зменшенню змиву ґрунту удвічі, підвищенню врожайності зернових культур на 2–2,5 ц/га. Способи глибокого обробітку ґрунту слід диференціювати відповідно до рельєфу площі. Так, на верхніх ділянках схилу, які розміщені біля вододілу і мають типовий для даного району тип, мало змитого ґрунту, оранку можна проводити на повну глибину. На нижніх частинах схилу ґрунти, як правило, малоструктурні, сильнозмиті, з неглибоким гумусовим горизонтом. Щоб запобігти вивертанню на поверхню малородючого шару ґрунту орати треба на меншу глибину, а підорний шар розпушувати ґрунтопоглиблювачами чи плугами з вирізними полицями [57, 58, 76].

Протиерозійний глибокий, мілкий і поверхневий обробіток ґрунту полицевими, чизельними, дисковими і плоскорізними знаряддями залежить від ґрунтово-кліматичних умов, особливостей вирощування культури й попередника. Наприклад, під озими зернові

після зернобобових культур, однорічних трав, кукурудзи на зелений корм та силос на полях, незасмічених багаторічними бур'янами, найдоцільніше проводити поверхневий обробіток ґрунту, який забезпечує, по-перше, краще нагромадження вологи в ґрунті на час сівби озимих і початок росту рослин; по-друге, близьку до оптимальної щільність ґрунту; по-третє, скорочує тривалість несприятливого впливу токсинів на схожість насіння; по-четверте, підвищує продуктивність праці і знижує енергетичні затрати на 30–40 %, сприяє підвищенню врожайності на 2,5–3 ц/га і більше [25, 30, 39].

Дослідження Інституту охорони ґрунтів НААН засвідчили доцільність чергування полицевого, чизельного і поверхневого обробітків в сівозмінах Лісостепу (табл. 32).

Застосування комплексу ґрунтообробних знарядь, який складається із плоскорізів і чизелів різних типів та голчастих борін є не тільки ефективним запобіжним заходом проти дефляції, а й сприяє значному зменшенню стоку талих і зливних вод, а також змиванню ґрунту в осінньо-зимовий період. Залишені на поверхні поля рослинні рештки сприяють збільшенню товщини снігового покриву. При цьому ґрунт промерзає на меншу глибину, раніше розмерзається, завдяки чому на таких полях краще акумулюються весняні талі води. Рослинні рештки, що збереглися на поверхні ґрунту при плоскорізнму або чизельному обробітку, також захищають його від руйнівної дії дощових крапель і вітру. За результатами спільних досліджень Інституту охорони ґрунтів НААН та Хмельницької обласної сільськогосподарської дослідної станції, змив ґрунту після полицевої оранки становив 26,8 м³/га, а після плоскорізного обробітку – 19 м³/га.

Таблиця 32 – Ефективність плоскорізного обробітку ґрунту в сівозміні (ДУ Інститут зернових культур НААН)

Обробіток ґрунту	Урожайність, ц/га			
	пшениця озима по пару, 1973–1978рр.	друга після пару пшениця озима 1974–1978рр.	кукурудза 1975–1978рр.	ячмінь 1976–1978рр.
Оранка під пар і кукурудзу на 28–30 см, під пшеницю озиму і ячмінь на 20–22 см	45,6	38,8	46,4	37,0
Плоскорізний обробіток на таку ж глибину, як і у вар. 1	45,5	38,1	46,4	38,0
Плоскорізний обробіток на 28–30 см під пар і кукурудзу, на 8–10 см під пшеницю озиму, на 12–14 см під ячмінь	45,5	35,6	45,8	38,3
Оранка на 28–30 см під пар, плоскорізний обробіток на 28–30 см під кукурудзу, на 8–10 см під пшеницю озиму, на 12–14 см під ячмінь	45,8	35,4	47,6	38,5
Плоскорізний обробіток на 12–14 см під пар, кукурудзу і ячмінь, на 8–10 см під пшеницю озиму	46,2	35,5	45,8	38,0

Отже, до вибору системи основного обробітку в сівозміні треба підходити творчо.

В Лісостепу, на чорноземах та сірих лісових ґрунтах, в умовах незначного розвитку ерозійних процесів основним способом обробітку ґрунту є оранка під цукрові буряки на 28–32 см, під інші просапні, зокрема кукурудзу, картоплю, соняшник –

5–27 см, під зернові колосові, зернобобові та культури зайнятого пару – на 20–22 см [12, 18, 26].

В даний час вивчають можливість застосування під ярі культури в Лісостепу, поряд з оранкою, обробітку плоскорізними знаряддями. Ефективність впливу такого обробітку на врожайність окремих культур у різних ґрунтово-кліматичних умовах неоднакова. Врожайність ячменю при розміщенні після цукрових буряків та кукурудзи на плоскорізному обробітку майже така сама, як і при оранці (табл. 33). Не знижувалася урожайність ячменю і при мілкому розпушуванні ґрунту на 8–12 см після просапних попередників.

Таблиця 33 – Урожайність ярого ячменю залежно від способів та глибини основного обробітку ґрунту, ц/га

Дослідна станція, роки досліджень	Попередни к	Обробіток ґрунту, см		
		оранк а	плоскорізни й	мілки й
Веселоподолянськ а, 1981–1984 рр.	цукрові буряки	35,4	36,8	39,1
Білоцерківська, 1983–1984 рр.	цукрові буряки	41,5	41,6	39,7
Вінницька, 1979–1983 рр.	кукурудза	42,8	41,8	42,2

Велика кількість досліджень з вивченням плоскорізного обробітку ґрунту в сівозмінах з різним насиченням зерновими і просапними культурами при різних рівнях удобрення проведена дослідною мережею Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків УААН. Плоскорізнні знаряддя (КПГ-250) замість плуга використовували в системі поліпшеного зяблевого обробітку. Дослідження показали, що запаси вологи в ранньовесняний період під різними культурами сівозміни при плоскорізному обробітку ґрунту в середньому такі ж, як і при оранці, а в окремі роки більш ефективне нагромадження вологи відзначено при оранці. Цьому сприяла вища водопроникність ґрунту. Дослідження також

показують, що систематичне застосування плоскоріза замість плуга в буряковій сівозміні супроводжується посиленням підкислення верхньої частини оброблюваного шару ґрунту. Це пояснюється мілким загортанням мінеральних добрив.

Оранка й інші види обробітку ґрунту, проведені впоперек схилу, ефективно запобігають водній ерозії на схилах із крутизною до 3°. При більшій крутизні схилів для регулювання весняного поверхневого стоку рекомендується застосовувати спеціальні заходи зяблевого обробітку, які забезпечують створення на поверхні поля водозатримуючого мікрорельєфу [25, 39].

У землеробстві поширені різні варіанти комбінованої оранки. Ступінчасту (різноглибинну) оранку проводять плугами загального призначення, у яких парні корпуси монтують із стояками на 5–10 см довгими за непарні (стандартні). При оранці таким плугом утворюється нерівне дно борозни і гребенистий профіль ріллі, які стримують внутрішньогрунтовий стік і зменшують дію водної ерозії.

Комбіновано ступінчасту оранку виконують плугами, з яких знімають полиці через корпус і встановлюють їх на 10–12 см та глибше від інших, у результаті чого утворюють їх на 10–12 см глибше від інших, у результаті чого утворюються дуже гребениста поверхня, яка сприяє затриманню і зменшенню стоку води.

Комбіновану оранку виконують чотирикорпусним плугом із знятими через корпус полицями, за якими залишається на поверхні ґрунту стерня, що зменшує розмивання ґрунту. Таким плугом створюється мікрорельєф, який підвищує поглинання води ґрунтом.

На рівних схилах крутизною понад 2–3° рекомендується проводити гребеневу оранку плугами загального призначення з видовженими до 40–45 см полицями на передостанньому корпусі (промислова марка КВ-1). Такі полиці можна виготовити в господарстві зварюванням двох звичайних полиць. Полиці скидають скибу на попередню і на полі утворюються вали 20–25 см заввишки та відкриті борозни, в яких затримується вода. Запаси води у ґрунті

після гребеневої оранки збільшуються на 30–35 см, а врожайність зернових, у середньому, на 2–3 ц/га [25, 53, 80].

На складних схилах найефективнішими способами обробітку зябу є лункування, переривчасте перехресне боронування. При лункуванні на поверхні поля утворюється густа мережа (до 11 тис.) замкнутих заглиблень (лунок) ємністю до 20–25 л, що становить близько 250 м³/га.

Лункування можна проводити одночасно з оранкою за допомогою однієї батареї лункоутворювача, або пристосування ПРНТ-90000 під час осіннього обробітку раннього зябу лункоутворювачем ЛОД-10, або пристосуванням ПЛДГ-10 і ПЛДГ-5 до лушпильників ЛДГ-10 і ЛДГ-5. Переривчасте боронування проводять одночасно з оранкою плугом ПЛН-4–35 із пристосуванням ПРНГ-70000, або УБН-1–35. Перехресне боронування виконують культиватором з підгортальником типу ПВМ. Перший прохід культиватора роблять уздовж, а другий – упоперек схилу.

Лункування доцільно застосовувати на схилах крутизною до 5°, а переривчасте боронування – на більш складних схилах. Врожайність зернових при цьому підвищується на 1,5–2 ц/га, а змив ґрунту зменшується на 30–40 % (табл. 34).

Таблиця 34 – Вплив протиерозійного обробітку зябу на схилах на змивання ґрунту і врожайність ячменю

Спосіб обробітку ґрунту	Змивання ґрунту весняними талими водами, м ³ /га	Врожайність ячменю	
		ц/га	%
Оранка впоперек напрямку схилу	24,1	16,5	100
Оранка впоперек напрямку схилу з лункуванням	6,3	19,6	119
Оранка впоперек напрямку схилу з переривчастим боронуванням	5,0	20,0	120

За даними дослідників Л. В. Дуки, З. М. Томашівського (1987) на сірих опідзолених ґрунтах завдяки боронуванню в осінньо-весняний період зменшилося змивання ґрунту, в середньому, за 3 роки в 7,3 рази, а врожай кукурудзи на силос збільшився на 27 ц/га.

На схилах підвищеної крутизни, де значно знижується ефективність боронування і лункування, рекомендується ширше застосовувати щілювання і кротування.

Щілювання – це захід обробітку ґрунту щілинорізами, який забезпечує глибоке нарізання щілин для підвищення водопроникності ґрунту. Цей простий і доступний захід забезпечує зменшення змиву ґрунту у 2–3 рази, сприяє додатковому нагромадженню вологи і значно підвищує врожайність сільськогосподарських культур. Щілювання зябу проводять упоперек схилу на глибину 50–70 см з шириною щілин 3–5 см. Щоб щілини не забивалися землею і не запливали протягом 3–5 років, їх заповнюють соломою, стернею, післяжнивними рештками, тирсою. Цей захід має назву «вертикальне мульчування». При його застосуванні вбирання вологи ґрунтом збільшується на 50 %, а врожай ячменю – на 1,9 ц/га.

Основна вимога щілювання посівів – мінімальне пошкодження рослин щілинорізом, колесами й гусеницями трактора. Тому ширина щілини зверху повинна становити 25–45 мм.

Щілювання проводять також на посівах озимих і ярих культур, та на травостоях, зокрема на пасовищах. Цей агрозахід проводять до або після сівби. Пшеницю сіють упоперек схилу так, щоб рядки обов'язково перетиналися із щілинами під якомога меншим кутом. Тоді вода, що нагромаджується у міжряддях, гарантовано перехоплюватиметься щілинами.

Бондар Д., Гнатенко О., Мамикін І. (1972) виявили, що ефективність щілювання в пониженні стоку води була найбільшою, коли його проводили в посівах озимої пшениці перед замерзанням ґрунту. На 25–35 мм більше вологи нагромаджувалося за рахунок зимових опадів переважно в роки із значним сніговим покривом. Зона додаткового зволоження ґрунту на щілинах найчастіше

розміщувалась на глибині більше, ніж 100 см і поширювалася на відстані 150 см вниз по схилу і на 80 см вверх від щілини (табл. 35).

Таблиця 35 – Ефективність щілювання ґрунту щодо нагромадження та збереження вологи у 1,5-метровому шарі ґрунту

Строки визначення	Без щілювання	У зоні щілини	На відстані від щілини, см			
			30	60	90	120
Відновлення вегетації	118	147	159	133	123	119
Вихід у трубку						
щілина відкрита	69	32	43	68	67	67
щілина закрита	69	57	83	79	72	67

Недоцільно проводити щілювання на складних з багатьма видолінками на схилах, оскільки нарізати щілини на них по лініях, близьких до горизонталей, технічно важко [64, 106] .

Суть кротування полягає в тому, що на глибині 40–50 см спеціальним пристроєм (дренером) створюють систему пустот (кротовин) діаметром 6–8 см на відстані 0,7–1,4 м одна від одної. Кротування проводять одночасно зі щілюванням. Вода надходить у кротовину крізь щілину, яку прорізує ножем щілиноріз. Кротування поліпшує водопроникність ґрунту і розподіл вологи по його профілю. В умовах надмірного зволоження кротування сприяє відтоку надмірної вологи при таненні снігу і зливових дощах. Кротовини залишаються ефективними протягом 3–4 років.

Кротування збільшує запаси вологи в ґрунті до 300 м³/га, тобто сприяє засвоєнню 40–50 % весняного стоку талих вод.

Особливої уваги заслуговують наукові дослідження, проведені В. В. Цибульським, В. О. Криволаповим та І. Г. Шишковим (1969), з використання протиерозійних заходів у боротьбі з водною та вітровою ерозією в умовах Закарпатської області. На прикладі вирощування винограду у виробничих умовах було застосовано ряд протиерозійних заходів. Коротко зупинимось на основних їх результатах.

На Закарпатті виноградники розташовані, в основному, на схилах, тобто на землях, які піддаються інтенсивній дії водної ерозії. Неприятливі фізичні властивості ґрунтів (бурих лісових і особливо буроземно-підзолистих), їх низька водопроникність, мала кількість водотривких агрегатів, наявність неглибоко розташованого водопроникного ілювіального горизонту сприяють розвитку ерозійних процесів на виноградниках.

В Закарпатській області постійно проводиться реконструкція виноградників. Малі ділянки старих безсистемних насаджень об'єднуються у великі масиви, які дозволяють використовувати механізми для обробітку ґрунту і догляду за рослинами. Реконструкція виноградників дає можливість суттєво зменшити частку ручної праці у виноградарстві, знизити собівартість продукції, полегшити і зробити продуктивнішою працю виноградарів. Разом з тим, зміна характеру обробітку ґрунту при застосуванні машин, збільшення довжини полів на виноградниках, розташованих на схилах, зменшення кількості рослин, що висаджуються на одиниці площі та ряд інших факторів істотно впливають на посилення ерозійних процесів.

Багато господарств області ведуть ефективну боротьбу з ерозією ґрунтів. На пологих схилах крутизною до 8° ряди рослин розміщують впоперек схилів – по горизонталі, що сприяє значному зменшенню водної ерозії. Проте, якщо схил має значну протяжність, то навіть при поперечному розміщенні рядів часто під час змиву спостерігається розмивання ґрунту, утворення борозен і вимоїн, які пересікають виноградники іноді на всю глибину плантажного обробітку. Щоб уникнути цього, працівники Середнянського винрадгоспу кожне дев'яте-десяте міжряддя задернують. Перед цим посередині міжряддя робиться борозна з пологими стінками для збирання і виведення з виноградників зливових вод. Відводять воду в задерновані і вимощені водостоки. Траву в задернованих міжряддях систематично скошують. Ці заходи дали можливість господарству значно зменшити ерозійні процеси у виноградниках.

Велика кількість опадів (700–900 мм на рік) примушує виноградників на схилах крутизною понад 8–10° будувати водовідвідні споруди. У Берегівському винрадгоспі на деяких виноградниках створено систему водовідвідних споруд (вимощених камінням канави). У місцях перепадів споруджують колодязі, а дороги розмішують серпантинами, що не лише полегшує рух транспорту, але й зменшує розмивання доріг під час злив. Вздовж доріг викладають підпірні кам'яні стіни. Для зниження інтенсивності водної ерозії, на таких ділянках необхідно негайно створити сітку водовідвідних канав, вимощених камінням.

Також не слід проводити осінній глибокий обробіток ґрунту на цих ділянках. Обов'язково засипати вимоїни, укріпити розмиті місця за допомогою плотів та інших споруд, нарізати тимчасові борозни у горизонтальному напрямку з нахилом 2–3° для відведення зайвої води на межі виноградників. Міжряддя доцільно висівати озимим ріпаком з тим, щоб навесні (III декада квітня) зелену масу задискувати.

На Закарпатті спорудженню водовідвідних каналів, опорних стін тощо і раніше приділяти велику увагу. Наприклад, у Ключарках в урочищі Червона гора ще до організації радгоспу перед садінням винограду на площі близько 14 га на схилах було закладено дренажну сітку. По дренах вода відводиться в колектори, які з'єднані двома бетонними закритими колодязями розміром 5х5 м, завглибшки до 3 м (65–70 м³ кожний). Зібрана вода використовується в літній період для обприскування виноградників.

У багатьох господарствах в зоні традиційного виноградарства (Ужгородський, Мукачівський, Берегівський і Виноградівський райони) на старих виноградниках, що розташовані на схилах, можна побачити прості, але діючі засоби проти водної ерозії. Це буферні поперечні задерновані смуги чагарників, розташовані під невеликим кутом до горизонталі і задерновані водовідвідні канави, водовбирні колодязі. Крім того, розташована над серпантинном дорога із задернованими укусами і кюветом також служить непоганим засобом захисту від водної ерозії. Але в окремих господарствах на

старих і молодих виноградниках ще спостерігаються випадки, коли занедбана проїзна дорога, особливо, розташована поблизу до вертикального схилу, що є першопричиною ерозійних процесів. Відсутність водозатримуючих і водовідвідних споруд на схилах призводять до поступового руйнування виноградників.

При реконструкції плантацій, коли усуваються старі межі, буферні смуги, чагарники, поодинокі дерева, коли окремі дрібні ділянки зливаються в один масив, загроза ерозії зростає. Тому необхідно посилювати і боротьбу з нею. Без попередньо складеного агроінженерного проєкту з врахуванням протиерозійних заходів, реконструкція виноградників, особливо розташованих на схилах – неможлива.

Протиерозійні заходи (основні) необхідно починати ще до закладання виноградників. Одним з дійових заходів боротьби з водною ерозією ґрунтів на схилах крутизною понад 8–10° є терасування. Дрібне ручне терасування застосовується на Закарпатті здавна, але тепер створюється принципово новий тип терас. На нових терасах для обробітку ґрунту і догляду за кущами можна застосовувати машини. Та й саме спорудження терас здійснюється виключно механізмами [15, 25, 39].

Для спорудження терас на схилах крутизною до 17–18° застосовують звичайні плуги (наорювальний спосіб терасування), або плантажні плуги (плантажний спосіб). При застосуванні плантажного способу створюються дещо поліпшені ґрунтові умови для росту і розвитку рослин. На схилах крутизною понад 18° застосовується бульдозерний або виїмково-насипний спосіб терасування.

Останнім часом в ряді господарств в порядку виробничих досліджень споруджено тераси. Правильно споруджені тераси при відповідному догляді і агротехніці майже повністю припиняють водну ерозію і дозволяють вирощувати високі врожаї винограду. Так, у колишньому винрадгоспі Берегівського району на терасах, споруджених на схилі південної експозиції, вже на третій рік після

садження лози в 1967 р. зібрали по 20 ц/га високоякісного винограду сорту Леанка, а в 1968 р. – по 50 ц.

Тераса споруджена способом наорювання з наданням їм невеликого прямого нахилу (в бік загального схилу) – 1–2°. Потім тераси вирівняли від сідловин і підвищень, засіяли укуси травами.

Спорудження терас механізованим способом і закладання на них виноградників – новий спосіб. При ознайомленні з ходом терасування і освоєння терас під виноградники в господарствах виявлено істотні недоліки і помилки. Допущені недоліки полягали в тому, що спорудження терас проводили після підняття плантажу. При цьому, між насипаним укосом верхньої тераси і виїмковим укосом наступної тераси не завжди залишалась смуга схилу з непорушеним ґрунтом і природною трав'янистою рослинністю, ширина якої звичайно коливається від 0,5 до 1 м. Така суцільна плантажна оранка на ділянках, відведених під терасування, не тільки не виправдала себе, але й знизилла протиерозійну стійкість терас [39].

В багатьох господарствах тераси споруджено із поворотом (в бік протилежного схилу) нахилом полотна. Під час зливи вода на таких терасах збирається в зоні виїмкового укосу. Стікаючи вздовж тераси, вода збирається в пониженнях і, прориваючись, утворює глибокі рови та яри вздовж усього схилу.

При спорудженні терас полотно повинно бути горизонтальним або з незначним (1–2°) прямим нахилом. При цьому, зливі води не збираються в пониженнях місцях, а рівномірно стікають по всій площині насипного укосу, утворюючи навіть з першого, найбільш небезпечного року лиш незначні розливи. В наступні роки, коли висіяні трави утворюють на насипному укосі щільну дернину, розмивів на терасах цього типу не буває зовсім.

При спорудженні терас потрібно прагнути, щоб вони були якомога ближче до горизонталі і мали лише незначний поздовжній нахил – 0,5–1°. В даному випадку вздовж виїмкового укосу роблять канавку з наступним задернінням, або вимощують її камінням. Такі

канавки дають можливість відводити зайві зливові води за межі ділянки – у водовідвідні канавки.

Наразі в окремих господарствах не приділяють належної уваги формуванню виїмкового укосу терас. В більшості випадків він близький до 90°. Вода, стікаючи по такому укосі, утворює водоспади, розмиває ніші, що призводить до обвалів і порушення терасного полотна. Між тим, будь-яка робота по реконструкції виноградників на схилах, і особливо така складна, як спорудження терас, повинна починатись із створення водозахисного валу й сітки водовідвідних канал [25, 52, 88].

Після спорудження східчастих терас в умовах Закарпаття необхідне окультурення полотна. Зразу ж після терасування потрібно провести глибоке (на 55–60 см) розпушення полотна і виїмкової частини терас з одночасним внесенням молотого вапняку з розрахунку 0,5 норми за гідролітичною кислотністю, 400–500 кг/га діючої речовини CaCO_3 і по 150–200 кг/га фосфорних (P_2O_5) і калійних (K_2O). Після розпушення на терасах висівають сидерати: восени – вико-жито і люпин, соняшник з горохом – у весняно-літній період.

На насипних укосах для закріплення розпушеного ґрунту висівають злакові трави – райґрас пасовищний, кострицю лучну та інші.

Висаджувати виноград потрібно на відстані не ближче 1 м від укосів терас. Кущі, висаджені біля самого виїмкового укосу, погано розвиваються через високу щільність малородючого ґрунту. Кущі потерпають від надмірної вологи. Крім того, дотримання зазначеної відстані необхідне для здійснення цілого ряду агротехнічних заходів обробітку ґрунту в рядах, укривання кущів на зиму, обприскування тощо.

Ширина міжрядь на терасах не повинна бути меншою 2 м, щоб було зручно проводити механізований обробіток і догляд за рослинами. Таким чином, ширина полотна тераси може коливатися в межах 4,0–4,5 м. Тераси такого типу для двох рядів рослин дають можливість найбільш раціонально використати площу схилу.

Аналогічні дослідження із застосування валів-терас на ефективність плодового саду проводили у Науково-дослідному інституті захисту ґрунтів від ерозії (ВНИИЗПЕ). Досліди по садівництву валів-терас у плодоносному яблуневому саду плодоовочевому радгоспі «Курський» Курського району Курської області проводили в 1975–1979 рр.

Вали-тераси заклали на ділянках саду з міжряддями, розміщеними впоперек основного схилу з 1–2°. За крутизною основного схилу 3–4° вали-тераси розміщали через 4–5 міжрядь, 5–6 – через 2–3, 8–9° – через одне, більше 10° – в кожному міжрядді. У намічених міжряддях, де після будували вали-тераси, проводили оранку з оборотом пласту ґрунту у напрямку зверху вниз. Після цього, автогрейдером формували терасу з зворотним ухилом і поверхнею 1–2°. При проведенні оранки дотримувались вимоги, щоб не засипати кореневу шийку плодового дерева. На насипній частині ґрунту створюють вал у розмірі 0,5 м. Тераси розміщують на відстані 1,5 – 2,0 м від ряду дерев, щоб не пошкодити кореневу систему.

Після побудови тераси з валом проводять 2–3-кратне дискування важкими дисками і вирівнювання бульдозером по довжині тераси через кожні 15–20 м поперечних валиків висотою 25–30 см, які не допускають стоку води вздовж поверхні тераси. Насипні відкоси залужують багаторічними травами. Травостій по мірі відростання скошують і залишають на місці в якості мульчі. На створеній вал-терасі вносять органічні і мінеральні добрива, відповідно до зональних агротехнічних вимог. Догляд за терасами полягає в періодичному відновленні поперечних валиків, обробітку поверхні тераси, скошенні трави на насипній частині відкосу.

Вали-тераси були закладені на середньосуглинистих середньозмитих темно-сірих ґрунтах на схилі південно-західній експозиції з крутизною 4–9°. Схема дослідів включала два варіанти розміщення терас – через одне міжряддя. Контролем служила ділянка саду без терас. Ґрунт підтримувався підорним паром. Обидва варіанти мали залужені водотоки шириною 6 м для скидання

надлишків води навесні і в період злив. Такі водотоки будують з врахуванням рельєфу схилу.

Зими за роки досліджень були сніжними і порівняно холодними, середньомісячна температура повітря в січні і лютому була нижчою норми на 0,8–6,2°, а опадів випало на 20–25 % більше норми. Сніговий покрив на варіантах з валами-терасами був нерівномірно розподілений на схилі. Максимуму він досягав на поверхні тераси, в нижній частині схилу (80–96 см), в середній складав 88 см, в верхній частині схилу – 65–80 см.

Промерзання ґрунту було різним залежно від розподілу снігу. В міжтерасовому просторі промерзання ґрунту становило 45–60 см, а на терасі з вбиранням частини ґрунту виявився практично розмерзлим до глибини 8–17 см. В міжтерасовому просторі і на контролі ґрунт промерзав до 37–47 см.

Стік води навесні формувався спочатку на схилах південної експозиції, потім – у північній, різниця у часі між формуванням стоку може становити близько місяця. На південних схилах танення снігу проходить інтенсивніше через велику кількість сонячних променів, тому тут створюються умови для формування значного стоку води, що сприяє розвитку ерозійних процесів. Вали-тераси в садах запобігають розвитку ерозійних процесів.

Порівнюючи середньорічну величину стоку на валах-терасах і контролю, можна побачити, що на варіанті «вали-тераси через три міжряддя» води навесні стікає в 2,5 рази менше, а на «валах-терасах через одне міжряддя» – в 12 разів менше, ніж на контролі.

Наведені дані вказують, що змив ґрунту, в основному, спостерігається лише на контролі, а на варіантах з терасами практично відсутній. Інтенсивність стоку знаходиться в прямій залежності від природних умов у цей період. При великих запасах снігової води збільшення температури повітря (при значному промерзанні ґрунту) сприяє інтенсивному стоку. Максимальний стік на контролі спостерігався в 1977 і 1978 рр., коли коефіцієнти стоку досягли показників 0,55 і 0,45, тобто половина запасу снігової води стекла в гідрографічну мережу. У той час на «валах-терасах через

три міжряддя» коефіцієнт стоку не перебільшував 0,24, а на варіанті на «валах-терасах через одне міжряддя» – 0,07. У 1979 р. в результаті різкого підвищення температури повітря протягом двох холодних днів (30 і 31 січня) величина стоку на контролі складала 6 мм, а на валах-терасах – біля 1 мм.

За даними ВНИИЗПЕ, зливові опади в літній період володіють більш руйнівною силою, ніж снігові води. Середній змив ґрунту за п'ять років був на контролі (20 т/га), максимальна величина змиву на контролі зареєстрована в 1977 р. (47 т/га). На терасах змив був у 5–9 разів меншим, ніж на контролі.

Одним із основних факторів, які сприяють формуванню урожаю у садах є постійна водозабезпеченість плодових насаджень.

Вали-тераси з оновленням поперечних валиків висотою 25–30 см затримують у період весняного сніготанення більше 1000 м³ води на 1 га.

При вивченні водного режиму на терасах і на контролі в 1,5-метровому шарі ґрунту встановлено, що в умовах Курської області запаси вологи на ділянках з валами-терасами в будь-який час вегетаційного періоду значно більші (весною – 117 мм, літом – 107, осінню – 142 мм), ніж на безтерасних ділянках (відповідно 25, 26 і 29 мм). У посушливі 1975 і 1976 рр. позитивна роль валу-тераси, як нагромаджувача вологи, була особливо наочною. Загальні запаси вологи літом 1975 р. в метровому шарі, де розміщена основна коренева система на варіанті «вали-тераси через одне міжряддя», перебільшувала контроль на 75 мм, а в 1976 р. – на 57 мм.

На контролі в ці роки запаси вологи зменшувались до кількості важкодоступних для використання плодовими деревами.

Більш сприятливий температурний режим ґрунту створюється на валах-терасах в осінній і ранньозимовий період. Ґрунт, захищений снігом від глибокого промерзання протягом зими, залишається майже завжди постійним. Це дає можливість кореневій системі мати довший період росту, охоплюючи навіть зимові місяці, що сприятливо впливає як на нагромадження у плодовому дереві

органічних речовин в пізньоосінній і навіть частково зимовий період, так і на зимостійкість.

Вали-тераси сприяють підвищенню урожайності плодкових дерев. Найбільший приріст врожаю отримали на варіанті з валами-терасами через одне міжряддя. У середньому, за п'ять років приріст врожаю сорту Антонівка становить більше 32 ц/га, сорту Шафран-Китайки – 36 ц/га. Суттєвий приріст був і на другому варіанті, він відповідно становить 12,8 і 24,5 ц/га. В несприятливі для розвитку плодкових культур 1975 і 1976 рр. врожайність на всіх варіантах з валами-терасами була більш високою, ніж на контролі. В цілому, необхідно відмітити, що дослідження ВНИИЗПЭ і плодовоовочевому радгоспі «Курский» (1975–1979 рр.) показали високу економічну ефективність валів-терас у садах.

Приріст, отриманий від реалізації плодів, дещо перевищує збільшені затрати на виробництво продукції на валах терасах, порівняно з контролем. Підвищується рентабельність садів.

Виробнича перевірка, проведена в господарствах Російської Федерації і в Україні, показала, що створення валів-терас в садах на схилах забезпечує високий економічний ефект.

Вали-тераси недоцільно будувати в зонах недостатнього і нестійкого зволоження у вегетаційний період на схилах будь-якої експозиції крутизною більше 4–6° на ґрунтах різного ступеня змитості.

Прикладом зразкового застосування комплексу протиерозійних заходів при вирощуванні сільськогосподарських культур можна також навести результати досліджень колишньої Передкарпатської сільськогосподарської дослідної станції Закарпатської області.

Перед закладкою досліду була розроблена картосхема, в якій передбачалось вивчати спеціальні протиерозійні заходи залежно від напрямків оранки, крутизни схилів, типу ґрунту, ступенів змитості, характеру розвитку наявних ерозійних процесів тощо.

Система зяблевого обробітку на гірських та передгірних схилах включає лущення стерні, осіннє дискування пласта

багаторічних трав, оранку на зяб, утворення водозатримуючих валів на поверхні ріллі [92, 95, 107].

Лущення стерні в умовах гірської зони запобігає пересиханню ґрунту, створює сприятливі умови для вбирання опадів, знищує поживні бур'яни до їх обсіменіння, підрізає і послаблює багаторічну трав'янисту рослинність. Лущенням вдається загорнути на невелику глибину насіння бур'янів. На змитих землях, де орний шар неглибокий (15–16 см), а також на розкорчованих, орати з передплужниками не можна. Деколи доводиться застосовувати дворазове лущення: перший раз на глибину 7–8 см, другий – на 10–12 см.

Лущити поле слід відразу після збирання врожаю. При пізніх строках, коли температура ґрунту знижується, лущення не забезпечує очікуваного ефекту. Тому сильно забур'янені поля слід звільнити з-під урожаю в першу чергу, щоб за теплої погоди встигнути провести одне або два лущення. Дискування пласта багаторічних трав проводять перед його розорюванням під картоплю на глибину 6–8 см. Проводять дискування восени, або навесні дисковими бородами у два сліди перед розкиданням ґною. Подрібнення дернини забезпечує високу якість оранки, краще перегнивання корневих решток, зменшує забур'яненість.

Оранка – основний спосіб обробітку ґрунту. На гірських схилах застосовують вузькозагінну систему оранки впоперек схилу (ширина загонів 20–30 м), що відповідає смуговим посівам і запобігає поверхневому змиву ґрунту. Поворот трактора по можливості слід робити за межами поля, щоб не розорювати поворотні смуги вздовж схилу. Щоб забезпечити повне обертання пласта, орати на схилах необхідно оборотними плугами, а при їх відсутності – звичайними при роботі в один бік, так, щоб скиба відверталася вниз за схилом [36, 39].

Дерново-підзолисті та буроземні ґрунти важкого гранулометричного складу погано вбирають вологу і при випаданні надмірної кількості опадів перезвожуються. Тому на схилах, де

поширені такі ґрунти, потрібно вирішувати одночасно два питання: боротьбу з надмірним зволоженням і захист ґрунтів від ерозії.

Слід зауважити, що в умовах складного рельєфу гірської та передгірної зон застосовувати оранку під кутом до горизонталей практично неможливо. На таких схилах оранка впоперек основного їх напрямку – це і є оранка під різними кутами до горизонталей.

Поглиблення орного шару підвищує водопроникність ґрунту, його аерацію, сприяє інтенсивному розвитку аеробних мікробів, нагромадженню поживних рослинних решток. Крім того, глибока оранка сприяє поширенню й розвитку кореневої системи рослин. Шляхом поглиблення орного шару ґрунту розпушуються щільні горизонти, зменшується кількість шкідливих для рослин токсичних сполук заліза, алюмінію та марганцю, суттєво зменшується засміченість ґрунтів, кількість шкідників, підвищується ефективність ґною та вапна. Збільшувати глибину орного шару без внесення ґною і мінеральних добрив не можна. Отже, на ґрунтах з неглибоким гумусним горизонтом, змитих з важким гранулометричним складом орний шар слід поглиблювати спочатку з допомогою ґрунтопоглиблювачів без вивертання на поверхню глибших шарів.

За даними Передкарпатської сільськогосподарської дослідної станції, поглиблення орного шару позитивно вплинуло на урожай силосної маси кукурудзи, який зріс на 23–52 ц/га (табл. 36). Змив ґрунту при цьому значно зменшився.

Таблиця 36 – Вплив ґрунтопоглиблення на врожай силосної маси кукурудзи в умовах Передкарпаття

Глибина оранки, см	Напрямок оранки до схилу	Урожай, ц/га	Змив ґрунту, м ³ /га
20–22	вздовж	300,3	5,2
	впоперек	305,1	4,3
20–22	вздовж	322,7	4,9
З ґрунтопоглибленням до 30–22	впоперек	357,1	3,5

Позитивно реагує на поглиблення орного шару і картопля. На дерново-підзолистих поверхнево оглеєних до 40 см ґрунтах урожай бульб від поглиблення орного шару збільшився на 32 ц/га, порівняно з оранкою на 18–27 см. На сірих опідзолених пилувато-важкосуглинистих ґрунтах Чернівецької області ґрунтопоглиблення сприяє також зменшенню змиву ґрунту та підвищенню врожаю силосної маси кукурудзи (табл. 37).

Таблиця 37 – Вплив ґрунтопоглиблення на змив ґрунту та врожай силосної маси кукурудзи

Напрямок оранки та глибина, см	Змив ґрунту, м ³ /га	Врожай силосної маси на змитих ґрунтах	
		слабо-змитих	середньо-змитих
Впоперек схилу 18–20	14,9	210	188
Впоперек схилу 18–20 з ґрунтопоглибленням до 28–30	5,5	236	218

У дослідях Гірсько-Карпатської дослідної станції від поглиблення орного шару, за допомогою ґрунтопоглиблення, змив ґрунту зменшився у весняний період під картоплею на 26,4, під

вівсом – на 37,2 %. Ще кращі результати одержано при поєднанні ґрунтопоглиблення з валкуванням. Порівняно із звичайною оранкою, змив ґрунту у весняний період зменшився під картоплю на 39, а під овес – на 48,2 %. Це можна пояснити тим, що при ґрунтопоглибленні значно збільшується водовбирна здатність ґрунту, а валки, утворені на поверхні ріллі, краще затримують талі і дощові води. Застосування протиерозійних заходів позитивно вплинуло і на врожай картоплі. Так, від одного лише ґрунтопоглиблення урожай картоплі збільшився, в середньому, на 11,5 %, а вівса – на 22,2 %. При одночасному ґрунтопоглибленні й валкуванні урожай картоплі збільшився на 16,9 %, а вівса – на 23,4.

Збільшувати глибину оранки після розпушування підорного шару можна на 1–3 см. Проте поглиблення орного шару забезпечує очікуваний ефект лише при внесенні підвищених доз органічних і мінеральних добрив. Так, на сірому лісовому опідзоленому суглинку поглиблення оранки з 20 до 28 см виправдало себе тільки при внесенні добрив у 2 шари (на глибину 28 і 14 см). Приріст урожаю цукрових буряків при цьому становив 70 ц/га. Встановлено, що на буроземних ґрунтах гірської зони Карпат при звичайній оранці під картоплю слід вносити ґною не менше 35–40 т/га, при поглибленні оранки – додатково під кожний сантиметр поглибленого шару 3 т/га, а також підвищені дози мінеральних добрив.

Таким чином, оранка впоперек схилу чи під кутом до горизонталі, а також ґрунтопоглиблення в деякій мірі сприяють зменшенню ерозійних процесів, проте повністю припинити їх розвиток вони не можуть. З цією метою застосовують допоміжні протиерозійні заходи: валкування, переривчасте боронування, лункування, щілювання зябу.

6.6. Система удобрення

При застосуванні добрив поліпшується родючість ґрунту і підвищується врожайність сільськогосподарських культур. Це відбувається завдяки тому, що добрива збагачують ґрунт рухомими поживними речовинами.

Добрива також забезпечують повніше використання елементів живлення самого ґрунту, оскільки позитивно впливають на розвиток кореневої системи вирощуваних культур та поліпшення його фізичних властивостей.

Про високу ефективність мінеральних і органічних добрив свідчать наукові дані та багаторічний досвід господарств. За даними науково-дослідних установ, від внесення азотних добрив підвищується врожайність сільськогосподарських культур на чорноземах – на 25–55 %, на підзолистих ґрунтах – на 80 %, фосфорних – відповідно 16–44 і 56 %, від внесення калійних – 9–15 і 28 %. За правильного використання, від 1 ц мінеральних добрив в умовних стандартних туках, у середньому, за минулі роки одержували такий приріст урожайності, ц/га: зерна – 1–1,3; цукрових буряків – 6,5–17; картоплі – 9,7–10,7; сіна, однорічних і багаторічних трав – 3–4,5. Не менш ефективні й органічні добрива. Кожна тонна внесеного в ґрунт гною за роки його дії у науково обґрунтованих сівозмінах дає додатково до 1 ц продукції у перерахунку на зерно.

Всі види добрив, які застосовують у господарствах з врахуванням біологічних особливостей рослин і властивостей ґрунтів, не тільки підвищують урожайність, але й поліпшують сільськогосподарську продукцію [54, 66, 69].

Добрива слід вносити з врахуванням агрохімічних картограм при правильному співвідношенні N:P:K. Не врахувавши цього, можна спричинити погіршення якості врожаю.

Найкращим співвідношенням елементів живлення в добривах на дерново-підзолистих ґрунтах Передкарпаття під пшеницю є 1,5:1,1 при нормі $N_{60}P_{40}K_{40}$, а співвідношення 2:1, 5:1 при нормі $N_{60}P_{60}K_{40}$ призводить до вилягання посівів.

Система удобрення, будучи невід’ємною складовою частиною системи землеробства на еродованих землях, має певні особливості, які зумовлені, з одного боку, природними факторами, а з іншого – господарськими і, насамперед – невисокою їх родючістю та ґрунтозахисною спрямованістю технології вирощування сільськогосподарських культур. У зв’язку з цим, розширюється коло питань, що вирішуються системою удобрення, яка повинна забезпечувати не тільки підвищення врожайності сільськогосподарських культур і поліпшення якості продукції, а й окультурення ґрунтів, підвищення їх протиерозійної стійкості, посилення ґрунтозахисних функцій посівів, охорону поверхневого стоку від забруднення біологічними речовинами і патогенними мікроорганізмами.

Важливим заходом підвищення протиерозійної стійкості еродованих ґрунтів і продуктивності рослин у системі органічних і мінеральних добрив є врахування зональних і ґрунтово-кліматичних умов. На еродованих ґрунтах з низькою природною родючістю в усіх кліматичних зонах вирішальну роль у забезпеченні високого врожаю сільськогосподарських культур відіграють добрива. Їх ефективність зростає в міру змитості ґрунту і виявляється при внесенні як окремо, так і у складі повного мінерального добрива.

Ефективність добрив значно зростає на фоні проведення агротехнічних заходів, які сприяють не тільки зменшенню змиву ґрунту, а й додатковому нагромадженню вологи у ньому за рахунок зменшення поверхневого стоку води. Добрива, у свою чергу, підвищують ефективність протиерозійних прийомів обробітку ґрунту. Це пояснюється ефектом взаємодії двох факторів – вологи й поживних речовин, яких мінімум на еродованих землях.

У всіх існуючих рекомендаціях щодо застосування добрив на схилових землях пропонується збільшувати норми внесення органічних і мінеральних добрив на 40, 50 і навіть на 100 %, порівняно з повнопрофільними ґрунтами, які відводяться під інтенсивні зерно-просапні і просапні сівозміни.

Досвід розробки впровадження ґрунтозахисної КМСЗ показав, що стабілізація вмісту гумусу в інтенсивних зерно-просапних сівозмінах настає при внесенні 14–22 т/га ґною в поєднанні з вирощуванням проміжних культур.

За даними Благошенської З. К., Юркін С. Н. (1979), в Україні щороку внаслідок змивання в поверхневі води з удобрених земель потрапляє 3,5–14,5 т/м³ стоків азоту, що становить 10–15 % азотних добрив, внесених у ґрунт, до 25 % фосфору і 2 % калію.

В усіх випадках значно більше азоту втрачається з нітратних добрив і менше – з аміачних. Тому при застосуванні спочатку слід по можливості зменшити інтенсивність нітрифікації і скоротити час перебування добрив у ґрунті без рослин, тобто вносити в кореневе підживлення і безпосередньо перед сівбою. При внесенні твердих амонійних і амідних добрив багато аміаку втрачається при поверхневому використанні.

Розроблена система удобрення ґрунту повинна сприяти не лише підвищенню врожайності сільськогосподарських культур, а й родючості ґрунту, зокрема збільшенню її найбільшого показника – вмісту гумусу. В інтенсивних сівозмінах щороку на мінералізацію гумусу втрачається близько 1 т/га на суглинкових і 1,5 т/га – на легких та супіщаних ґрунтах для створення врожаю сільськогосподарських культур. Відтворюється його 15–50 % за рахунок корневих і післяжнивних решток (табл. 38).

Таблиця 38 – Показники мінералізації гумусу, поповнення його втрат (за рахунок післяжнивних і корневих решток) та коефіцієнта гуміфікації ґною (Примак І. Д. і інші, 2001)

Показники	Полісся			Лісостеп		
	просапні	зернові	багаторічні трави	просапні	зернові	багаторічні
Мінералізація гумусу, т/га	1,5	1,0	0,5	2,0	0,7	0,8
Поповнення гумусу за рахунок післяжнивних і корневих решток, т/га	0,2	0,4	0,6	0,25	0,5	0,8
Коефіцієнт гуміфікації ґною, % від сухої речовини	20	20	20	30	30	30
Вміст сухої речовини в ґної, %	22	22	22	22	22	22

Окремої уваги заслуговує застосування ґною на еродованих ґрунтах. Із багаточисленних досліджень відомо, що органічна речовина у вигляді ґною при застосуванні його на еродованих ґрунтах відіграє роль цементуючої речовини, що дає можливість поліпшувати структуру, зокрема гранулометричний склад ґрунту на середньо- та сильнозмитих ґрунтах.

Для підтримання бездефіцитного і позитивного балансу гумусу слід користуватися показниками його мінералізації і поповнювати втрати за рахунок післяжнивних і корневих решток та внесення органічних добрив. Мінералізація гумусу під просапними й зерновими культурами переважає над поповненням його втрат за рахунок стерньових і корневих решток, тому його слід поповнювати додатковим внесенням органічної речовини у вигляді ґною, соломи, зеленої маси рослин-сидератів, використанням фітомеліоративної дії бобових культур, періодичних посівів багаторічних трав, формуванням більшої біомаси, внесенням мінеральних добрив. Дослідження показують, що для досягнення найвищої продуктивності вирощуваних культур і відтворення

гумусу за рахунок ґною, вносити його доцільно невисокими дозами і частіше, щоб не створювалися умови для надмірного живлення рослин, наступного їх вилягання і зниження врожаю.

Механізм і темпи перетворення підстилкового ґною, залежно від глибини його загортання у ґрунт, вивчали давно. Доведено, що чим глибше ґній зароблений у ґрунт, тим повільніше він мінералізується і тим вищий коефіцієнт його гуміфікації. Найінтенсивніша мінералізація ґною спостерігається в перші місяці після внесення і цей час, у зв'язку з достатньою аерацією ґрунту, мало залежить від глибини його загортання. У зоні Західного Лісостепу на землях в зерно-просапній сівоzmіні найвищою була віддача від внесеного ґною при глибокому загортанні. У дослідях, проведених у Львівському національному аграрному університеті, за даними З. М. Томашівського, М. Я. Бомби, Ю. О. Ковальчука (1999) приріст урожаю цукрових буряків при внесенні ґною на глибину 15–30 см плугом ПЯ-3-35, порівняно з традиційною оранкою плугом ПЛН-3-35 і оранкою плугом-чизелем ПЧ—2,5 на таку ж глибину, становив відповідно 27–31 і 16–24 ц/га. Найбільшою була віддача від ґною на фоні консервуючого обробітку з усіх протиерозійних способів обробітку ґрунту. До 50 % ґною завдяки пружності та напівгвинтовій будові наральника загорталося на глибину більше 10 см, і лише 10–15 % залишалося в шарі 0–5 см або на поверхні.

У дослідях ДУ Інституту зернового господарства НААН у пару на схилі крутизною 2–3 ° при мілкому загортанні в роки з підвищеним стоком води і зливом ґрунту, його ефективність знижується у прямій дії на 30 % і більше. Післядії ґною тут практично не виявлено вже на третій культурі, а сума приростів урожаю по трьох культурах сівоzmіни (озима пшениця, кукурудза на зерно, ячмінь) була на 3,3 ц/га меншою, ніж після оранки.

Для зниження втрат поживних речовин із ґною використовують фосфорні добрива, особливо добавки фосфоритного борошна, яке посилює мікробіологічну діяльність у ґної та його гуміфікацію. Фосфоритне борошно створює умови для

поглинання аміаку як через біологічне закріплення в плазмі мікробів, так і через сорбцію його гуміновими сполуками. Одночасно підвищується доступність для рослин фосфору мінеральних добрив. За рахунок внесення фосфорних добрив можна суттєво скоротити втрати азоту з ґною, або різко зв'язати азот.

6.7. Вапнування

Підвищена кислотність еродованих ґрунтів – одна із важливих небажаних властивостей, що перешкоджає вирощуванню високих врожаїв сільськогосподарських культур. Особливо це стосується середньо- та сильнозмитих еродованих ґрунтів, які мають підвищену ґрунтову кислотність. Серед еродованих ґрунтів значне місце займають дерново-підзолисті, які характеризуються несприятливими агрофізичними і агрохімічними властивостями. Вони, як правило, низько- і слабозабезпечені легкорозчинними формами азоту, фосфору і калію. З вапнуванням кислих еродованих земель пов'язане вирішення проблеми збільшення виробництва зерна і кормів у сільському господарстві.

Зростаючий рівень застосування мінеральних добрив призводить до відновлення кислотності провапнованих ґрунтів, тому значення вапнування, як фактора, який дозволяє зберігати і поліпшувати використання поживних речовин рослинами.

Основна причина ґрунтової кислотності в умовах Полісся і Лісостепу України – вимивання увібраних основ при промивному режимі та розвитку водної ерозії. Джерело кислотності – органічна речовина і рухомий алюміній, а в ґрунтах надмірного зволоження суттєве значення можуть мати рухомі марганець і залізо, які здатні, як і алюміній, утворювати аквакомплекси з кислотними властивостями. Внаслідок різноманітних причин, які впливають на кислотність між реакцією ґрунту і потрібною для її нейтралізації кількістю вапна існує нелінійний зв'язок.

Після проведення меліоративних робіт на таких ґрунтах щорічно лише за вегетаційний період втрачається до 250–300 кг/га CaCO_3 , що ще більше підвищує ґрунтову кислотність. Тому

вапнування еродованих земель є одним з першочергових агротехнічних заходів докорінного поліпшення їх родючості.

Численними дослідками доведено, що за однакових рівнів реакції і гранулометричного складу величина гідролітичної кислотності залежить від вмісту гумусу в ґрунті. Чим нижче рН, тим сильніше буде проявлятися вплив різного вмісту алюмінію, заліза і марганцю в ґрунті. У підзолистих ґрунтах різниця у вмісті гумусу 1 % відповідає зміні гідролітичної кислотності на 0,8–0,9 мг/ммоль/100 г ґрунту.

Вплив гумусу на кислотність ґрунту двоякий. Згідно з сучасними дослідженнями, органічна речовина ґрунту бере участь у формуванні гідролітичної кислотності.

Органічна речовина ґрунту знижує шкідливу дію кислотності за рахунок утворення з фітотоксичними елементами сполук комплексного типу, які характеризуються меншою токсичністю.

Як уже вказувалося, однією з головних причин, які зумовлюють шкідливу дію кислотності на рослини, є алюміній. Вміст рухомого алюмінію тісно корелює з реакцією ґрунтового розчину (0,74) і практично не залежить від гранулометричного складу ґрунту.

Дослідженнями багатьох вітчизняних і зарубіжних дослідників доведено, що рухомий алюміній осаджується в ґрунті при слабо кислій реакції. Однак слід також зазначити, що рН, при якому осаджується алюміній, великою мірою залежить від вмісту гумусу в ґрунті.

Низкою авторів доведено, що чим вищий вміст гумусу в ґрунті, тим більше при низькому значенні рН осаджується рухомий алюміній, а також встановлено, що між цими показниками існує тісна зворотна корелятивна залежність [81, 83, 85]. Якщо за вмісту гумусу 5 % осадження рухомого алюмінію відбувається при рН 4,6–4,7, то за вмісту 0,5–0,6 % – при рН 5,5–5,6. Рухомий алюміній має великий вплив не тільки на урожайність сільськогосподарських культур, але й на інші процеси, які відбуваються у ґрунті, наприклад, на інтенсивність нітрифікації. Інтенсивність процесу нітрифікації на

ґрунтах, які не удобрювали азотними добривами, є інтегральним показником, який узагальнює підсумки багатогранних процесів перетворення органічної речовини (табл. 39).

Вміст марганцю в ґрунті залежить як від реакції ґрунту, так і від окислювально-відновлюваних процесів. При перезволоженні вміст цього елемента може зростати в десятки або сотні разів. При цьому, хоч рівень реакції ґрунтів може змінитися в лужну сторону на 0,6–1,1 од. рН, величина титрованої кислотності не тільки зменшується, але навіть зростає.

Таблиця 39 – Вплив реакції ґрунту на нітрифікаційну здатність дерново-підзолистих орних ґрунтів (Томашівський З. М., Коник Г. С., Качмар О. Й., 2016)

Типи ґрунту	Число зразків ґрунту	Гумус (за Тюрнімом), %	рН КСС	Нітрифікаційна здатність, мг/кг
Піщаний	23	1,1–2,5	4,1–4,56	33±5
			4,9–5,3	74±13
			6,5–6,7	48±13
Супіщаний	30	1,3–2,8	4,1–4,5	30±6
			4,8–5,2	70±13
			6,3–6,5	45±9
Легкосуглинковий	8	1,6–2,8	4,2–4,5	35±12
			4,8–5,1	93±26
			6,2–6,4	80±30
Середньосуглинковий	7	1,3–3,3	3,8–4,2	83±27
				312±76
				129±44

Осадження і відновлення форм марганцю і заліза відбувається в ґрунтах при більш високих значеннях рН (марганцю при рН 6,5–

7,0). Із цього випливає, що ґрунти, які піддавалися постійному або періодичному перезволоженню, вимагають вапнування підвищеними дозами (табл. 40).

Для хімічної меліорації можна використовувати карбонатну форму кальцію і маґнію-доломіт, крейду, мергель, вапняк, а також відходи промисловості (дефекат, вапняковий шлам, цементний пил, пушонку). Серед відходів промисловості широко застосовують відходи Роздольського виробничого об'єднання «Сірко».

Рівень зниження ґрунтової кислотності перебуває в прямій залежності від кількості внесеного вапна. У сівозміні вапнякові матеріали потрібно вносити під культури, найбільш чутливі до поліпшення реакції ґрунтового розчину, щоб одержати максимальний ефект.

Таблиця 40 – Вплив умов зволоження на вміст рухомих форм заліза і марганцю (сухий ґрунт) [86] (Томашівський З. М., 1996)

Ґрунт	Зволоження	м/моль/100 г ґрунту			Обмінні форми 1 н. KCl, мг/кг	
		обмін на кислотність	рухомих алюміній	обмінний вольфрам	марганець	залізо
Дерново-підзолистоглейовий	нормальне надмірне	1,173	1,061	0,112	16,2	6,3
		1,627	0,185	1,441	13,7	335
Дерново-підзолистий	нормальне надмірне	0,692	0,699	0,053	3,1	1,6
		0,812	0,243	0,969	11,6	134,0

За реакцією на вапнування основні сільськогосподарські культури умовно поділяють на чотири групи: перша група – люцерна, цукрові, столові та кормові буряки, капуста, конюшина, ріпак – реагують на вапнування найсильніше; друга – ячмінь, озима і яра пшениця, кукурудза, горох, огірки, цибуля, соняшник – реагують на вапнування позитивно; третя група – жито озиме, овес, гречка, помідори, льон – також реагують позитивно, особливо на сильнокислих ґрунтах; четверта група – картопля, люпин, середела,

бруква – реагують слабо, однак на сильнокислих ґрунтах забезпечують приріст врожаю. Залежно від реакції ґрунтового розчину, потрібну дозу вапна слід вносити з таким розрахунком, щоб її дія максимально проявлялася на культурах першої і другої груп і менше – на культурах третьої і четвертої груп.

Найсприятливіші інтервали рН сольової витяжки для сільськогосподарських культур подано у таблиці 41. За ступенем кислотності і потребою у вапнуванні ґрунти ділять на сильнокислі (рН 4,1–4,5); середньокислі (рН 4,6–5,0); слабокислі (рН 5,1–5,5) і близькі до нейтральних (рН 5,6–6,0). Якщо ступінь насичення основами нижчий, ніж 50 %, то такі ґрунти потрібно вапнувати в першу чергу, якщо 50–70 % р – потреба у вапнуванні середня, а 70 % і більше – слабка.

Таблиця 41 – Найсприятливіші інтервали рН сольової витяжки для сільськогосподарських культур (Томашівський З. М., 1969)

Культура	рН (КСС)
Пшениця озима	6,8–8,0
Жито озиме	5,5–7,0
Пшениця яра	6,0–7,5
Ячмінь	6,8–7,5
Овес	5,0–7,7
Кукурудза	6,5–7,0
Конюшина	6,0–7,0
Люпин	4,5–6,7
Горох	6,8–7,4
Середела	5,0–6,5
Люцерна	6,8–8,3
Тимофіївка	5,0–6,5
Вика	6,3–6,8
Грястиця збірна	6,2–7,0
Лисохвіст	5,3–6,0
Соя	6,5–7,0
Квасоля	6,4–7,1
Бруква	4,8–5,5

Турнепс	6,0–6,5
Соняшник	6,5–7,5
Капуста	6,7–7,4
Картопля	4,7–6,3
Цукрові буряки	6,5–7,5
Кормові буряки	6,2–7,0
Столові буряки	6,3–7,2
Еспарцет	6,5–8,3

Норма вапна (CaCO_3 т/га) може бути визначена із розрахунку нейтралізації повної гідролітичної кислотності вказаного шару ґрунту (якщо відомо всі показники гідролітичної кислотності в орному шарі) за формулою:

$$D_{\text{CaCO}_3} = 0,05 H_4 \times d \times h,$$

де D_{CaCO_3} – норма вапна, т/га;

H_4 – гідролітична кислотність, мг. екв. на 100 г ґрунту (за Калпенон);

d – щільність ґрунту, г/см³;

h – глибина орного шару, см.

Метод розрахунку норм вапна на нейтралізацію ґрунтової кислотності рекомендують, в основному, для мінеральних слабогідроморфних ґрунтів.

Норма вапна при глибокому розпушуванні ґрунту – це сума норм вапна по 20-сантиметрових шарах ґрунту.

Перерахунок норми CaCO_3 у фізичну величину вапнякового матеріалу здійснюють за формулою:

$$D_{\text{ф}} = \frac{H=100^3}{(100-V) \times (100-K) \cdot \Pi^3},$$

де $D_{\text{ф}}$ – фізична норма вапнякового матеріалу, т/га;

H_4 – розрахункова норма чистого і сухого вуглекислого кальцію, т/га;

V – вміст води в вапняковому матеріалі, % на суху наважку;

К – вміст неподільних частинок (вапнякове борошно твердих порід і металургійних шлаків, відходи промисловості – частинки, більші 1 мм, вапнякове борошно із порід середньої твердості); П – вміст CaCO_3 у матеріалі, %.

Зміна ґрунтової кислотності залежить від норми внесення вапна і буферних властивостей ґрунту, які визначаються вмістом колоїдів. Для того, щоб змінити реакцію в легких ґрунтах, потрібно значно менше вапна, ніж у важких.

Вносячи вапно в ґрунт, слід намагатись досягти максимального перемішування його з усією масою орного шару, використовуючи всі технологічні прийоми обробітку ґрунту. У сівозмінах, де не вирощують льон і люпин, вапно потрібно вносити під попередники тих культур, які позитивно реагують на вапнування (цукрові буряки, люцерна, конюшина, капуста, ріпак, горох).

За даними науково-дослідних установ прибалтійських країн, Білорусії та України, для зміни реакції на 0,1 одиниці рН (KCl) потрібно внести на піщаних і супіщаних ґрунтах 0,4–0,5 т/га CaCO_3 , на суглинкових – 0,7–0,8, важко суглинкових – 0,9–1,1 т/га CaCO_3 (табл. 42).

Таблиця 42 – Норма витрати вапна для зміни реакції кислих ґрунтів на 0,1 до оптимального рівня [83] (Томашівський З. М., 1986)

Ґрунт	Початкове значення рН _(KCl)	Оптимальне значення рН _(KCl)	рН _(KCl) оптимальне початкове	Норматив витрати CaCO_3 , т/га для зміни рН на 0,1	Витрати CaCO_3 для нейтралізації ґрунтової кислотності орного шару ґрунту (рН _{KCl})
Дерново-підзолистий	4,5	5,8	1,5	0,75	11,25
Дерново опідзолений	4,6–5,0	5,8	1,0	0,85	8,50
Ясно-сірий і сірий опідзолений	5,1–5,5	5,8	0,5	1,05	8,25

Внесення з року в рік підвищених норм фізіологічно- та хімічно- кислих мінеральних добрив і проведення у великому обсязі меліоративних робіт з осушення перезволожених земель в умовах достатньої або надмірної кількості опадів призводить до втрат кальцію з ґрунту, що ще більше підкислює ґрунти. Тривалість дії вапна залежить від величини внесеної норми. Потребу повторного вапнування встановлюють тими ж методами, що й при початковому визначенні. Його здійснюють через 5–6 років на підставі даних агрохімічного обстеження еродованих земель, матеріалів авторського нагляду за ефективністю вапнування і за оптимальним значенням $pH_{(КС)}$.

Дослідження проведені в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН вказують на те, що для визначення дози вапна на кислих ґрунтах потрібно враховувати показник гідролітичної кислотності, суми ввібраних основ, набір сільськогосподарських культур у структурі посівних площ у сівозміні й гранулометричний склад ґрунту.

Отримані результати з названих вище питань вказують на те, що найбільш оптимальною дозою вапна на кислих (дерново- підзолистих, дерново-опідзолених, сірих лісних і ясно-сірих лісових) ґрунтах є 0,5–1,0 норма за гідролітичною кислотністю.

Під час вапнування слід збільшувати норми внесення калійних добрив на 20–30 %, у зв'язку із змінами, що відбуваються у ґрунтовому розчині, та співвідношенням між кальцієм і калієм (останній гірше використовується рослинами). Крім того, вапнування сприяє рухомості марганцю, міді, цинку та інших мікроелементів, за винятком бору, що потрібно враховувати, вирощуючи такі культури, як льон-довгунець, цукрові буряки та кормові буряки,

Вапнування має важливе значення у підвищенні врожайності трав на культурних пасовищах і сіножатях. Без вапнування на ґрунтах з кислою реакцією випадають бобові і високопродуктивні злакові компоненти, погіршується якість сіна. На сіножатях і

пасовищах вапнякові матеріали найдоцільніше вносити на ділянках, де планується докорінне поліпшення. У цьому випадку, найбільш ефективною є повна норма вапна за гідролітичною кислотністю. Під час поверхневого поліпшення кормових угідь найефективнішою дозою є пів норми за гідролітичною кислотністю. Вапняковий матеріал можна вносити поверхнево разом з іншими добривами під боронування.

Однак тривалість ефективної дії такого заходу обмежується 2–3 роками, після чого потрібне повторне вапнування. Торфові ґрунти мають високу потенціальну кислотність, як правило, вона в них обумовлена іоном водню. При $pH_{(KCl)}$ більше 5,2, в зв'язку з великою буферною здатністю, в більшості випадках вони не вимагають вапнування. При інших величинах $pH_{(KCl)}$ достатньо внести 2–3 т/га $CaCO_3$. Вносять вапно на таких ґрунтах під оранку, або загортають важкими дисковими боролами. Через кілька років після вапнування ці ґрунти підкислюються, що призводить до виникнення потреб повторного внесення вапна. Причина підвищення кислотності торфового ґрунту аналогічна, тому що й на мінеральних ґрунтах є винос кальцію з урожаєм сільськогосподарських культур, вимивання із орного шару водою атмосферних опадів, а також внесення фізіологічно кислих добрив.

Крім того, потрібно відмітити, що у зв'язку з великою розораністю торфових ґрунтів вирощування сільськогосподарських культур, зокрема просапних, в умовах посушливого періоду року вони зазнають дії вітрової ерозії.

На кислих ґрунтах з низьким вмістом рухомого фосфору застосовують фосфоритне борошно (фосфоритування) в чистому вигляді, або в складі компостів (табл. 43)

Таблиця 43 – Вплив внесення фосфоритного борошна (100 кг/га) на вміст P_2O_5 у ґрунті [80] (Томашівський З. М., Бомба М. Я., 1992)

Тип ґрунту	Вміст P_2O_5 на 100 г ґрунту		
	2 роки	3 роки	5 років
Торфовий	1,2	1,0	0,6
Важко суглинковий	1,6	1,4	1,0
Середній і легкий суглинок	1,4	1,2	0,8
Супіщаний і піщаний	1,2	1,0	0,6

Із даних цієї таблиці видно, що низький вміст P_2O_5 у ґрунті, навіть уже на 2-й, і тим більше в наступні роки, вказує на те, що рухома форма фосфорної кислоти у кислому середовищі зв'язується з алюмо- і залізофосфатами й переходить у нерозчинну форму. Основний спосіб докорінного поліпшення солонцевих ґрунтів – гіпсування кальцієм. При цьому усувається лужна реакція ґрунтового розчину і відбувається згортання ґрунтових колоїдних частинок з утворенням тривкої грудочкуватої структури. У результаті гіпсування поліпшуються фізичні, хімічні і біологічні властивості солонцюватих ґрунтів і підвищується їх родючість.

Після гіпсування солонцеві ґрунти стають придатними для вирощування на них навіть дуже вимогливих до лужної реакції сільськогосподарських культур. Зниженню лужності солонцевих ґрунтів сприяє також внесення фізіологічно-кислих мінеральних (суперфосфату сірчано-кислого і хлористого алюмінію та ін.) і органічних добрив.

6.8. Сівба сільськогосподарських культур

Сівба – це рівномірне розміщення насіння в попередньо розпушений із вирівняною поверхнею ґрунт на визначену глибину. Її проводять в оптимальні строки з дотриманням норми висіву насіння. Іноді висівають насіння без попереднього обробітку ґрунту. Для цього застосовують спеціальні комбіновані агрегати КА-3,6,

стерньові сівалки СЗС-2,1, СЗС-2,1 М, що дає змогу за один прохід добре розпушити ґрунт і провести сівбу.

Урожайність сільськогосподарських культур значною мірою залежить від правильного проведення сівби. Насіння необхідно висівати в оптимальні строки, додержуючись норми висіву, правильно і рівномірно розміщуючи його на площі поля, згортаючи на необхідну для даної культури глибину у вологий шар ґрунту.

Однією із найважливіших умов агротехніки вирощування кожної сільськогосподарської культури є правильне розміщення рослин на площі поля. Площа живлення – це середня площа поверхні, яка припадає на одну рослину. При оптимальній площі живлення рослин формуються найсприятливіші співвідношення між асимілюючою поверхнею листків рослин та інтенсивністю фотосинтетичних процесів. Густота посівів визначається господарською метою вирощування сільськогосподарських культур, їх забезпеченістю окремими факторами життя а також ґрунтозахисною роллю рослин, їх здатністю при певній кількості на одиниці площі запобігати поверхневому стоку і змиванню ґрунту. Строки сівби й садіння мають вирішальне значення для забезпечення дружніх сходів рослин і гарантованого високого врожаю. Дружні і повні сходи більше протидіють шкідливим організмам, краще забезпечені вологою, сприяють утворенню більш розвиненого рослинного покриття, який захищає ґрунт у зонах, що зазнають значного впливу вітрової і водної ерозії.

Строки сівби й садіння залежать від температури і вологості ґрунту, які є основним діагностичним показником початку сівби. Важливо знати мінімальні температури ґрунту для проростання насіння і появи сходів, щоб не запізнитись із сівбою і не починати її надто рано.

Найбільш низькі (2–3°C) температури ґрунту, при яких з'являються сходи, характерні для гірчиці, конюшини, люцерни. Насіння пшениці, ячменю, вівса, вики, гороху, сочевиці, редиски нормально проростає при мінімальній температурі ґрунту 4–5°C.

Дещо вищою (6–7°C) вона повинна бути для проростання насіння і появи сходів льону, буряків, люпину, гречки, моркви, капусти.

За строками сівби та садіння ярі культури поділяють на ранні й пізні. Рано висівають овес, льон, горох, вику, турнепс, брукву, капусту, буряки та ін.

До культур пізніх строків сівби та садіння належать кукурудза, картопля, бавовник, гречка, просо, рис та ін.

Всі ярі культури сіють в оптимальні агротехнічні строки, тобто тоді, коли складаються сприятливі температурні умови і вологість ґрунту.

Озимі культури сіють у кожній зоні у визначені календарні строки. Озимій пшениці за останній період вегетації визначена сума ефективних температур, яка становить приблизно 480–500°C. Це означає, що сіяти її треба приблизно за 60 днів до настання стійкої холодної погоди.

На відміну від строків сівби ярих, строки сівби озимих культур визначаються, головним чином, календарними датами, які в кожній зоні встановлюють дослідним шляхом.

Конкретний строк сівби чи садіння встановлюють з врахуванням особливостей сортової агротехніки вирощування культури.

Основним способом сівби сільськогосподарських культур у зв'язку з його більшою досконалістю є рядковий, при якому сіють і загортають насіння одночасно. Переваги цього способу над розкидним полягають у тому, що насіння потрапляє в однакові умови, а це забезпечує дружне проростання і рівномірність сходів, норма висіву насіння, порівняно з розкидним способом, знижується на

15–20 %; сходи з'являються раніше і, тим самим, краще протидіють розвитку ерозійних процесів; одночасні розвиток і дозрівання рослин сприяють зниженню втрат урожаю під час збирання.

На практиці розрізняють кілька видів рядкового способу сівби: звичайний рядковий, перехресний, вузькорядний,

широкорядний, стрічковий, пунктирний, гніздовий, квадратно-гніздовий, борозенний, гребеневий [53, 68, 72].

Однак потрібно відмітити, що на еродованих землях найбільш широко застосовують звичайний рядковий та вузькорядний способи.

Для звичайного рядкового способу ширина міжрядь становить від 10 до 25 см (частіше – 15). Таким способом висівають зернові колосові, горох, одно- та багаторічні трави та інші культури. Цей спосіб простий у виконанні, проте площа живлення рослин має форму дуже витягнутого прямокутника.

Вузькорядний спосіб – це рядкова сівба з міжряддями не більше 10 см (частіше 7,5 см), насіння при цьому розміщується по всій площі більш рівномірно, ніж при звичайній рядковій сівбі. У результаті зменшується забур'яненість посівів, рослини рівномірно освітлюються і забезпечуються водою та поживними речовинами. Урожай підвищується на 15–20 %. Крім зернових вузькорядним способом висівають льон, трави, зернобобові та інші культури [25, 57].

На еродованих землях, у зв'язку з зменшенням гумусового горизонту, погіршенням агрофізичних і агрохімічних властивостей, такі показники, як польова схожість насіння, площа листової поверхні, висота і куцистість рослин, знижуються. Більш густі посіви зменшують поверхневий стік, сприяють продуктивному використанню ґрунтової вологи, знижують забур'яненість, збільшують ґрунтозахисний ефект, і в результаті збільшують кількість кореневих решток в поверхневому шарі ґрунту.

В дослідях Українського науково-дослідного інституту захисту ґрунтів і екології встановлено, що збільшення норми висіву ярого ячменю з 4,5 до 5,5 млн/га схожих насінин сприяє зменшенню змиву дрібнозему зливовими опадами на 11 %, збільшенню вологозапасів у метровому шарі ґрунту до часу збирання врожаю на 60 %, зниженню маси бур'янистих рослин з 49,93 до 18,14 г/м², підвищенню кущення з 2,16 до 2,59.

Врожайність зерна при цьому збільшується з 21 до 28 ц/га. Таким чином, норму висіву зернових колосових культур на схилах крутизною 1–3° потрібно збільшувати, в порівнянні з рекомендованою для відносно нерівних ділянок, на 10 %, для схилів, крутіших 3° – на 20 % [71, 88].

М. Н. Заславський (1972) пропонує встановити норму висіву насіння також з врахуванням ступеня змитості ґрунту.

Г. М. Агасунц (1971) виявив залежність зниження врожаю різного ступеня змитості від висоти рослин, зеленої маси і площі листової поверхні (табл. 44).

Найбільш розповсюджений спосіб сівби зернових колосових і зернобобових культур на еродованих ґрунтах – звичайний рядковий з використанням зернових сівалок СЗ-3,6, або зернопресових СЗП-3,6. На схилах до 3° можна застосовувати як цю, так і іншу. На схилах більшої крутизни вказану операцію застосовують тільки сівалками СЗП-3,6, агрегування яких виключає утворення просівів між окремими сівалками в агрегаті.

Таблиця 44 – Висота рослин, зелена маса, площа листової поверхні, врожай озимої пшениці і ярого ячменю на ґрунтах різного ступеня змитості (Агасунц Г. М., 1971)

Ступінь змитості ґрунту	Озима пшениця				Ярий ячмінь			
	висота рослин, см	зелена маса з 1 м ³	листова поверхня, 1 м ² площі	врожайність зерна, т/га	висота рослин, см	зелена маса з 1 м ³	листова поверхня, 1 м ² площі	врожайність зерна, т/га
Незмитий	109	4,5	5,8	2,35	63	3,5	5,4	2,63
Слабозмийтий	102	3,9	5,3	1,35	56	2,8	5,2	2,16
Середньозмийтий	73	3,2	4,4	1,16	45	1,5	3,1	1,57
Сильнозмийтий	53	2,5	3,0	0,32	36	1,1	2,0	0,56

Стерньові сівалки менш ефективні, ніж дискові, головним чином, через нерівномірності висіву в рядках, у зв'язку з вібрацією висівних апаратів. Це в рівній мірі стосується як ярих, так і озимих культур.

Збільшення норми висіву зернових колосових і зернобобових культур при існуючих способах сівби призводить до деякого загущення рослин в рядках, що пригнічує їх ріст і розвиток. В такому випадку перехресний спосіб сівби забезпечує більш рівномірне розміщення рослин на площі. Заміна рядкового способу сівби ярого ячменю перехресним при висіві 5,5 млн/га схожих насінин забезпечує збільшення кількості продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту в фазі колосіння рослин з 8,8 до 23,6 мм, при нормі висіву насіння 4,5 млн/га ця різниця складає від 12,1 до 21,4 мм. При перехресному способі сівби створюються більш сприятливі умови для пригнічення бур'янистої рослинності. Цей спосіб сівби доцільно застосовувати, в першу чергу, на багатоскладних схилах з окремими пониженнями; при цьому перший агрегат проходить вздовж схилу, а другий – впоперек. Всі культури на схилових землях сіють впоперек основного ухилу, в напрямку, близькому до горизонталей. Просапні починають сіяти з верхньої частини поля, що в подальшому зменшує пошкодження рослин при міжрядних обробках. Зернові культури суцільного посіву навпаки, висівають з нижньої частини поля, з метою уникнення просівів між стиковими проходами сівалкових агрегатів. В районах направлених вітроерозійних процесів посіви розміщають перпендикулярно напрямку пануючих вітрів.

На еродованих ґрунтах крутих схилів, особливо південної і південно-східної експозиції, верхній шар висихає швидше, тому насіння заробляють на 1–2 см глибше, ніж на водороздільних ділянках. На полях, розташованих в нижній частині випукло-вгнутих схилів, які відрізняються більш високою родючістю і кращим водним режимом, насіння заробляють на 1–2 мм мілкіше.

Дослідження, проведені на еродованих ґрунтах з різним ступенем змитості, виявлена чітка залежність між врожаєм культур

та нормою їх висіву. На змитих ґрунтах її треба збільшувати залежно від ступеня змитості ґрунту, біологічних особливостей вирощуваних культур та конкретних ґрунтово-кліматичних умов зони.

6.9. Ефективність різних способів використання травосумішок на схилах еродованих ґрунтів

Особливої уваги заслуговують результати досліджень, отримані В. О. Черкасовою, з вивчення застосування протиерозійних заходів при створенні багаторічного використання пасовищ на еродованих ґрунтах Полтавської та Чернівецької областей.

В Україні майже половина природних пасовищ розташована на крутих схилах балок. Крутизна схилів досягає іноді 20°. Ґрунти – переважно змиті й розлиті, часто зустрічаються малорозвинені щебенюваті. У зв'язку з нерівностями рельєфу, великою різницею між вододілами і низинами вода зі схилів швидко стікає, ґрунти погано вбирають вологу і тому вони майже завжди сухі. Крім того, вода, стікаючи, змиває верхні багаті шари на поживні речовини. Отже, на схилах трави ростуть у несприятливих умовах поживного і водного режимів. Стікання води і змивання ґрунту особливо помітне на південних схилах, де поверхневі шари починають танути раніше в нижніх частинах і на крутих опуклих ділянках, які найбільше нагріваються сонцем. Температура ґрунтів на південних схилах завжди вища, ніж на північних. Внаслідок цього, на південних схилах рослинність розвивається значно гірше та менше захищає ґрунт від змивання. Таким чином, експозиція схилів має великий вплив на еродованість ґрунтів.

На дослідних ділянках глибина гумусового горизонту на північно-східному схилі коливається від 25 до 30 см, а на південно-західному – від 10 до 20, вміст гумусу в ґрунті – відповідно від 2 до 2,5 та від 2 до 2,2 %.

Залежно від різних екологічних умов, рослинність на схилах змінюється. На північних схилах Лісостепу рослинний покрив складається з тонконога лучного і вузьколистого, пірію повзучого, келерії. Різнотрав'я представлено деревієм, лапчатками, шалфеєм,

підмаренником жовтим, веронікою тощо. З представників бобової групи можна зустріти люцерну жовту, люцерну хмелевидну, конюшину червону, чину бульбисту, лядвенець рогатий. На південних схилах серед злаків перше місце займає вівсяниця степова і тонконіг цибулинний, а з різнотрав'я – полин, чебрець, деревій. З бобових зустрічаються лише окремі види конюшини білої [49,78]. Травостої на схилах дуже зріджені. Повнота покриття ґрунту природним травостоєм у Лісостеповій зоні досягає 40–70 %.

Безсистемне інтенсивне випасання і відсутність догляду за пасовищами спричиняють ще більше зрідження рослинності. Внаслідок цього природні пасовища дають з гектара лише 20–25 ц зеленої маси, або 5–6 ц сіна невисокої якості. Залежно від експозиції схилів урожай природних трав дуже коливається. Так, на південних схилах він не перевищує 5 ц сіна з 1 га, а на північних – 9–10. Кращих урожаїв з цих низькопродуктивних угідь (в 4–5 і більше разів) можна досягти шляхом їх поліпшення. Найкращий спосіб створення культурних сіножатей та пасовищ на схилах балок – прискорення залуження, тобто сівба багаторічних трав по розораній або розпушеній дернині. Застосування цього способу сприяє підвищенню продуктивності угідь та поліпшенню якості кормів (табл. 45).

Таблиця 45 – Ефективність прискорення залуження схилів балок у господарствах Лісостепу України (Черкасова В. О., 1959)

Господарства	Травостій	Урожай сіна (ц/га)			Кормових олинців	Перетравного білка
		1953 р.	1953–1955 рр.	1952–1953 рр.		
			в середньому			
Решетилівського р-ну Полтавської обл.	сіяні трави	–	–	29	19,1	1,3
	природні трави	–	–	6	2,6	0,2
Валківського р-ну Харківської обл.	сіяні трави	–	40	–	26,4	1,8
	природні трави	–	11	–	4,7	0,3

Хмельницької області	сіяні трави	53	—	—	34,9	2,4
	природні трави	10	—	—	4,3	0,3

Як видно з таблиці 45, сіяні трави дали 34,9 ц/га кормових одиниць (2,4 ц/га перетравного білка), а природні трави – тільки 4,3 ц/га кормових одиниць (2,4 ц/га перетравного білка).

Прискорене залуження – один з найкращих засобів захисту ґрунту від ерозії. Багаторічні трави вже в рік сівби утворюють густий наземний покрив, який з кожним наступним роком густішає. Коренева система травостою зміцнюється. Внаслідок цього, розмивання ґрунтів припиняється.

Так, в районі Полтавської сільськогосподарської дослідної станції 19 червня 1954 р. випав сильний дощ (за 1 годину випало 30,5 мм опадів), який змив велику кількість ґрунту. На схилі (крутизна 6–7°), де були посіяні однорічні трави на зелений корм, вода зміла від 67 до 73 м³ ґрунту на гектар, на ділянці картоплі – 254 м³/га. На посівах багаторічних трав, розташованих на схилі, крутизна якого 16–18°, жодної шкоди не відзначено.

Посіви багаторічних злаково-бобових травосумішей цінні ще й тим, що вони відновлюють родючість змитих ґрунтів. Багаторічні травосуміші щорічно залишають на кожному гектарі від 85 до 141 ц кореневої маси, що сприяє збагаченню ґрунту органічними речовинами (табл. 46).

Таблиця 46 – Маса кореневих решток травосумішок (Черкасова В. О., 1959)

Травосумішки, посіяні в 1948 р.	Маса коренів у повітряно-сухому стані в шарі ґрунту 0–25 см (в ц/га)				
	роки користування				
	2-й	4-й	5-й	6-й	7-й
Люцерна синьогібридна, стоколос безостий, райграс високий	107	110	133	108	94
Люцерна синьо гібридна, стоколос безостий, пирій безкореневищий, тонконіг лучний	112	110	141	140	85
Природні трави	56	47	88	33	31

Щоб прискорити освоєння схилів, багаторічні трави можна сіяти у весняні й літні строки. Для весняної сівби обробіток ґрунту треба починати з осінньої зяблевої оранки. Розпушена ребриста поверхня ріллі добре затримує сніг і вологу осінніх дощів, а також весняну талу воду.

Орати треба обов'язково впоперек схилу, по можливості горизонтально для затримування в борознах води і змитого ґрунту.

У зв'язку з тим, що на крутих схилах зорана скиба повертається вниз схилу, орати доводиться в один бік (зворотний хід плуга – холостий). Тому тут бажано застосовувати оборотні плуги. На незмитих або слабозмитих ґрунтах орати треба на глибину не менше 20 см, на сильнозмитих – відповідно до товщини гумусного горизонту. Там, де вона не перевищує 10–15 см, звичайна оранка плугами з полицями неприпустима, бо в цьому випадку на поверхню можна вивернути неродючий шар ґрунту і, отже, понизити врожай вирощуваних культур. Такі ділянки орють плугами без полиць, чим забезпечують злущування на глибину 30–35 см, не перемішуючи верхніх і нижніх шарів ґрунту. В районах достатнього зволоження

ґрунтів схили можна залужувати по інтенсивно дискованій дернині або після однократного фрезування [104].

Для одержання високих урожаїв трав потрібна добра розробка пласта. Кращі наслідки забезпечують дискові борони і фрез барабани. Розпушений ґрунт перед сівбою треба коткувати. При сухій погоді коткувати доцільно і після сівби. При літньому залуженні орють в кінці травня-червня, відразу після випасання худоби. Розораний пласт обробляють дисковими боронами в агрегаті з зубовими і тримають до сівби, як чистий пар.

Трави висівають у липні або не пізніше першої декади серпня, щоб вони встигли розвинутися до зими. При літній і весняній сівбі трави треба висівати, в основному, без покриву, тому що в ґрунті не вистачає вологи.

Залежно від крутизни схилів, площі водозбору і змитості ґрунтів рекомендуються такі способи освоєння схилів, а саме:

1. При крутизні схилів до $10-12^\circ$ і невеликому водозборі – прискорене залуження при суцільній оранці всього схилу.
2. При крутизні схилів понад $10-12^\circ$ і великому водозборі – освоєння трав'яними захисними смугами.

У другому випадку схил розділяють на кілька поперечних смуг, які розорюють послідовно через одну і засівають багаторічними травами. Поки сіяні трави являють собою слабкий наземний покрив, природні служать захисним буфером для переораних смуг.

Через 1–2 роки, коли сіяні трави добре розвинуться, проміжні смуги розорюють і засівають [73, 78, 106].

В свою чергу, внаслідок зрідження травостою старі сіяні трави доводиться розорювати через 5–6 років, а на їх місці вирощувати або знову багаторічні трави, або однорічні культури з наступним залуженням через 2–3 роки. Ширина смуг на пологих схилах – 20–30 м, на крутих – 10–15 м.

Для вирощування на розораних проміжних смугах можна рекомендувати такі однорічні культури:

- 1-й рік – вико-вівсяну суміш або кукурудзу на зелений корм;

– 2-й рік – озиме жито на зелений корм, післяукісну суцільну кукурудзу;

– 3-й рік – ярі зернові.

При створенні пасовищ на крутих схилах багаторічні трави доцільно висівати на смугах першої та другої черговості оранки, щоб через 2–3 роки одержати суцільний масив для випасання.

У результаті семирічного вивчення різних способів використання багаторічних травосумішок на схилах балок одержано такі результати, які наведено у таблиці 47.

Як видно із даних цієї таблиці, врожай трьох сумішок трав при постійному сінокісному використанні на 21–27 % вищий, ніж при змінному сінокісному і пасовищному (у повітряно-сухій масі).

При перерахунку врожаю на кормові одиниці різниця згладжується: по перших двох травосумішках вона становить 10–6%, по третій – 13.

Таблиця 47 – Ефективність різних способів використання травосумішок на схилах балок (Черкасова В. О., 1949–1955 рр.)

Травосумішки	Призначення	Щорічний середній урожай з 1 га					
		повітряно-сухої маси		кормових одиниць		перетравного білка	
		ц	%	ц	%	ц	%
Люцерна сіня, стоколос, райграс високий	сіножать 7 років	38,7	100	19,1	100	2,0	100
	сіножать 2 роки, випас 5 років	28,3	73	18,1	94	2,4	120
Люцерна сіня, пирій повзучий, тонконіг лучний і вузьколистий	сіножать 7 років	38,0	100	18,7	100	1,5	100
	сіножать 3 роки, випас 4 роки	30,0	79	23,1	99	1,9	127
Еспарцет піщаний, стоколос, райграс високий	сіножать 7 років	46,0	100	23,1	100	1,9	100
	сіножать 3 роки, випас 4 роки	33,6	73	20,2	87	2,0	105,2

При порівнянні кількості перетравного білка виявляється перевага змінного сінокісно-пасовищного використання, що пояснюється відчуженням маси на ранній фазі вегетації.

Отже, найкращий спосіб використання сіяних трав на схилах балок – сінокіс протягом перших двох-трьох років з наступним щорічним випасанням (4–5 років).

У перші два роки трави скошуюють для того, щоб створити надійний захисний покрив для еродованих ґрунтів проти змивання орного шару. Випасати худобу можна з третього року користування травами або на отаві на другий рік користування, якщо травостій густий. Змінне використання сприяє значному поліпшенню якості кормів, а, отже, і підвищенню продуктивності тварин.

Ефективність пасовищного використання травостоїв вивчали на різних травосумішках. Залежно від ботанічного складу, а ще в більшій мірі – від строків початку випасання і фази вегетації, трави використовуються неоднаково (табл. 48).

Таблиця 48 – Використання сіяних трав при випасанні (Черкасова В. О. 1951–1955 рр.)

Травосумішки	Використання у %
Люцерна синя, стоколос безостий, райграс високий, тонконіг лучний і вузьколистий	72–92
Люцерна синя, стоколос безостий, пирій повзучий, тонконіг вузьколистий	78–95
Еспарцет піщаний, стоколос безостий, райграс високий, тонконіг вузьколистий	67–90

При випасанні у фазі повного виходу трав у стрілку тварини погано поїдають райграс високий і тонконіг; при колосінні ці трави повністю залишаються на пасовищі.

Як відомо, при пасовищному використанні рекомендується загінна система випасання і нормальне навантаження худоби на

одиницю площі пасовища. Ці вимоги обов'язкові на ґрунтах, підданих ерозійним процесам.

Порівняння сінокісного і пасовищного використання за динамікою пагоноутворення показує, що багаторічні трави не тільки знижують свою життєдіяльність, а навпаки, правильне випасання стимулює пагоноутворення (табл. 49). Це явище закономірне, як при весняному, так і при осінньому циклах пагоноутворення.

Таблиця 49 – Інтенсивність пагоноутворення трав залежно від способів використання травостою (Черкасова В. О. 1959 р.)

Способи використання	Кількість пагонів на 1 м ²					
	навесні			восени		
	1953	1954	1955	1953	1954	1955
Пасовищне	3500	4350	7950	3555	2990	5110
Сінокісне	2670	3860	7150	2560	2430	4660

Гірші наслідки маємо, коли на 1 га випасається 3–5 корів. Інтенсивність пагоноутворення різко знижується (табл. 50).

Таблиця 50 – Кількість пагонів залежно від інтенсивності випасання (Черкасова В. О. 1959)

Інтенсивність випасання	Кількість пагонів на 1 м ²							
	травосумішка посіву 1946 р.				травосумішка посіву 1952 р.			
	весна		осінь		весна		осінь	
	1953 р.	955 р. у % до 1953 р.	1953 р.	955 р. у % до 1953 р.	1954 р.	955 р. у % до 1954 р.	1954 р.	955 р. у % до 1954 р.
До висоти 8–10 см	3032	253	2735	119	2092	124	2455	123
До висоти 5–6 см	5935	114	2167	240	2020	125	1950	167
До висоти 2–3 см	3980	72	1862	91	1460	98	2175	87

Залежно від інтенсивності випасання, відповідно, змінюються і показники проекційної повноти покриття ґрунту травостоєм та врожайність пасовищ (табл. 51).

Таблиця 51 – Повнота покриття еродованого ґрунту травостоєм (Черкасова В. О., 1959)

Інтенсивність випасання	Врожайність зеленої маси, ц/га		
	роки випасання		
	1953	1954	1955
Слабе (до висоти 8–10 см)	60	60	90
Нормальне (до висоти 5–6 см)	61	60	70
Надмірне (до висоти 2–3 см)	61	51	61

При створенні культурних пасовищ на еродованих ґрунтах у травосумішку потрібно включати 1–2 види бобових трав, 1–2 види рихлокущових злакових трав та один вид кореневищної злакової трави.

Таблиця 52 – Урожай сіна на ділянках Чернівецької сільськогосподарської дослідної станції

Травосумішки	Урожай сіна, ц/га
Люцерна синя 30 % + еспарцет звичайний 30 % + стоколос безостий 40 %	43,5
Люцерна синя 25 % + еспарцет звичайний 25 % + стоколос безостий 25 % + райграс високий 25 %	42,0
Люцерна синя 25 % + еспарцет звичайний 25 % + райграс високий 25 % + райграс багатоукісний 25%	44,6
Люцерна синя 25 % + конюшина червона 25 % + стоколос безостий 25 % + тимофіївка лучна 25 %	36,0
Люцерна синя 25 % + еспарцет звичайний 25 %, стоколос безостий 25 % + вівсяниця лучна 25 %	38,7

За даними Чернівецької сільськогосподарської дослідної станції, за п'ять років середня врожайність таких травосумішок на схилах була досить високою (табл. 52).

З бобових компонентів для еродованих ґрунтів з нейтральних та слаболужних ґрунтів найкращими виявились люцерна синя і еспарцет звичайний, для слабокислих – конюшина червона та лядвенець рогатий.

Придатність верхових злакових трав для різних еродованих ґрунтів більш-менш однакова. Низові злакові трави, як і бобові – конюшина біла та люцерна хмелевидна – з'являються у травостой шляхом природного поновлення.

РОЗДІЛ 7. БОРОТЬБА З БУР'ЯНАМИ

На території нашої країни зустрічається біля двох тисяч видів бур'янистих рослин, кожен із яких в районах найбільшого розповсюдження спричиняє велику шкоду сільському господарству. Крім самостійного розвитку в посівах вирощуваних культур, також на необроблюваних землях проростає більше 120 видів паразитних (із них 56 повитиць і більше 80 заразних) і 220 видів напівпаразитних бур'янистих рослин.

Бур'янисті рослини шкідливі перш за все тим, що пригнічують ріст і розвиток культурних рослин, а також знижують їх врожай. Шкідливість бур'янів визначається їх кількістю в посівах, а також взаємним відношенням з культурними рослинами і використанням факторів зовнішнього середовища. При наявності на 1 м² 11 пагонів гірчака повзучого (рожевого) урожай зерна озимої пшениці знижується на 28–30 %, при 26 пагонах – на 48–50 і при 60–70 – на 70–75 %. В забур'янених посівах озимої пшениці урожай зерна знижується на 1 м²: будяком польовим у кількості 11 штук – на 19–20 %, 18–20 шт. – на 60–70; кудрявець Софії – 25 шт. – на 14 %; 50 шт. – на 25 і 100 шт. – на 32 %.

На забур'янених полях знижується і урожай просапних культур. Наприклад, при сильній забур'яненості посіву кукурудзи будяком польовим урожай зменшується на 50–72 %, при середній – на 35–40 і слабій – на 20–30 %.

Бур'яни краще переносять несприятливі умови, вони забирають у культурних рослин поживні речовини, вологу і світло, збільшують затрати на вирощування сільськогосподарських культур, погіршують якість продукції. В середньому, по Україні потенціальні втрати врожаю від забур'яненості полів можуть досягати 6,5–10,6 %.

Більшість бур'янів, розповсюджених на території України, відносяться до автохтонної (аборигенної) флори. Деякі із них

проростають на території всієї країни, інші – в окремих ґрунтово-кліматичних зонах. Зустрічаються також види, локалізовані в невеликих ареалах.

В посівах сільськогосподарських культур бур'янисті рослини мають підпорядковане значення. Між культурними і бур'янистими рослинами існують багатоподібні зв'язки безпосередньо через середовище або через посередників – мікроорганізми, фауну і т. п.

На думку А. В. Фісюнова, найбільш зручна і проста для визначення ступеня забур'яненості посівів або ґрунту є трьохбальна шкала, яку окомірно встановлюють залежно від кількості бур'янистих рослин на 1 м² або підрахунку їх насіння в орному шарі (табл. 53).

За узагальненими даними, 93–98 % площ сільськогосподарських угідь України засмічені, в тому числі слабо – 28,5 %, середньо – 59,4, сильно – 11,9 %.

Пригнічуючий вплив на бур'яни сільськогосподарськими культурами посилюється при підвищенні норми висіву, дотриманні оптимальних строків сівби, рівномірним розподілом рослин, а також при використанні проміжних і ущільнених змішаних культур.

Різні види бур'янистих рослин по-різному впливають на урожайність сільськогосподарських культур (табл. 53–54).

Таблиця 53 – Шкала для визначення забур'яненості посівів і ґрунту (Фісюнов А. В., 1973)

Бал	Кількість бур'янів на 1 м ²		Кількість насіння бур'янів в орному шарі ґрунту, млн/га	Ступінь забур'яненості
	однорічні	багаторічні		
1	менше 10	менше 1	менше 10	слаба
2	10–50	1–5	10–50	середня
3	більше 50	більше 5	більше 50	сильна

Таблиця 54 – Зниження врожайності сільськогосподарських культур, ц/га від наявності бур'янів протягом вегетації, шт./м² (Смакойленко Ю. П., Герасименко І. В. і ін., 1965)

Бур'яни	Конюшина на сіно	Озима пшениця	Цукрові буряки	Кукурудза на силос	Кукурудза на зерно	Горих	Ячмінь
Багаторічні							
Буряк польовий	1,43	0,68	15,6	2,0	0,9	0,4	0,36
В'юнок польовий	0,7	0,25	6,0	1,24	0,58	0,5	0,36
Осот польовий	0,43	0,37	6,0	1,24	0,58	0,24	0,3
Пирій повзучий	0,85	0,55	9,0	0,98	0,48	0,18	0,19
Хвощ польовий	0,35	0,16	3,6	0,46	0,14	0,06	–
Однорічні							
Гірчиця польова	0,34	0,14	3,0	0,4	0,2	0,08	0,11
Кучерявець Софії	0,55	0,23	–	–	–	–	–
Лобода біла	0,76	0,27	10,0	1,23	0,48	0,2	0,21
Мітлиця звичайна	0,81	0,19	–	–	–	–	–
Паслін чорний	–	–	3,6	0,04	0,24	–	–

Особливо сильно знижується врожайність культурних рослин від присутності багаторічних бур'янистих рослин і таких однорічних, як гірчиця польова, лобода біла і ін. Згідно з узагальненими даними, при сильній забур'яненості посівів (більше 50 шт./м² однорічних і більше 5 шт./м² багаторічних бур'янів) втрачається близько 23 % врожаю озимої пшениці, 49 насінин і 39 соломки льону-довгунця, 66–80 силосної маси і зерна кукурудзи. На сучасному етапі розвитку землеробства в боротьбі з бур'янами застосовують, в основному, агротехнічні, хімічні і біологічні заходи, серед яких агротехнічні є основними. Для розробки стратегії боротьби з бур'янами необхідно знати кількість насіння бур'янів в шарі ґрунту 0–10 см після останнього осіннього обробітку, середню

багаторічну польову схожість видів бур'янів в посівах культур сівозмін, розподіл сходів бур'янів по місяцях і протягом вегетації.

Залежно від культур сівозміни, польова схожість насіння бур'янистих рослин, в середньому, становить в посівах конюшини – 19–28 %, озимої пшениці – 11–22, цукрових буряків – 15–41, кукурудзи – 10–27, гороху – 26–67, ячменю – 11–26 %. Необхідно також враховувати розтяжність окремих видів бур'янів протягом вегетації (табл. 55).

Застосування гербіцидів веде до зниження забур'яненості посівів і зменшення запасу нового насіння, порівняно з варіантами без хімічних засобів боротьби. При цьому, не спостерігається збільшення кількості насіння бур'янів в верхньому шарі ґрунту не тільки при полицевому, але й при різноглибинному і поверхневому обробітку. Співвідношення насіння по шарах ґрунту залежить від ефективності дії гербіцидів і швидкості втрати життєздатності насіння.

Згідно з даними ННЦ «Інституту землеробства НААН», застосування безполицевого обробітку ґрунту призвело до різкого збільшення насіння бур'янів у верхньому 10-сантиметровому шарі ґрунту (табл. 56).

Однак, якщо в перший рік кількість насіння бур'янів в шарі 0–10 см при диференційованому за глибиною плоскорізному обробітку і у варіанті з плоскорізним обробітком на 12–14 см зросла, відповідно, з 32,1 % до 49,1 і 57,3 %, то на третій рік при застосуванні названих обробітків кількість бур'янів була незначною. Це можна пояснити різким зниженням схожості насіння бур'янів в названому шарі ґрунту.

На підставі вихідних даних і ефективності агротехнічних, хімічних і інших заходів в боротьбі з бур'янами, в конкретних умовах розробляється технологічна карта боротьби з бур'янами, враховується стійкість видів бур'янів, едифікаторний ефект культурних рослин. Вибрати необхідно такі заходи боротьби з

бур'янами, застосування яких в посівах культури забезпечить кількість бур'янів на час їх осіменіння не більше 1 шт./м². За такої забур'яненості посівів не спостерігається збільшення потенціальної засміченості ґрунту і створюються умови для її зниження.

Таблиця 55 – Розподіл схожих насінин бур'янів по місяцях вегетаційного періоду (ННЦ «Інститут землеробства НААН»)

Бур'яни	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень
Багаторічні						
Буряк польовий	72	25	–	–	–	–
В'юнок польовий	70	70	10	–	10	–
Осот польовий	70	50	–	–	–	–
Пирій повзучий	87	5	4	–	4	–
Хвощ польовий	70	10	20	–	–	–
Однорічні						
Гірчиця польова	75	–	–	–	–	25
Кучерявець Софії	41	11	–	–	30	18
Лобода біла	41	21	10	26	2	–
Мітлиця звичайна	24	–	–	4	59	13
Паслін чорний	55	9	14	–	8	–

Для рентабельного застосування заходів боротьби з бур'янами необхідно визначити критерії їх економічної доцільності, тобто економічний поріг забур'яненості полів.

В сільськогосподарській науці відомо багато способів боротьби з бур'янами. Вони відрізняються за змістом, трудомісткістю виконання, виробничими затратами, ефективністю тощо. Тому виникла необхідність їх класифікації. В основу її покладено дві найважливіші ознаки:

1. Вид об'єкту, на який спрямовані заходи боротьби. Такими об'єктами можуть бути бур'яни (рослини, насіння, плоди, кореневища, кореневі паростки та ін.), а також джерела і способи їх поширення.

2. Вид засобів, за допомогою яких знищують та пригнічують бур'яни або ж запобігають їх поширенню.

Таблиця 56 – Розподіл насіння бур'янів залежно від системи обробітків, % від загальної кількості в орному шарі ґрунту (ННЦ «Інститут землеробства НААН»)

Система обробітку ґрунту	Строки визначення	Шар ґрунту, см		
		0–10	10–20	20–30
Полицева, диференційована по глибині	весна 1984	25,6	32,1	42,3
	осінь 1986	25,3	31,8	42,9
Плоскорізна, диференційована по глибині	весна 1984	49,5	29,8	20,7
	осінь 1986	59,4	28,7	18,9
Плоскрізна поверхнева на 12–14 см	весна 1984	57,3	24,0	18,7
	осінь 1986	60,7	22,6	16,7

За першою ознакою можна виділити запобіжні, винищувальні й спеціальні заходи боротьби.

Запобіжні заходи передбачають недопущення занесення бур'янів і поширення їх на полях.

Винищувальні заходи сприяють знищенню бур'янів, що ростуть на сільськогосподарських угіддях та органів їх генеративного і вегетативного розмноження, які є у ґрунті, а також зниженню життєздатності бур'янів.

Спеціальні заходи боротьби передбачають локалізацію зниження шкідливості, а також знищення найбільш злісних потенційно небезпечних або карантинних бур'янів. Часто такі заходи здійснюють для боротьби з вівсюгом, пирієм повзучим, осотом рожевим, березкою польовою, ромашкою пахучою та ін. У

боротьбі з карантинними бур'янами ці заходи називають карантинними.

За другою ознакою заходи боротьби з бур'янами поділяють на фізичні, механічні, хімічні, біологічні, фітоценотичні, екологічні, організаційні і комплексні.

Фізичні заходи полягають у знищенні бур'янів шляхом зміни фізичного стану середовища, в якому вони перебувають. Цього досягають за допомогою вогню (вогняний культиватор, стерелізація ґрунту, затоплення забур'янених полів водою, осушення території, мульчування поверхні ґрунту інертними матеріалами).

Механічні заходи передбачають використання переважно знарядь обробітку ґрунту, які одночасно механічно впливають і на бур'яни (підрізують, вичісують, скошують, присипають тощо).

Хімічні заходи ґрунтуються на застосуванні хімічних сполук (гербіцидів), які знищують бур'яни, не пошкоджуючи культурних рослин.

Біологічні заходи полягають у застосуванні для боротьби з бур'янами різних організмів, для яких ці бур'яни є джерелом живлення. Такими організмами можуть бути віруси, бактерії, гриби, нематоди, комахи та ін.

Фітоценотичні заходи передбачають використання більш високої, порівняно з бур'янами, конкурентної здатності вирощуваних культур, що дає можливість пригнічувати ріст бур'янів. Це метод конкуренції, або заглушення.

Екологічні заходи полягають переважно в зміні ґрунтових умов у напрямку відповідності до вимог культурних рослин і негативного впливу на бур'яни. Цього досягають зміною аерації, вологості, температури, реакції, біологічної активності ґрунту, вмісту в ньому елементів мінерального живлення та ін.

Організаційні заходи складаються із способів або видів робіт, які поліпшують загальний культуртехнічний стан сільськогосподарських угідь на певній території, або безпосередньо

сприяють цьому. До організаційних заходів належать картування бур'янів за угіддями, регулювання випасання худоби, знищення бур'янів біля опор ліній електропередач, вибір маршруту для скотопрогонів тощо.

При сумісному і послідовному науково обґрунтованому застосуванні усіх цих заходів, вони взаємно підсилюють один одного і забезпечують найбільший ефект. Їх називають комплексними заходами.

Не всі перераховані заходи боротьби з бур'янами однаково вивчені і відрізняються ефективністю, тому детально розглянемо добре розроблені й випробувані в практиці сільськогосподарського виробництва.

7.1. Запобіжні заходи боротьби з бур'янами

Заходи цієї групи спрямовані на якнайповніше збільшення сільськогосподарських об'єктів від насіння і вегетативних органів розміщення, а також на ліквідацію їхньої життєдіяльності. Іншими словами, запобіжні заходи повинні запобігати потраплянню органів розмноження бур'янів на полях.

Посівний матеріал потрібно ретельно очистити від насіння бур'янів, оскільки насіння бур'янів, не втрачає своєї життєздатності на складах. Очистка виключає можливість занесення на ріллю важко відокремлюваних і нових бур'янів. Згідно з вимогами стандарту, вміст насіння бур'янів у 1 кг зерна пшениці, вівса, ячменю, жита, рису, гречки відповідної категорії не повинен перевищувати 5–20 шт.

Правильне чергування культур підвищує продуктивність сівозміни, знижує забур'яненість ґрунту насінням і вегетативними органами. Добре розвинуті культурні рослини сильніше пригнічують бур'яни. Тому створення умов для росту й розвитку вирощуваних культур сприяє пригніченню бур'янів.

Дотримання оптимальних строків і способів сівби також сприяє зменшенню забур'яненості посівів. Так наприклад, зниження норм висіву та зменшення густоти стеблостою культурних рослин неодмінно підвищують забур'яненість полів. У цьому випадку, норму висіву слід збільшувати на 10–15 %. Передпосівна культивация і сівба повинні бути одним технологічним процесом, щоб запобігти передчасному проростанню бур'янів і забур'яненості полів.

Своєчасне знищення бур'янів до їх цвітіння на дорогах, межах полезахисних лісосмугах, зрошувальних та осушувальних каналах запобігає їх поширенню.

Дотримання чистоти в зерноскладах, своєчасна очистка мішків і транспортних засобів також запобігають поширенню бур'янів.

Своєчасне і високоякісне збирання врожаю суттєво знижує потенційну забур'яненість ґрунту. За великої забур'яненості посівів проводять збирання. Внаслідок цього насіння багатьох бур'янів (осоту польового, щиріці білої, латуку татарського та ін.) досягає у валках, а при обмолочуванні значна його частина потрапляє у бункер комбайна. Насіння бур'янів з коротким періодом вегетації (гірчак березковидний, талабан польовий, гірчиця польова, редька дика та ін.) при скошуванні обсіпається, збільшуючи засміченість ґрунту. Однак при прямому комбайнуванні, основна його маса потрапляє разом із зерном у бункер.

Правильне згодовування тваринам відходів зерна має також певний вплив на поширення насіння бур'янів. Так, наприклад, відходи зерна, що містять багато насіння бур'янів, для згодовування тваринам застосовують тільки в розмеленому або запареному вигляді, щоб воно втратило свою схожість. Це слід робити тому, що значна частина насіння бур'янів, проходячи через шлунково-кишковий тракт тварин не втрачає схожості. При заготівлі інших кормів, особливо соломи і полови, необхідно також запобігати

засміченню їх насінням і плодами бур'янів. Як і зерно, солому та полову доцільно перед згодовуванням запарювати.

При підготовці ґною до зберігання необхідно враховувати те, що насіння бур'янів, яке все ж потрапляє у корми і проходить через шлунково-кишковий тракт тварин, у значній мірі зберігає свою життєздатність. Її можна значно знизити, якщо дотримуватися суворого режиму підготовки і зберігання ґною. Найвищий ефект досягається при нещільному укладанні ґною в невеликі бурти завширшки до 3 м і заввишки 1–1,5 м. Активність мікрофлори в цих умовах різко зростає, ґній розігрівається й органічна маса інтенсивно розкладається, насіння втрачає схожість. Це так званий гарячий спосіб зберігання ґною. Через місяць у таких буртах схожість насіння бур'янів становить 35 %; 2 місяці – 24 %; 3 місяці – 0,1 %, а через 4–5 місяців воно повністю втрачає схожість.

Компостування ґною з торфом або з фосфорним борошном також знижує схожість насіння бур'янів у 2–3 рази.

Одним із важливих заходів зменшення забур'яненості полів є дотримання карантину проти бур'янів. Розрізняють внутрішній і зовнішній карантин. Зовнішній карантин запобігає завезенню відсутніх у країні злісних бур'янів, до яких належить амброзія полинолиста, бузинник пазушний або верба багаторічна, паслін сухоребриколистий, соняшник черешковий і каліфорнійський, всі види стриги. До бур'янів внутрішнього карантину належать амброзія полинолиста, багаторічна і трироздільна, паслін дзьобатий, гірчак рожевий, всі види повитиць, ценхрус якірцевий або малоквітковий, соняшник дикий.

Щоб запобігти поширенню карантинних бур'янів, слід дотримуватися певних правил і виконувати такі заходи: за наявності цих бур'янів у господарстві не залишати насінницьких ділянок, не використовувати насіння для сівби без свідоцтва Державної насінневої інспекції, не вивозити насіння в інші господарства або

райони, відходи після очистки насіння обов'язково розмелювати або запарювати (спалювати).

7.2. Винищувальні заходи боротьби з бур'янами

Найдавнішим і найпоширенішим способом знищення бур'янів є раціональний механічний обробіток ґрунту.

Для зниження життєдіяльності насіння і плодів бур'янів використовують два способи: знищення проростків та сходів; знищення життєдіяльності насіння й плодів бур'янів, що містяться в ґрунті. Ці напрямки виражаються в способі провокації і глибокого загортання. Суть цього способу полягає у тому, що на полі, яке вільне від культурних рослин, створюються умови для проростання бур'янів. Наступними обробітками знищують сходи бур'янів, оскільки можна не лише два рази спровокувати проростання бур'янів, насіння яких міститься в посівному шарі ґрунту, а й знизити забур'яненість насіння посівів. Високу ефективність має коткування, яке проводять після весняного боронування або культивуації. Воно підвищує температуру ґрунту на 0,7–2,5°C, поліпшує контакт насіння з ґрунтом, прискорює і підсилює проростання бур'янів у декілька разів. Наприклад, вівсюг провокується до проростання і найкраще знищується при застосуванні такої системи передпосівного обробітку ґрунту: ранньовесняне боронування (краще з коткуванням), культивуація + передпосівна культивуація на глибину 5–6 см при масовій появі сходів.

Отже, ефективність методу провокації у системі передпосівного обробітку ґрунту вища на більш пізніх строках сівби сільськогосподарських культур.

Інший метод очищення ґрунту від життєздатного насіння бур'янів – глибоке загортання їх у ґрунт. У цьому випадку воно зовсім не проростає, або його проростки гинуть, не досягнувши поверхні ґрунту через втрату всіх поживних речовин з ендосперму.

Багато насіння бур'янів втрачає життєздатність при глибокому загортанні у ґрунт через 4–5 років, а окремих бур'янів – через 1–2 роки. Отже, глибока оранка (на 30–35 см) через кожні 4–5 років за нормального або мілкого обробітку в наступні роки дає можливість позбавити життєздатності насіння бур'янів.

Такі умови складаються після збирання зернових культур у системі зяблевого обробітку ґрунту, а також у весняно-літній період на полях, оброблених восени, і які відводяться під ярі культури або під чисті пари.

Метод провокації реалізується вже у системі зяблевого обробітку ґрунту, яка складається з луцення стерні й наступної оранки плугами з передплужниками на глибину не менше 20–22 см. При цьому, луцення слід проводити відразу після збирання культури, оскільки при пізньому луценні насіння бур'янів погано проростає через нестачу вологи або тепла, тому наступною оранкою знищується менше бур'янів.

У весняно-літній період необхідно враховувати біологічні особливості проростання бур'янів. Результати дослідження показують, що до сівби ранніх ярих зернових навесні з'являється близько 8–20 % сходів бур'янів від загальної кількості насіння, до кінця-початку червня – 25–69, у червні-серпні – близько 4–17, у вересні-жовтні – не більше 10 %.

Чим менший інтервал між передпосівним обробітком ґрунту і періодом максимальної появи сходів, тим більше бур'янів буде знищено. Тому можливостей для зниження забур'яненості полів у системі передпосівного обробітку ґрунту під пізні ярі культури (кукурудза, сояшник, буряки, просо, гречка) значно більше, ніж під ранні ярі.

Разом з тим, дослідження багатьох вчених показали, що глибоко приоране насіння можна вивести із спокою, якщо створити сприятливу будову орного шару, забезпечити достатнє надходження тепла, повітря тощо. При цьому відбувається масове проростання

бур'янів в усій товщині орного шару, основна кількість з яких відмирає, не досягнувши поверхні ґрунту. Відбувається самоочищення від насіння бур'янів. Найінтенсивніше цей процес відбувається в полі чорного пару.

Для знищення життєздатних вегетативних органів розмноження бур'янів застосовують механічне видалення, висушування, виснаження і «удушення».

7.3. Механічне видалення, або вичісування і висушування кореневищ на сонці

Механічне видалення, або вичісування застосовують для очищення ґрунту від кореневищ, розміщених у верхній частині орного шару (пирій, гострець, свинорій). При цьому способі кореневища видаляються з ґрунту багаторазовим обробітком його пружними або штанговими культиваторами чи боронами вздовж і впоперек поля. В кінці поля кореневища збирають і спалюють. Кореневища свинорію і гострицю, які залягають у нижній частині орного шару, спочатку за допомогою оранки переміщують у верхній шар.

Недолік цього способу – неповне видалення кореневищ з ґрунту, у якому створюються оптимальні умови для проростання бур'яну. Інший недолік – великі затрати на обробіток та надмірне розпилення ґрунту, тому його застосовують все рідше.

Висушування кореневищ на сонці застосовують у степових районах у системі парового або раннього зяблевого обробітку ґрунту. За допомогою глибокої оранки кореневища переміщують ближче до поверхні ґрунту, де вони через 15–20 днів висихають. Потім їх можна зібрати й спалити. За жаркої і сухої погоди в степових районах України таким способом можна майже повністю звільнитися від життєздатних кореневищ свинорію. Однак за умови випадання дощів цей спосіб не забезпечує позитивних результатів.

7.4. Знищення бур'янів за допомогою виснаження

Спосіб виснаження застосовують для знищення коренепаросткових і кореневищних бур'янів, у яких кореневі паростки й кореневища залягають глибоко (осот польовий, гірчак повзучий, латук звичайний та ін.). Виснаження кореневої системи цих бур'янів досягається систематичним підрізуванням їх паростків, які з'являються на кореневих системах на поверхні ґрунту. При цьому запаси пластичних речовин у кореневих системах і кореневищах витрачаються на утворення нових пагонів і не поповнюються. Коли ці речовини повністю втрачаються, коренева система з усіма органами розмноження гине.

Спосіб виснаження застосовують у системі парового обробітку ґрунту проведенням багаторазових культивацій, у системі поліпшеного комбінованого зяблевого обробітку ґрунту (з меншою ефективністю) і навіть у системі передпосівного обробітку ґрунту під ярі культури.

У системі зяблевого обробітку ґрунту поле лушать на глибину 12–14 см лемішними лушильниками, після появи сходів бур'янів проводять культивацію з боронуванням на глибину 8–10 см чи 10–12 см, або повторне лемішне лущення на таку саму глибину. Після чергового проростання розеток бур'янів проводять глибоку оранку для підрізування коріння глибше від того місця, де відходять горизонтальні розгалуження кореневої системи.

Для повного знищення корневих паростків чи кореневищ, які вижили, але є ослабленими, після парового або поліпшеного зяблевого обробітку рекомендовано вирощувати просапні або озимі зернові культури. Міжрядними обробітками просапних культур завершують знищення вегетативних органів розмноження багаторічних бур'янів. Озимі культури, затінюючи сильно ослаблені сходи бур'янів, різко знижують продуктивність їх асиміляції і сприяють їх повному відмиранню. Цей спосіб має недоліки, які полягають у довготривалості його проведення і значних затратах.

Однак ці недоліки можна пом'якшити поєднанням обробітку із застосуванням гербіцидів.

7.5. Боротьба з кореневищами і коренепаростковими бур'янами за допомогою способу «удушення»

Теоретичну основу способу «удушення», який був розроблений В. Р. Вільямсом, застосовують, в основному, для боротьби з пирієм повзучим. Однак, як показала виробнича практика та численні дослідження, він ефективний і для знищення інших кореневищних та коренепаросткових бур'янів, у яких органи розмноження містяться в орному шарі.

Суть цього методу полягає у подрібненні кореневищ на відрізки завдовжки не більше 10–12 см і глибокому приорюванні їх під час появи сходів. Чим дрібніші відрізки і чим більша глибина загортання проростків бур'янів, тим вищий ефект від застосування цього методу. Практично «удушення» здійснюється в системі зяблевого обробітку ґрунту або при осінньому обробітку чорних парів і складається з таких заходів:

1. Подрібнення кореневищ відразу після збирання зернових дисковими лушпильниками в двох взаємно перпендикулярних напрямках на глибину 10–12 см.

2. Переорювання ґрунту на глибину не менше, ніж 20–22 см, плугами з передплужниками, встановленими на глибину, дещо більшу від попереднього дискування, відразу після появи сходів пирію, так званих шилець (через 10–15 днів). Загорнені шаром ґрунту відрізки дають другий проросток, який, не досягнувши поверхні, гине чи «удушується» без доступу кисню. Конкретна схема обробітку ґрунту залежить від низки умов, зокрема від виду бур'янів, глибини залягання органів розмноження, глибини орного шару та ін.

Метод «удушення» дає позитивні результати (в дослідженнях пирій знищився на 82–85 %) тільки за своєчасного знищення і

достатньо глибокого загортання проростків. При запізненні з оранкою, пирій повзучий починає фотосинтетичну діяльність, утворює нові кореневища й знову розмножується.

7.6. Знищення бур'янів у посівах

Фізико-механічні заходи боротьби з бур'янами проводять протягом вегетації з моменту сівби культур.

Важливе значення має післяпосівне боронування. Його проводять до сходів сільськогосподарських культур після їх появи.

Досходове боронування ярих зернових культур проводять при умові фізичної стиглості верхнього шару ґрунту через 3–4 днів після сівби. Цим заходом знижується багато сходів бур'янів без пошкодження сходів культурних рослин. Його слід проводити після появи шилець у проростках зернових культур, поки вони ще білі. У наступні періоди до появи 3–4-го листка боронування може спричинити пошкодження – виривання рослин, засипання їх землею.

Післяпосівне боронування, як захід боротьби з малорічними бур'янами, широко застосовують у посівах просапних культур.

На посівах кукурудзи боронування проводять переважно два рази: перше – досходове – легкими посівними боронами на глибину не більше 2–3 см за 3–4 днів до появи сходів кукурудзи, друге – після появи сходів у фазі 2–3, або 3–4 листків. Досходове боронування, коли бур'яни перебувають у фазі білої ниточки, знижує забур'яненість посівів більш, ніж на 50 %. При післясходовому боронуванні, коли бур'яни перебувають у фазі 1–2 пар справжніх листків, загибель бур'янів не перевищує 45 %. Триразове послідовне боронування дає можливість зменшити забур'яненість посівів на 92–95 %.

У посівах картоплі перше боронування проводять через 5–7 днів після садіння, а наступні (1–2) – з інтервалом не більше 6–7 днів. Часто проводять післясходове боронування картоплі. Два

досходових і одне післясходове боронування знищують близько 80 % бур'янів і підвищують урожайність картоплі на 18–25 %.

Посіви соняшнику, цукрових буряків та інших культур, які висівають на невелику глибину, потрібно боронувати обережно. Досходове боронування цукрових буряків проводять тоді, коли довжина проростків буряків становить не більше 1 см, а після появи сходів – у фазі «вилочки». Для цього використовують сітчасті й легкі зубові борони, а також ротаційні мотики. Боронують уперек рядків на малій швидкості. Такий спосіб боротьби з бур'янами дозволяє знищити бур'яни на посівах в межах 65–70 %.

Ефективним заходом знищення сходів бур'янів у посівах просапних культур є міжрядні обробітки за допомогою культиваторів. Періодичність і строки обробіток залежить від особливостей вирощування культури, ступеня і типу забур'яненості, а також від застосування гербіцидів.

7.7. Фітоценотичні й біологічні заходи боротьби з бур'янами

Сукупність культурних рослин і бур'янів, яка характеризується певним складом, будовою і взаємодією, і оформлена на порівняно однорідній в економічному аспекті сільськогосподарській території, називають агрофітоценозом.

Фітоценотичні заходи мають певний вплив у боротьбі, спрямованій на зменшення бур'янів у посівах сільськогосподарських культур. У складі будь-якого агрофітоценозу виділяють два важливих компоненти – вирощувана культура й бур'яни. Культурний компонент переважно представлений одним видом вирощуваних культур, рідше двома чи трьома (вико-вівсяні, горохо-вівсяні сумішки, конюшина з тимофіївкою тощо), а бур'яни – декількома видами, або десятками видів. Визначальна роль у визначенні продуктивності агрофітоценозу належить культурному компоненту, який називають домінантом фітоценозу. Культурний компонент агрофітоценозу формує і внутрішнє середовище посіву,

під покривом якого багато бур'янів сильно пригнічуються. Таким чином, культурні рослини не тільки переважають у рослинному угрупованні, а й формують агрофітоценоз. Між культурним компонентом і бур'янами в агрофітоценозах встановлюються певні взаємозв'язки і взаємодія.

Прямий або контактний зв'язок між рослинами агроценозу виражається формами:

- паразитизм і напівпаразитизм, суть якого виражається відносинами між паразитами і рослиною живителем;

- механічний тиск на стебла і корені культури витких, чіпких і дуже гіллястих бур'янів, із сильно розвиненою мичкуватою системою;

- алелопатія, або фізіолого-біологічний вплив, який проявляється в пригніченні або стимуляції життєдіяльності одних видів (акцепторів) газоподібними або розчинними речовинами, які виділяються рослинами іншого виду (донора) в навколишнє середовище;

- конкуренція між рослинами агрофітоценозу за першочергове і найповніше використання основних факторів життя. В результаті цієї конкуренції в агрофітоценозі переважають види, які швидше, повніше й краще використовують фактори життя.

Посередній вплив проявляється в таких формах:

- дія рослин виду на формування і стан внутрішнього середовища польової рослинної асоціації, яка визначає ріст, розвиток та стан інших видів рослин, передусім бур'янів, які входять в агрофітоценоз;

- через ґрунтові умови (едафічні фактори), які в процесі життєдіяльності рослин змінюються;

- реакція рослин на зовнішній вплив, кліматичні фактори (посуха, нестача тепла, градобій та ін.), біогенні фактори (розвиток хвороб, шкідників, випасання худоби, занесення насіння птахами

тощо), антропогенні фактори (обробіток ґрунту, внесення добрив, пестицидів та ін.).

7.8. Вплив густоти стояння культури на рівень присутності бур'янового компонента агрофітоценозу

Рівень пригнічення бур'янів сільськогосподарськими культурами залежить не тільки від їх біологічних особливостей, а й від рівня їх присутності (густоти стояння), який визначається нормою висіву та способом сівби. Чим вища норма висіву, тим вищий рівень заповнення екологічної ніші культурою, і відповідно менший обсяг залишається для росту і розвитку бур'янів. При використанні високих норм висіву в одновидових посівах сільськогосподарських культур відбувається стиснення (диференціація) екологічних ніш, у селекційно відібраних сортах вона незначна, тому надто загущенні посіви утворюють низький урожай або взагалі його не утворюють через нестачу ресурсів.

Підвищення пригнічення бур'янів із збільшенням густоти стояння властиве всім культурам, навіть культурам з низьким рівнем конкурентної спроможності. Наприклад, льон при підвищенні густоти стояння суттєво змінює рівень свого впливу на сегенальну рослинність. При цьому, в більшій мірі змінюється маса бур'янів, а не їх чисельність. У такої культури, як гречка, збільшення норми висіву до 140 кг/га призводить практично до повного очищення поля від бур'янів, навіть таких злісних, як пирій повзучий.

Заповнювати екологічну нішу можна не лише рослинами основної культури, а і спеціально підсівати іншу. Наприклад, льон можна підсівати багаторічними травами, що, за даними ряду досліджень, знижувало рівень забур'яненості на 26–38 %, а маса бур'янів при цьому зменшилась на 38–46 % (табл. 57).

За даними американських вчених, підвищення норми висіву кукурудзи призводить до зменшення втрат від бур'янів. При цьому в їх умовах знижується насіннева продуктивність таких проблемних

видів бур'янів, як нетреба звичайна та канатник Теофраста і підвищується їх чутливість до гербіцидів. Ці дані підтверджуються і дослідженнями проведеними в Молдові, які показали, що для кукурудзи оптимальною є площа живлення 50×30 см, а не 70×30 см.

Таблиця 57 – Вплив густоти стояння льону-довгунцю на забур'яненість посіву (Кравченко М. С., Царенко О. М., Міщенко Ю. Г. та ін., 2003)

Показники	Норма висіву насіння, млн/га						
	10	15	20	23	25	28	30
Густота стеблестою перед збиранням врожаю, шт./м ²	772	1106	1337	1553	1665	1766	1826
Чисельність бур'янів, шт./м ²	330	344	354	344	317	309	248
Суха маса бур'янів, г/м ²	87,2	71,1	59,5	54,4	51,5	43,0	37,1

Підвищення стояння, як і внесення добрив, супроводжується ростом вегетативної маси культури на одиниці площі. Дані про залежність чисельності бур'янів у посівах сільськогосподарських культур залежно від маси соломи, які наводить В. Ф. Зубенко (1981), підтверджують зворотну залежність між рівнем забур'яненості та масою соломи (табл. 58).

Недотримання рекомендованої норми висіву призводить до зростання рівня забур'яненості. За даними А. Г. Письменного, Н. А. Пташенчука, Г. Г. Леня (1995), зменшення норми висіву гороху з 1,4 до 1 млн шт./га або на 28 % призвело до зростання забур'яненості посіву на 40–50 %.

Таблиця 58 – Залежність між урожаєм соломи зернових колосових і зернобобових культур за рівнем забур'яненості (А. В. Бовін, А. П. Травлов, Н. А. Белова та ін., 2003)

Культури	Показник	Фон – гній, 6 т/га		
		без добрив	N ₄₂₅	N ₄₁₀
			P ₄₃₃	P ₄₁₃
			K ₄₃₃	K ₄₁₈
Пшениця озима	Солома, ц/га	50,3	60,2	68,8
	Кількість бур'янів, шт./м ²	332	281	208
Горох	Солома, ц/га	33,0	37,7	44,4
	Кількість бур'янів, шт./м ²	176	144	108
Ячмінь	Солома, ц/га	21,2	36,1	31,6
	Кількість бур'янів, шт./м ²	248	149	82

7.9. Біологічне заглушення бур'янів за допомогою сильної конкурентної спроможності культурних рослин

Розглянуті вище особливості взаємовідносин в агрофітоценозі становлять теоретичну основу фітоценотичних заходів боротьби з бур'янами, або методів біологічного заглушення. Ці методи здійснюються за допомогою агротехнічних заходів.

Оскільки культурні рослини є найпродуктивнішими, то вони мають і вищу конкурентну спроможність, порівняно з бур'янами.

За здатністю пригнічувати бур'яни культурні рослини можна поділити на три групи:

- культури високої спроможності, стосовно багатьох видів бур'янів (жито озиме, пшениця озима, ячмінь озимий, ріпак озимий, коноплі, топінамбур, багаторічні трави);

- культури з помірною конкурентною спроможністю (ячмінь ярий, овес, вико-вівсяна сумішка, гірчиця, соняшник, кукурудза, тютюн, морква, капуста, люпин);

– культури із слабкою конкурентною спроможністю (пшениця яра, просо, зернобобові, картопля, цукрові буряки, льон).

Підбором найконкурентніших культур можна суттєво знизити забур'яненість їхніх посівів.

Сільськогосподарські культури можна класифікувати за їх місцем і роллю в агроценозі. Кожна класифікація відображає завдання, яке поставлено нею і повинна дати відповіді на ту мету, яка переслідувалась. З точки зору агрофітоценології і гербології, в класифікації сільськогосподарських культур повинні знайти відображення показники, за якими визначається їхнє місце і роль в агрофітоценозах. До таких показників відносяться горизонтальна та вертикальна структура, інтенсивність заповнення екологічного об'єму, едифікаторні властивості та існування культурного компонента протягом вегетаційного сезону, екологоценотичні стратегії росту і розвитку тощо.

Час появи культури в агроценозі визначається землеробами і залежить від біологічних властивостей сільськогосподарських культур та господарського призначення створюваного агрофітоценозу. За часом зайняття всі культури поділяються на ярі й озимі.

Озимі культури висівають в осінній період і до настання морозів встигають сформувати сходи різного ступеня розвитку. В умовах України основними культурами є пшениця озима та жито озиме. У групу озимих культур входять також ячмінь озимий, тритикале, ріпак озимий, вика озима та ін. За рахунок осіннього висіву культури цієї групи мають довгий період вегетації. У весняний період вони швидко відновлюють вегетацію і інтенсивно нагромаджують вегетативну масу й за рахунок цього проявляють сильні едифікаторні властивості. Крім цього тонконогові озимі культури (пшениця, жито, ячмінь, тритикале) здатні кущитися, а значить більш повно заповнювати екологічний простір, обмежуючи цим самим розвиток бур'янового компонента агрофітоценозу.

Частка озимих культур в складі польових агрофітоценозів України становить 30–40 % їх загальної площі.

Значно більшу групу складають ярі культури. Під ярими культурами розуміють фітоценоз, який формується у весняний період. Видове різноманіття і господарське призначення ярих культур значно більше. До ярих культур відносяться ячмінь, овес, просо, гречка та інші, які, в свою чергу, діляться на ранні і пізні.

Ряд культур можуть висіватись як суцільним способом, так і широкорядним. До даної групи відносяться круп'яні культури (гречка, просо).

По висоті всі сільськогосподарські культури можна поділити на три групи:

1. Від 120 до 600 см – високорослі (конопля, кукурудза, соняшник, жито, сорго).

2. Від 80 до 120 см – середньорослі (пшениця, ячмінь, льон і ін.).

3. Від 20 до 80 см – низькорослі і рослини, що мають прямостояче або вилягаюче стебло (овочеві культури – помідори, огірки, капуста, цибуля, часник, інші коренеплоди і бульбоплоди, цукрові і кормові буряки, картопля; баштанні – кавун, диня).

На відміну від інших живих організмів, вищі зелені рослини мають біоплярну структуру і біоплярне середовище існування. Зумовлено це наявністю надземних і підземних органів, що розвиваються у двох середовищах – атмосфері і ґрунті.

7.10. Вплив конкуренції культур між собою на забур'яненість посіву

Конкуренція між культурами і бур'янами в значній мірі регулюється біохімічною взаємодією (алелопатія). Суть її полягає у тому, що вегетуючі рослини, ризосферні мікроорганізми, продукти розпаду післяжнивних решток виділяють фізіологічно активні

речовини, які мають на інші рослини в одних випадках стимулюючий, в інших – гальмуючий вплив.

Так, виділення живих кореневищ пирію повзучого знижують ріст кукурудзи, вівса, жита озимого в 1,5–2 рази, зменшують густоту стеблестою в 2–3 рази.

Найважливіший і дуже простий спосіб запобігання заростанню бур'янами полів полягає в щорічному правильному чергуванні культур у сівозміні.

При переході від беззмінних посівів до сівозміни кількість бур'янів, у тому числі багаторічних, різко зменшується, а врожайність культур зростає.

Видовий склад бур'янів та рівень їх присутності в агрофітоценозі, значним чином, визначається структурою посівних площ сільськогосподарських культур. Насиченість структури посівних площ такими високо конкурентоздатними в пригніченні бур'янів культурами, як озимі зернові, призводить у кінцевому результаті до зростання забур'яненості (табл. 59).

Таблиця 59 – Рівень ефективності фітоценотичного впливу різних сільськогосподарських культур на пирій повзучий (середнє за три роки) (Косолап М. П., 2004)

Варіанти	Довжина кореневищ		% загибелі кореневищ
	до посіву	після збирання врожаю	
1	2	3	4
Чистий пар	1991	–	100,0
Ячмінь	1853	1238	33,9
Овес	1894	1376	37,3
Горох на зерно (1,5 млн/га)	1850	836	50,2
Горох на зерно (2,0 млн/га)	1793	528	70,6

Продовження таблиці 59

1	2	3	4
Вика яра на зерно (2,5 млн/га)	1994	938	53,0
Вика яра на зерно (2,0 млн/га)	1990	800	59,8
Редька олійна на з/к	1997	907	54,6
Редька олійна на з/к (2 урожаї)	1960	147	92,5
Горохо-вівсяна суміш + післяукісна редька олійна на з/к	1795	372	79,3
Вико-вівсяна суміш + післяукісна редька олійна на з/к	1878	378	80,1
Жито озиме + післяукісно 2 урожаї редьки олійної на з/к	1990	—	100,0

Реакція різних груп бур'янів на чергування сільськогосподарських культур у сівозміні після різних попередників проявляється по-різному. За даними американських вчених, із 1200 видів бур'янів не реагували на сівозміни лише 30.

Про ступінь впливу чергування культур у сівозміні на рівень присутності бур'янів можна судити за даними, які наведені у таблиці 60.

Таблиця 60 – Рівень забур'яненості до та після освоєння сівозміни (за даними ВНДІ олійних та ефіроолійних культур), середнє за 3 роки

Культури	До освоєння сівозмін, шт./м ²			Після освоєння сівозмін, шт./м ²		
	мало-річні	багато-річні	всього	мало-річні	багато-річні	всього
Суцільного посіву	352,1	53,4	405,5	51,7	1,4	58,1
Просапні	339,4	38,5	377,9	19,7	2,8	22,3

Конкурентна спроможність неоднакова у різних культур, які були попередниками для однієї і тієї ж культури. Про це свідчить

вплив різних попередників на забур'яненість посіву пшениці озимої (табл. 61).

Таблиця 61 – Вплив попередників на забур'яненість посіву пшениці озимої (Гордієнко В. П., 1989)

Попередники	Кількість бур'янів, шт./м ²	Вага бур'янів, г/м ²	Вага бур'янів до ваги пшениці, %
Ячмінь	60	12,2	4,9
Соняшник	15	4,4	3,2
Кукурудза	19	3,3	2,1
Картопля	19	3,3	1,8
Просо (широкорядний посів)	31	1,1	1,8
Чистий пар	5	0,2	0,04

Аналогічні результати досліджень з вивченням впливу попередників на забур'яненість посіву кукурудзи наведені у таблиці 62.

Таблиця 62 – Забур'яненість посівів кукурудзи залежно від попередників (за даними ВНДІ кукурудзи), середнє за 1998–1999 рр., шт./м²

Попередники	Кількість бур'янів, шт./м ²
Пшениця озима	10,4
Пшениця озима після кукурудзи на силос	16,9
Ячмінь	37,4
Кукурудза	42,5
Цукрові буряки	14,6

Застосування добрив, вапнування, зміна реакції створює сприятливі умови для росту і розвитку бур'янів. На поліпшення живлення позитивно реагують дуже багато бур'янів. Це лобода біла, олійна, гірчиця польова, гірчак шорсткий, куряче просо та ін.

7.11. Біологічні заходи боротьби з бур'янами

До біологічних заходів боротьби з бур'янами належать знищення або пригнічення їх за допомогою різних організмів, для яких ці бур'яни є джерелом живлення. Такими організмами можуть бути віруси, бактерії, гриби, нематоди, комахи, тощо. Використовуються переважно комахи і нематоди.

Для боротьби з вовчком застосовують мушку-фітомізу, личинки якої пошкоджують насіння та стебла вовчка.

У боротьбі з амброзією можна використати совку, гусінь, яка живиться тільки її насінням, не пошкоджуючи іншої рослини.

7.12. Хімічні заходи боротьби з бур'янами

Для цієї мети застосовують гербіциди – хімічні сполуки, які мають здатність знищувати небажану рослинність у посівах сільськогосподарських культур. За реакцією на застосування гербіцидів культурні рослини і бур'яни поділяють на чутливі, які майже повністю знищуються, середньочутливі – відмирають не повністю, і стійкі – не пригнічуються.

Основними способами внесення гербіцидів є обприскування, яке може бути суцільним (на всій площі), вибіркоким (на сильно забур'янених ділянках), стрічковим (смугами 25–35 см), рядковим.

Для рахунку норми технічного препарату, якщо в довідниках чи інструкціях вона вказується в діючій речовині, користуються формулою:

$$Д = \frac{a+100}{б};$$

де а – норма витрати діючою речовиною, кг/га;

б – вміст діючої речовини в препараті, %;

Д – норма технічного препарату, кг/га.

При визначенні норми витрати рідких гербіцидів у л/га потрібно робити ще перерахунок на їх густину, якщо вона більша або менша одиниці. У цьому випадку її розраховують за такою формулою:

$$Д = \frac{a \times 100}{б \times n};$$

де а – норма витрати діючою речовиною, кг/га;

б – вміст діючої речовини в препараті, %;

п – густина рідкого препарату.

Гербіциди для боротьби з бур'янами на посівах сільськогосподарських культур необхідно використовувати з врахуванням економічної та екологічної доцільності.

Хімічні препарати забезпечують належну віддачу при використанні їх у поєднанні з агротехнічними і біологічними методами боротьби з бур'янами протягом вегетаційного періоду.

7.13. Ефективність застосування гербіцидів

Застосування гербіцидів залежить від багатьох факторів: температури, вологості ґрунту і повітря, властивостей ґрунту, способів їх застосування, строків та способів внесення, норм тощо.

На посівах сільськогосподарських культур для боротьби з бур'янами, зокрема, на пшениці, житі, ячмені, вівсі (без підсіву бобовими травами) найчастіше застосовують такі гербіциди: амінну сіль 2,4-Д, діален супер, хармоні, лонтреп, стерон, ланцет, гранстар, буран, монітор, старанс, ковбой, кроес та ін.; при підсіванні багаторічних бобових – аґрітокс, базагран. Ці гербіциди згубно діють на більшість двосім'ядольних рослин і не пошкоджують злакових. Для знищення злакових бур'янів (вівсюг, метлюг звичайний, мишій) застосовують пума супер.

Для знищення бур'янів, таких як ромашка непахуча, підмаренник чіпкий, зірочник середній, гречка березковидна, гірчак почечуйний тощо, рекомендуються також комбіновані препарати

діален, діамет Д, 2М-4Х з банвелом Д. Обприскують їх у період від фази кушіння до виходу в трубку.

Просо і сорго сильно пригнічуються бур'янами, оскільки на початку вегетації повільно ростуть, тому добрі результати в боротьбі з бур'янами тут дає дворазове обприскування тими гербіцидами, що й на зернових (2,4-Д та ін.): перший раз – у фазі 2–3 листків амінною сіллю 2,4-Д, другий – у фазі повного кушіння.

У посівах зернових бобових культур (горох, вика, квасоля, боби) широко використовують агрітокс, базагран, чезагару, півот, фронт'єр 900 та ін.

У посівах кукурудзи двосім'ядольні бур'яни знищують амінною сіллю 2,4-Д, хармоні, діаленом, базисом та ін., які вносять при появі 3–5 листків кукурудзи. Для знищення пізніх ярих бур'янів застосовують ерадікан, гвардіан, харнес або фронт'єр, обприскуючи ними до сівби або до появи сходів.

Добрі результати у боротьбі із багаторічними і малорічними бур'янами забезпечують такі гербіциди, як ґлісол, раундап, кросе, тітус, лонтре, мілагро, майстер та ін.

У посівах льону-довгунця проти двосім'ядольних бур'янів застосовують натрієву сіль 2М-4Х 750 у фазі «ялинки» при висоті рослин 5–12 см. Добрі результати забезпечує застосування базаграну М, агрітоксу, зелексу-супер, дуалу 900Е, лонтрету 300 та ін.

Цукрові буряки також вибагливі до чистоти полів. На посівах цукрових буряків можна використовувати ептам, пірамін-турбо – восени або до сівби, бетанол вносять у фазі 2–6 листків.

Для боротьби з бур'янами в посівах картоплі застосовують зенкор, тітус, ф'юзілад супер та ін.

7.14. Перспективні методи боротьби з бур'янами (соляризація, використання електричного струму, електромагнітних полів, розробка нових поколінь гербіцидів)

Поряд із традиційними прийомами контролю за станом бур'янів та боротьби з ними останнім часом ведеться активний пошук принципово нових підходів і рішень. Сьогодні перспективними є соляризація, використання електричного струму й електромагнітних полів, розробка нових поколінь гербіцидів.

Соляризація – це прогрівання ґрунту за допомогою сонячної радіації до температури, за якої в ньому гине насіння бур'янів. Для цього ґрунт накривають прозорою або чорною поліетиленовою плівкою. Проведені експерименти показали, що ґрунт під плівкою залежно від погоди за 10–50 діб прогрівається до температури 48–57°C. Особливо ефективно використовувати прозору поліетиленову плівку. Під її покривом ґрунт прогрівається в сонячні дні до 56–57 °C, а в похмурі – до 35–40 °C. За місяць соляризація забезпечує загибель у верхньому шарі ґрунту близько 90 % насіння бур'янів. Витрати поліетиленової плівки на соляризацію становлять 250–400 кг/га. Соляризацію успішно застосовують під час підготовки ґрунту для закладання парників і теплиць, а також на ділянках, де вирощують ягідні культури.

Нові покоління гербіцидів синтезують з урахуванням їхньої екологічної безпеки та підвищення фітоценотичної дії. Проводяться роботи для створення гербіцидів, здатних знищувати непроросле насіння бур'янів у ґрунті. Наприклад, препарат метилізотіоціанат знищує все насіння в ґрунті, крім насіння із твердою оболонкою. Створено цей препарат за аналогією з природними кореневими виділеннями на рослинах родини капустяних, у ризосфері яких швидко гине насіння бур'янів інших видів рослин.

РОЗДІЛ 8. ЗАХИСТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ВІД ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ І ШКІДНИКІВ

Шкідники і хвороби загрожують сільськогосподарським культурам протягом усього періоду росту і розвитку. Ґрунт є життєвим середовищем різних видів комах, кліщів, напівсапрофітних грибів, які пошкоджують висіяне насіння або спричиняють його пліснявіння. Сходи рослин рано навесні приваблюють багато шкідників, які шукають джерело живлення на даному полі після перезимівлі або мігрують сюди з інших осередків. Ураження молодих посівів збудниками хвороб призводить до їх зрідження. У міру росту рослин з'являються нові види шкідників та поширюються нові хвороби.

8.1. Загальні положення про сучасні системи захисту рослин

Однією з важливих умов, що впливає на ефективність системи землеробства, крім способів обробітку ґрунту, є підбір правильного захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів.

Зараз нараховують близько 800 тис. різних шкідників і більше 30 тис. збудників хвороб сільськогосподарських культур. Втрата врожаю від шкідників, хвороб і бур'янів може складати більше 30 % (14, 12, і 19 % відповідно). Відомо, що при забур'яненості 100–200 рослин на 1 м², винос ними азоту становить 60–100 кг/га, фосфору 20–30, калію 100–140 кг/га.

Таким чином бур'яни із ґрунту забирають приблизно половину поживних речовин із внесених добрив. В умовах інтенсифікації землеробства і широкого впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур захисту рослин набуває особливого значення.

Для захисту рослин застосовують комплекс агротехнічних, механічних, біологічних і хімічних заходів. У більшості країн з високоінтенсивними системами землеробства затрати на

проведення заходів досягають 5–10 % собівартості продукції рослинництва.

Застосування того чи іншого методу в певну фазу розвитку рослин залежить від ступеня ураження певним шкідником або хворобою.

Як відомо, хімічний спосіб боротьби з шкідниками і хворобами, найбільш розповсюджений зараз, має значні недоліки.

При застосуванні хімічних препаратів одночасно з шкідниками знищуються і корисні комахи (бджоли, джмелі, квіткові мухи), які запилюють рослини. Тому найактуальніша проблема – це охорона навколишнього природного середовища, яка приносить мінімальну шкоду при проведенні захисних заходів.

У зв'язку з цим, виникла необхідність у комплексному методі, де застосовуються різні способи захисту рослин.

Головне завдання інтегрованої системи – використання екологічно безпечних та економічно ефективних засобів і заходів. Інтегрована система – це розумне поєднання різних методів, заходів і засобів для боротьби з шкідниками, хворобами і бур'янами. Вона корінним чином відрізняється від спрощеної системи, яка застосовувалась багато років, коли весь захист зводився до масового використання пестицидів.

Інтегрований захист – це складний комплекс довготривалих науково обґрунтованих заходів, спрямованих на максимальне збереження урожаю від втрат, який включає набір стійких сортів, освоєння зональних систем землеробства, застосування сучасних машин для захисту рослин, в тому числі, машин для передпосівного обробітку насіння, щоденне спостереження за посівами, облік кількості шкідливих і корисних комах, використання економічних порогів заподіяння шкоди. Там, де інтегрована система застосовується на практиці, вона забезпечує високі результати при значній економії трудових і матеріальних ресурсів з дотриманням інтересів охорони навколишнього природного середовища.

Зараз такі системи розроблені і запроваджуються в практику на посівах сільськогосподарських культур.

Інтегрована система захисту сільськогосподарських культур неможлива без зональних систем землеробства.

8.2. Організаційно-господарські та агротехнічні методи

Велике значення у захисті рослин мають організаційно-господарські та агротехнічні методи. Від застосування технології вирощування культур (способів оранки, культивації, лущення, внесення добрив, норм, строків, способів сівби насіння, чергування культур, способів збирання урожаю та інше) залежить чисельність корисних і шкідливих комах, мікроорганізмів, птиці.

Наприклад, забур'яненість зростає при неправильному внесенні органічних добрив. Так, в одному кілограмі торфогнойових компостів, приготовланих з свіжого ґною, в середньому, міститься від 253 до 754 насінин бур'янів, і при нормі внесення 60 т/га компостів на 1 м² з'являється до 4500 бур'янів, що вимагає додаткових заходів боротьби.

Розвиток корисних і шкідливих комах, які заселені на місцевих агробіоценозах, залежить від системи сівозмін і структури посівів: чим різноманітніший видовий склад культурних і диких рослин, тим багатогранніше різноманіття комах запилювачів, паразитів і шкідників. Систему сівозмін і структуру посівів можна побудувати так, щоб корисні комахи мали сприятливі умови для розмноження протягом всієї вегетації: передбачити посів багаторічних трав із злаками, соняшнику, фацелії тощо.

Чергування культур у сівозміні повинно погіршувати живлення шкідників в кожному наступному році, створити несприятливі умови для розвитку хвороб і бур'янів.

Впровадження ґрунтозахисного землеробства пов'язане з розширенням спеціалізованих сівозмін, у тому числі й беззмінних посівів кукурудзи в першій групі земель (схили крутизною 0–3°), де

може накопичуватись інфекція летючої та пухирчастої сажок, кореневих і стеблових гнилей. На третій і четвертий рік беззмінного вирощування цих культур ураженість збудниками хвороб зростає у 2–3 рази, з летючою сажкою – в 5–8 разів, порівняно з варіантом використання як попередника іншої культури.

Агротехнічними заходами можна не тільки регулювати чисельність шкідливих видів і підвищувати стійкість рослин до пошкодження, але й посилювати діяльність природних ворогів шкідників, збагачувати склад і збільшувати чисельність корисних комах.

Необхідно відмітити, що сьогодні основними є агротехнічні заходи, які обмежують поширення шкідливих організмів і забезпечують найвищу продуктивність сільськогосподарських культур. Найважливіші з них – це вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні, обробіток, удобрення, зрошення ґрунту, підготовка насіння до сівби, додержання строків сівби.

Науковим принципом організації оптимальної сівозміни є розмежування у просторі і часі культур, споріднених за живильними властивостями для шкідливих організмів. Додержання його дає змогу обмежити поширення багатьох переважно спеціалізованих видів шкідників, а також збудників хвороб рослин.

Завдання обробітку ґрунту – це знищення бур'янів, підготовка поля до сівби, регулювання водного режиму, збереження і нагромадження вологи у ґрунті, відтворення родючості ґрунтів.

Негативно впливають на розвиток шкідників і хвороб такі види обробітку ґрунту, як лущення стерні, оранка на зяб, культивуція міжрядь просапних культур. Важливе значення має і глибоке загортання післязбиральних решток рослин, які є джерелом зберігання і поширення паразитних мікроорганізмів навесні, а також місцем перезимівлі деяких шкідників.

Обробіток ґрунту виконує важливу роль у боротьбі з шкідниками і збудниками хвороб. Так, наприклад, обробіток ґрунту без перевертання пласта із збереженням на його поверхні стерньових решток, а тим більше мульчі з побічної продукції, призводить до того, що тут залишаються зимуючі стадії шкідників і хвороб. При заорюванні органічних решток вони здебільшого гинуть. Це пов'язано з тим, що в багатьох видів шкідливих організмів різко виражена пристосованість до зміни ґрунтових умов у дуже вузьких межах (вологості, температури, теплоємності).

Певний вплив на розмноження шкідників і хвороб мають способи обробітку ґрунту. Наприклад, оранка ґрунту через 8–15 днів після лушення на глибину 20–22 см сприяє цілковитій загибелі яєць і личинок злакових мух, стеблової молі, тлі і пшеничного трипса. Однак оранка через 5 днів після лушення призводить до з'явлення сходів бур'янів і падалиці, які служать місцем розмноження шкідників і хвороб.

Культивація зораного поля призводить до загибелі личинок, шкідників, яких поїдають птахи і різні хижі комахи, такі як жужулиці, журавки, сонечка, мурашки і павуки.

Від строків сівби залежить також ураженість культур шкідниками і хворобами. Науковими дослідженнями встановлено оптимальні строки сівби всіх сільськогосподарських культур для захисту їх від шкідників і хвороб. Відомо, що пізні посіви найбільше уражаються. Залежно від норми висіву насіння змінюється густота та екологічні умови, в яких розвиваються рослини, а також шкідливі і корисні комахи. Наприклад, якщо стеблостій густий, то затримується розвиток черепашки і зменшується її шкідливість. У роки очікуваної високої чисельності шкідливих комах, як правило, норму висіву насіння культурних рослин підвищують.

Певне значення для підвищення стійкості сільськогосподарських культур проти хвороб має внесення збалансованих за фосфором і калієм мінеральних добрив. Не

збалансовані за цими елементами дози азоту можуть значно знизити стійкість сільськогосподарських культур до хвороб.

В обмежені розвитку деяких хвороб відіграють роль мікродобрива. Так, внесення бору ефективно для захисту цукрових буряків від гнилі сердечка. Позакореневе підживлення рослин солями, цинком, марганцем, бором та іншими мікроелементами сприяє підвищенню стійкості деяких культур проти неінфекційних вірусних та грибкових хвороб.

У більшості випадків застосування добрив несприятливо впливає на шкідників і, в той же час, сприяє підвищенню стійкості рослин. Наприклад, фосфорно-калійні добрива пригнічують життєві функції комах і паралельно сприяють зміцненню і швидшому розвитку механічної тканини рослин. Доведено, що вони підвищують стійкість рослин до шкідливої черепашки, шведської мухи, злакової тлі і хлібних клопів, ускладнюють живлення личинок гусенської мухи. Таким чином, внесенням добрив можна не тільки поліпшити живлення рослин, але й певною мірою врегулювати чисельність комах. Правильно запланована черговість збирання сільськогосподарських культур дозволяє одержати продукцію високої якості і, в той же час, вплинути на чисельність шкідників. Наприклад, раннє збирання кукурудзи на зерно не тільки зменшує втрати урожаю, але й суттєво знижує чисельність зимуючих гусениць стеблового метелика. При збиранні на силос має значення і висота зрізу – при низькому зрізі у стеблах відсутні гусениці стеблового метелика.

У першу чергу, урожай зернових збирають на ділянках, найсильніше уражених клопом-черепашкою, гусенською мушкою і іншими шкідниками. Це дозволяє одержати слабо пошкоджене і непошкоджене зерно. При збиранні зерна в повній стиглості першим комбайнуванням гине велика кількість личинок клопа-черепашки.

Хімічний метод. Найбільш розповсюджений спосіб захисту рослин – хімічний. Без цього методу важко обійтись без виробника.

При хімічному методі захисту рослин використовують пестициди (хімічні засоби захисту рослин), які залежно від призначення поділяють на інсектициди (проти комах), акарициди (проти кліщів), інсектоакарициди (одночасно проти комах і кліщів), фунгіциди (проти грибних хвороб), гербіциди (проти бур'янів), нематодициди (проти фітогельмінтів), родентициди (проти гризунів). Для застосування у сільськогосподарському виробництві виготовляють такі препаративні форми пестицидів:

- змочувані порошки, що становлять механічну суміш пестициду і нейтрального наповнювача (переважно каоліну) з додаванням поверхнево-активних речовин (ПАР) ОП-7, ОП-10, ССБ та ін. При розведенні у воді ці порошки утворюють стабільні суспензії (к. с.);

- концентрати емульсії – це суміш розчину технічного продукту пестициду в органічному розчиннику емульгатором. При виготовленні робочої рідини із заводського препарату його розводять водою до одержання водної емульсії потрібної концентрації;

- водні розчини – технічні продукти деяких пестицидів, наприклад, 2М-4Х, реглон та інші, які добре розчиняються у воді, тому випускаються у формі концентрованого розчину, який розводиться водою подібно концентрату емульсії;

- гранульовані пестициди – препарати у вигляді гранул розміром 1–4 мм. Складаються із суміші пестициду й наповнювачів (суперфосфату, комплексних мінеральних добрив, бетоніну) і призначені для поверхневого розсіювання або внесення у ґрунт. Однак пестициди вигідно застосовувати тільки при такій чисельності шкідників і ступені ураження хворобами, коли проведення обприскування посівів економічно виправдано. Доведено, що повністю ліквідувати шкідливих комах неможливо навіть при 10–20-кратних обробках. Порогом заподіяння шкоди прийнято вважати чисельність шкідника на 1 м², яка завдає шкоду

урожаю, вищу тих витрат, які вимагають для обробки посівів пестицидами для недопущення витрат. Пороги заподіяння шкоди залежать від поєднання багатьох умов і вони різні для різних районів і шкідників. Наприклад, для сірої зернової совки поріг заподіяної шкоди становить 20 гусениць, для звичайної зернової совки – 40 гусениць.

Знання економічного порогу заподіяння шкоди і практичне його використання дозволяє правильно та економно застосовувати інсектициди, знизити кратність обробітків, вибірково обробляти посіви, особливо там, де чисельність шкідників максимальна.

Виробнича практика вказує, що інсектициди найбільш ефективні при високій щільності заселення посівів шкідниками. У цьому випадку їх загибель може досягнути 90–95 %.

Застосування хімічного методу найбільш доцільне при краєвих, локальних та інших обробітках. Найчастіше шкідники заселяють краєві смуги шириною 30–50 м. Так, горохова зернівка, клубенькові довгоносики заселяють край посівів шириною 40–50 м, а хлібний жук-кузька – не більше 10–20 м.

Зараз значно зріс асортимент інсектицидів, гербіцидів та інших засобів захисту рослин. Все це вимагає строгого дотримання наукових рекомендацій і регламенту їх застосування, кваліфікованого проведення робіт, регулювання машин із захисту рослин. Від правильності проведення захисту рослин багато в чому залежить доля врожаю і його якість.

8.3. Селекційні та інші методи захисту рослин

Виведення і вирощування стійких до шкідників форм рослин – найбільш перспективний метод. Створення стійких сортів дозволяє скоротити застосування пестицидів на посівах і зменшить шкідливу післядію. Так селекціонерами виведені сорти соняшнику, що попередило пошкодження цієї культури соняшниковою вогнівкою, яка є її основним шкідником. Такі сорти твердих ярих пшениць, як Харківська 3, Харківська 46, Малянопус 69, Краснокутська та інші уражаються гусенською та яровою мухами у багато разів менше, ніж сорти м'якої пшениці.

Стійкість рослин до окремих шкідників визначається деякими ознаками. Наприклад, сорти ярої пшениці, які мають опушене листя майже не пошкоджуються її яйцями. До злакової тлі більш стійкі ранньостиглі сорти хлібних злаків з твердими лусочками, черепицеподібною будовою колосся і пониженою концентрацією азоту в соку рослин.

До зернової совки стійкі сорти пшениці з більш раннім (на 6–10 днів) виколошенням і м'якими лусочками, які ускладнюють яйцекладку шкідника.

Пшеничний трипс менше пошкоджує сорти зі швидким дозріванням, щільно притиснутими до зернівки колосковими і квітковими лусочками.

У виробничій практиці дуже важливо використовувати сорти хлібних злаків, які дружно кущаться в короткий період, перешкоджають розвитку бур'янів і шкідників.

8.4. Біологічний метод захисту рослин

Цей метод використовує закономірності обмеження чисельності комах у природних умовах їх паразитами і хижаками (ентомофагами). Є три основні напрями його застосування: 1) здійснення заходів охорони і підвищення ефективності природних популяцій паразитів, зокрема таких, як створення спеціальних цілинних ділянок резервацій для нагромадження корисних

організмів, внесення в агроєкосистеми додаткових кормових ресурсів для паразитів підсіванням нектароносних рослин; 2) випуск на поля ентомофагів, розмножених у лабораторних умовах (сезонна колонізація); 3) застосування біопрепаратів, виготовлених на основі культур патогенних мікроорганізмів.

З ентомофагів у рілльництві використовують яйця паразита трихограми проти озимої, листогризучої, бавовникової, капустиної совок, кукурудзяного та лучного метеликів, горохової плодоярки. Застосовують різні види трихограм. Це дрібні комахи. Личинки й лялечки паразити розвиваються всередині яєць шкідників, переважно метеликів. У природних умовах життєвий цикл розвитку трихограми триває 10–12 днів.

У кожного виду трихограми формується вибірковість щодо жертви. Так розрізняють совкову, вогнівкову, біланову раси. Совкова раса рекомендована проти озимої і капустиної совок на технічних і зернових культурах. Вогнівкову расу застосовують проти кукурудзяного і лучного метеликів.

Інтенсивні хімічні обробки полів і садів проводять до загибелі не тільки шкідливих, але й корисних ентомофагів, які при сприятливих умовах здатні відчутно стримувати розвиток шкідливої ентомофауни.

Багаторічний досвід передових господарств і науково-дослідних установ свідчить, що на посівах хлібних злаків ентомофаги краще захищають урожай від шкідливої черепашки, хлібного жука-кузьки, злакової тлі, трипсів, п'явиці, ніж інсектициди.

Багаторічний метод захисту рослин, заснований на використанні хижих і паразитичних комах, павуків, нематод, птиць, а також збудників хвороб для знищення шкідливих видів комах, хвороб і бур'янів. Важливо створити для них сприятливі умови в місцях їх життя. Для природних ентомофагів на краях ділянок, які захищають від шкідників, висівають рослини-нектароноси в 2–4

строки. Ці посіви забезпечують чисто господарський ефект (корми, масло) і боротьбу з шкідниками. Кращими нектароносами вважають: фацелію, гречку, гірчицю, насінники моркви, петрушки, кмину, соняшнику і ін.

Біологічний метод у нашій країні став невід'ємною складовою частиною інтегрованої системи захисту рослин. Він застосовується на великих площах відкритого ґрунту. При цьому в захисті рослин використовуються біопрепарати, ентомо- і фітофаги, а також враховуються пороги шкодочинності. Отже, оптимальним поєднанням у інтегрованій системі агротехнічних, біологічних, екологічних методів боротьби з шкідниками і збудниками хвороб та бур'янами у ґрунтозахисному землеробстві можна досягти високої продуктивності вирощуваних сільськогосподарських культур.

РОЗДІЛ 9. АГРО- ПЛОДО- ЛІСОНАСАДЖЕННЯ

Захисні лісові і плодові насадження у вигляді смуг у комплексі з іншими захисними насадженнями є важливим фактором, який постійно позитивно впливає на сільськогосподарські зони. Такі насадження є невід’ємним елементом системи заходів, спрямованих на підвищення інтенсивності землеробства – збільшення врожайності культур при одночасному зниженні собівартості продукції. В умовах зростаючої освоєності земель та з метою раціонального її використання неможливим є правильне ведення сільського господарства без захисних насаджень. Полезахисні смуги з лісових і плодових дерев сприяють підвищенню вологості ґрунту та поліпшенню мікрокліматичних умов. Під їх впливом поліпшуються біохімічні, хімічні, фізичні, агрохімічні властивості ґрунтів на міжсмугових ділянках. Доведена позитивна дія смуг на підвищення коефіцієнту ефективного використання сільськогосподарськими культурами мінеральних та органічних добрив.

Агрономічні лісо-плодо-дерев’яні смуги відіграють винятково важливу роль у кругообігу вологи. При наявності правильно розміщених полезахисних смуг і протиерозійних насаджень сніг рівномірно розподіляється на території, навесні тане поступово, волога проникає у ґрунт і використовується рослинами. У системі лісо-плодових смуг ґрунт у полі промокає в 1,5–2 рази глибше, ніж на ділянках незахищених смугами.

Еродовані ґрунти можуть бути використані в різних напрямках. Залежно від ступеня змитості, крутизни схилу ці ґрунти можна використати під ліси, сади, виноградники та ягідники. При використанні еродованих ґрунтів дерева слід розмішувати тільки контурним способом міжряддя, у перші роки треба тримати під багаторічними травами або природним задернінням. На крутих схилах дерева треба садити на терасах з великими нахилами їх

полотна до схилу. Ширина полотна тераси коливається від 3 до 5 м. Садять дерева ближче до бровки насипного відкосу.

В садах без терас слід закладати водореґулюючі смуги з кущів чорної смородини, агрусу та малини шириною 3–4 м впоперек схилу через 3–4 ряди плодкових дерев. Найбільшу ефективність дає поперечний плантаж з залишенням задернілих буферних смуг (2–4 м) через кожні 20 м схилу з кутом нахилу 7–12° та влаштування водовідвідних каналів, нарізаних під невеликим кутом (4–6°) до горизонталей схилу. На незайнятих плантажах та в окремих міжряддях існуючих виноградників корисно сіяти люпин.

З метою припинення ерозії ґрунтів виноградники, які закладені вздовж схилу, необхідно реконструювати. Для цього слід змінити напрямок шпалерних стовпів і дроту впоперек схилів і, таким чином, створити поперечні до схилу міжряддя та запровадити поперечний їх обробіток.

9.1. Лісомеліоративні заходи

Для ефективного захисту сільськогосподарських культур основні смуги закладають упоперек панівних вітрів на відстані 200–300 м на піщаних ґрунтах і 500–600 м на зв'язаних ґрунтах. Поперечні смуги слід створювати на відстані 600–1000 м на піщаних ґрунтах і 1500–2500 м на зв'язаних ґрунтах. Смуги рекомендується створювати, насамперед, по межах землекористування, вздовж доріг і по межах полів сівозмінні. На більш зв'язаних ґрунтах орних схилів з нахилом понад 2° основні смуги лісів доцільно розміщувати упоперек схилу.

На піщаних ґрунтах закладають п'ятирядні, рідше семирядні, смуги. Більш широкі смуги непродуктивної конструкції закладають з метою захисту земель від заносу піском з боку піщаних масивів. Такі смуги створюють навколо селищ. Більш вузькі смуги садять вздовж шляхів. При садінні сіянці треба розміщувати на відстані (2–2,5)×0,7 м один від одного.

На відносно бідних піщаних ґрунтах висаджують сосну звичайну, березу, а в найбільш сприятливих умовах і ялину європейську в чергуванні з кущами – червоною бузиною, аморфою та іншими. Садять дерева за однокущовим типом: деревна порода, кущ, деревна порода і т. д. Внутрішні ряди можуть бути без кущів. У районах, де висаджується ялина можна створювати березово-ялинові смуги.

На Поліссі великі площі займають бросові, часто розбиті піски. На пісках садять сосну, домішуючи до неї на найбільш пологих і родючих ділянках березу. Для поліпшення розвитку кореневої системи сосни на безлісних пісках треба провадити глибоку (на 40–50 см) передпосадкову оранку ґрунту.

Піски, які розвіюються при залісенні, слід попередньо шелюгувати (шелюга захищає молоді сосни від засікання і видування). Шелюгування здійснюють заорюванням прутів шелюги рядами з відстанню в 2 м. Через рік у міжряддя садять сосну.

Для боротьби з глибинною ерозією в передгірних і гірських районах Карпат потрібні ті ж заходи, що й на Поліссі. Для залісення ділянок при ярах в умовах Закарпатського передгір'я найбільш виправдовує себе сосна звичайна, а в гірських умовах смерека і ясен звичайний. Велике значення для захисту схилів від ерозії мають насадження вододільних лісових смуг, які закладають для Карпатських сільськогосподарських районів на обезліснених вододілах. Ширина цих смуг на практиці коливається в межах 25–40 м.

На більш родючих ґрунтах можна висаджувати модрина, дуб черешчатий і червоний, тополю канадську, клен гостролистий, грушу, яблуню, липу з кущовими (ліщина, жовта акація, смородина, чорна бузина). Тополі висаджують у чистому вигляді або у чергуванні з кущами. Лісові смуги створюють після зяблевої оранки на глибину 30–35 см. Садять сіянці весною лісосадильними машинами або під меч Колесова. За смугами доглядають протягом

3–4 років до повного змикання крон. На більш родючих ґрунтах міжряддя можна використати під просапні культури, кукурудзу, картоплю, квасоллю та інше. На менш родючих ґрунтах у міжряддях доцільно вирощувати багаторічний люпин, який не дає бур'янам розростатися і удобрює ґрунт азотом.

На берегах балок, вздовж бровок балок і ярів створюють прибалкові і прияружні смуги. На прияружних смугах треба висаджувати коренепаросткові породи, а також ті, які можна висівати і розмножувати живцями та відводками (біла акація, осика, осокір, тополя канадська, берест, береза, свидина, бересклети, ліщина, слива, вишня, терен, черемуха). Ці породи повинні займати 50 % площі. Розміщувати їх слід у рядах, розташованих ближче до бровки яру. Крім перелічених порід, треба вводити в насадження (переважно в ряди, розміщені ближче до поля) дуб, ясен, клен гостролистий, клен польовий, клен татарський, липу, а на піщаних ґрунтах – сосну звичайну.

Ширину прияружної смуги встановлюють для кожного яру в межах 12–24 м залежно від його глибини і інтенсивності росту. Прияружна смуга не повинна виходити за межу можливих обвалів яру. Ширину прияружних смуг вздовж ярів, які припинили свій ріст (згаслих ярів), встановлюють не більше, ніж 10 м.

Прибалкові і прияружні смуги в районах з еродованими ґрунтами Полісся можна створювати по суцільній зяблевій оранці або для висаджування деревних і кущових рослин, користуватися шурфами.

Найбільш доступними для масового застосування і в достатній мірі ефективними у боротьбі з поширенням ярів є водозатримні, водорозпилювальні і водовідвідні вали, споруджувані на прияружних землях, щоб не допускати воду, яка стікає з водозаборів до розмивних частин ярів.

В тих випадках, коли вали не можуть затримати воду, яка надходить з водозбору до яру, для укріплення яру будують більш

складні гідротехнічні споруди у вигляді лотків – водоспусків, підпірних стінок і загат.

Ґрунтові дороги на пологих схилах є однією з основних причин утворення ярів. Тому в дуже еродованих ґрунтах кювети навіть у ґрунтових доріг треба по можливості укріпляти каменем чи деревом, або будувати в них бетонні перепади. На довгих схилах у кюветах, а також в улоговинах слід влаштовувати розпилювачі, що скидають воду на залужену частину поля.

Поруч з господарським значенням ліси виконують і важливі полезахисні, ґрунтозахисні і водоохоронні функції, тому що розміщені, у більшості випадків, на пісках, схилах, ярах та балках.

У господарських лісах, як і в лісах держлісфонду, основні заходи повинні бути направлені на поліпшення стану та підвищення продуктивності. Переважна більшість господарських лісів мають плани організації і ведення господарства, складені експедиціями «Лісопроект», тому вся діяльність господарств у лісах повинна проводитись відповідно з цими орггоспланами.

У найближчі 5–10 років необхідно засадити усі непокриті лісом площі і свіжі вирубки, які не відновились після головних рубок. Особлива увага при цьому звертається на створення культур таких швидкоростучих порід, як тополя, вільха, осика, та береза, які у короткий строк дають потрібну ділову деревину.

Високопродуктивні насадження цих порід об'єднуються в цілеспрямовані господарства, які спеціалізуються або на вирощуванні крупної деревини (діаметр у верхньому відрубі більше 14 см), або середньої (діаметр верхнього відруба у межах 8–14 см). Виходячи з цього, встановлюють вік рубки: для тополевих господарств – 21–25, 26–30, 32–35 років, вільхових – 31–40, 41–50, осикових – 31–40, березових – 41–50, соснових – 70–80 років.

У правильно організованих господарствах в оптимальних лісорослинних умовах для головної породи тополеві культури у віці

рубки дають 400–500 м³/га, вільхові та осикові – 350–400, березові та соснові – 300–350 м³/га.

Велике значення у підвищенні продуктивності лісів мають заходи, спрямовані на боротьбу з шкідниками та хворобами.

9.2. Роль і значення лісової рослинності у раціональному використанні земельних ресурсів

Ліси – найважливіший компонент природного середовища, який значною мірою впливає на розвиток ґрунтоутворного процесу, формування клімату, газовий склад атмосфери, баланс тепла і вологи, визначаючи тим самим умови сільськогосподарського виробництва й можливості ефективного використання земельних, водних та кліматичних ресурсів. Ліси сприяють також нагромадженню в ґрунті гумусу, запобігають обмілінню річок і водойм, регулюють гідрологічний режим територій, захищають поля від суховіїв та пиловидних бур тощо.

Рослинність, особливо лісова – найбільш могутній протиерозійний фактор. Вона захищає ґрунт від видування, вивітрювання і руйнування стоковими водами та дощовими краплинами, запобігає розвитку водної і вітрової ерозії. Дослідженнями встановлено, що із зменшенням лісистості знижується абсолютна і відносна вологість повітря, посилюється вплив посух, що негативно позначається на сільськогосподарському виробництві. Виходячи з цього, визначення оптимальної лісистості має дуже важливе значення.

За даними УкрНДІ лісового господарства і агролісомеліорації) оптимальна лісистість рівнинної частини України повинна дорівнювати 17,2 %, в тому числі на Поліссі – 37,1, в Передкарпатті – 34, Лісостепу – 16,8 і в Степу – на звичайних чорноземах – 7,4, на темно-каштанових ґрунтах – 5,3 %. Фактично ж, у рівнинній частині цей показник становить 13,3 %, в тому числі, на Поліссі – 35, в Передкарпатті – 29, Лісостепу- 12, у Степу на звичайних чорноземах

– 5,8, на темно-каштанових ґрунтах – 2,2 і на південних чорноземах – 3,2 %.

Таким чином, для досягнення оптимальної лісистості площу лісів доцільно збільшити не менш, ніж на 2,2 млн га, у тому числі на Поліссі – на 186 тис. га, в Передкарпатті – на 72 тис., Лісостепу – на 878 тис., у Степу на звичайних чорноземах – на 697 тис., на південних чорноземах – на 250 тис. і на темно-каштанових ґрунтах – на 72 тис. га.

Збільшувати площу лісів в Україні можна за рахунок заліснення пісків, ярів, балок, заболочених і кам'янистих територій та інших малопродуктивних земель [25].

Полезахисні лісонасадження відіграють велику роль у боротьбі з посухою, суховійними вітрами, водною та вітровою ерозією ґрунтів, тепловими бурями. Вони створюють сприятливі екологічні умови для сільськогосподарського виробництва. На полях, захищених лісосмугами, сила вітру знижується на 20–30 %, в результаті чого зменшується випаровування вологи і тому вологість повітря тут у середньому на 2–4 % вища, ніж на відкритих полях.

Підвищення вологозабезпеченості ґрунтів та поліпшення їх водного режиму досягаються за рахунок більш економного використання у вегетаційний період сільськогосподарськими рослинами.

За даними УкрНДІЛХА, приріст урожаю сільськогосподарських культур на землях, захищених лісосмугами, порівняно з урожаєм на незахищених ділянках, був більшим (ц/га): озимої пшениці – на 3,6; ярого ячменю і вівса – на 3; кукурудзи на зерно – на 7,1; гречки – на 2,1; гороху – на 3,1; соняшнику – на 3,6; цукрових буряків – на 59; зеленої маси кукурудзи – на 39 і зеленої маси багаторічних трав – на 46 [25, 33].

Лісонасадження захищають ґрунти від ерозії в умовах хвилястої та гірської поверхні. Незважаючи на багаторічну боротьбу

з водною ерозією ґрунтів, під ярами ще перебуває значна частина території малопродуктивних земель.

Слід зазначити, що в Україні в результаті заліснення ярів та здійснення комплексу інших протиерозійних заходів багато раніше непридатних земель перетворено на високопродуктивні лісові і сільськогосподарські угіддя. Наприклад, на Канівській прияружно-балковій системі закріплено 31 тис. га ярів і близько 11 тис. га еродованих орних земель. Тут посаджено понад 8 тис. га захисних лісонасаджень та більш, ніж 1000 га садів на схилових землях і терасах.

РОЗДІЛ 10. ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Питання охорони природи є одним з найважливіших завдань сучасного людства, від правильності розв'язання якого, значною мірою, залежить існування людства. Гострота цього питання визначається зростанням виснаження природних ресурсів і забрудненням довкілля.

До природних ресурсів належить атмосферне повітря, вода, ґрунт, сонячна і космічна радіація, корисні копалини, клімат, рослинний і тваринний світ.

Ґрунт є основним способом сільськогосподарського виробництва. Крім того, він має важливе санітарно-гігієнічне значення. Хімічний склад ґрунту може впливати на стан здоров'я людини. Отже, захист ґрунтів – важливе державне завдання. Нагромадження в ґрунтах хімічних елементів у кількостях, що перевищують допустимі норми – негативно впливають на здоров'я людини. Знання законів кругообігу речовин допомагає регулювати ці процеси в потрібному для людини напрямку.

Від кругообігу речовин залежать життєві процеси і явища в рослинних угрупованнях і тваринному світі. З геологічним кругообігом пов'язаний процес розчинення і виносу елементів живлення з ґрунту в струмки, моря, океани, де вони відкладаються у вигляді осадових порід. Потім внаслідок різних геологічних процесів вони можуть виходити на земну поверхню, де піддаються фізико-хімічним перетворенням. Отже, елементи живлення можуть бути знову використані рослинами.

Під біологічним кругообігом речовин розуміють біологічний синтез і повернення елементів живлення з живого організму в зовнішнє середовище, тобто переміщення їх у системі ґрунт – рослини – ґрунт.

10.1. Забруднення повітряного басейну та його вплив на сільськогосподарське виробництво

Питанню охорони повітряного басейну на території колишнього Радянського Союзу та України постійно приділяється належна увага, зокрема видано ряд Постанов СРСР і України про посилення охорони природи і поліпшення використання природних ресурсів.

В названих документах вказується необхідність удосконалювати технологічні процеси і транспортні засоби з метою скорочення видів шкідливих речовин у навколишнє середовище.

З метою забезпечення охорони повітряного басейну та збереження його в чистоті, в Україні ще в 1968 р. розроблено Генеральний план очищення повітряного басейну від забруднення, який включає будівництво газоочисних систем на заводах і фабриках, удосконалення існуючих та створення нових безвідходних і бездимних технологій, переважне використання електротранспорту замість автомобільного у великих містах та промислових центрах, створення навколо них зелених зон тощо.

На охорону повітря держава щороку виділяє великі кошти. За їх рахунок вводяться в експлуатацію установки для уловлення, знешкодження і знезараження шкідливих речовин і відхідних газів [31].

У результаті будівництва на промислових підприємствах газо- і пиловловлювачів при постійному зростанні обсягів промислового виробництва кількість шкідливих речовин, що викидається в атмосферу, постійно зменшується.

Однак потрібно відмітити, що багато викидів ще не очищаються, а тому значною мірою забруднюють повітря, що негативно позначається і на сільськогосподарському виробництві. Це пояснюється тим, що економічні і науково-технічні можливості нашої країни ще не дозволяють у короткий строк повністю реалізувати всю програму охорони атмосферного повітря. З

дальшим розвитком продуктивних сил і науково-технічного прогресу вдосконалюватиметься технологія виробництва, промислові підприємства поступово перейдуть на безвідхідні й бездимні технології, будуть збудовані газоочисні споруди і пиловловлювачі, в результаті чого забруднення повітря зовсім припиниться або буде зведено до мінімуму.

На відміну від інших галузей народного господарства, сільськогосподарське виробництво пов'язане з використанням природних засобів праці. Ними є також живі організми – рослини і тварини, які найбільше залежать від умов природного середовища та реагують на його зміну, в тому числі, й на зміну газового складу атмосфери та її забруднення шкідливими хімічними речовинами і сполуками.

Сучасна наука розробила цілий ряд ефективних заходів, спрямованих на запобігання забрудненню атмосферного повітря в процесі суспільного виробництва вище гранично допустимих норм, відновлення та збереження якості повітря, необхідного для нормального розвитку людини, тваринного і рослинного світу [31].

Однак, незважаючи на успішну реалізацію усіх планів по охороні природи, деякі галузі промисловості і окремі підприємства продовжують викидати в повітря чималу кількість шкідливих хімічних речовин. Найбільше газу і пилу викидається підприємствами чорної та кольорової металургії. Досить сказати, що при виплавлянні 1 т товарної сталі виділяється 160 кг пилу, 180 кг оксиду вуглецю та 90 кг сірчаного ангідриду.

Забруднення відбувається при виплавлянні металу в мартенівських печах, а також на агломераційних фабриках, що входять до складу металургійних заводів.

Так при спіканні 1 т агломерату в повітря виділяється 2–3 тис. м³ димового газу, в якому міститься 0,1–0,3 г/м³ сірчаного ангідриду, 7–12 г/м³ твердих пилових частинок та багато шкідливих оксидів. Із загальних викидів в атмосферу підприємствами металургійної

промисловості, на частку агломераційних фабрик припадає 70–80 % всіх викидів України. Розміщені ці підприємства, в основному, в Дніпропетровській, Запорізькій, Донецькій і Луганській областях [31, 33, 37].

Атмосферне повітря забруднюється також відходами гірничодобувної і особливо вугільної промисловості. Наприклад, у межах Донецького і Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейнів налічується, як уже згадувалося, 1260 породних відвалів (так звані терикони), включаючи й відвали збагачувальних фабрик, з яких понад 800 постійно горять, задимлюючи і забруднюючи повітря [31].

Чимало викидається в повітря різних хімічних речовин і сполук тепловими електростанціями. Лише одна ТЕЦ середньої потужності викидає з труб, залежно від палива, 300–800 т золи і близько 125 т сірчаного ангідриду, а на частку всіх підприємств Міненерго України припадає понад 20 % усіх викидів в атмосферу.

У таких регіонах, як, наприклад, Донбас, Придніпров'я та інші, де розміщені великі металургійні, алюмінієві, марганцеві, хімічні, цементні заводи, вугільні шахти, у повітрі значно збільшується кількість сірчаного ангідриду, оксидів вуглецю і азоту, фенолів, вуглекислоти, хлористого водню, аміаку тощо. Усі ці домішки істотно впливають на сільськогосподарське виробництво, на флору і фауну [31].

Україна має розгалужену систему автомобільних і шосейних доріг, а автомобільний транспорт є одним з основних. Він також значно забруднює атмосферу. Так, кожний автомобіль, у середньому, за рік потребує близько 2000 л палива (в основному, бензину) і 30 000 кг повітря, або в 35–50 разів більше, ніж його використовує людина. Спалюючи таку велику кількість палива, він викидає в атмосферу понад 100 кг оксиду вуглецю, 230 кг незгорілих вуглеводів, 40 кг оксиду азоту, 2–5 кг твердих речовин [31].

Слід підкреслити, що внаслідок неправильно відрегульованих двигунів майже 70 % автомобільного парку викидає з відхідними газами в 1,5–2 рази більше токсичних речовин, ніж при нормальній роботі двигуна. Підраховано також, що вантажний автомобіль за 1 год роботи викидає в атмосферу близько 6 м³ оксиду вуглецю.

Забруднюється атмосфера і гумовим пилом з покришок, які стираються в процесі експлуатації машин. Один автомобіль дає за рік близько 10 кг гумового пилу [25, 31].

Таким чином розвиток енергетики, транспорту та висока урбанізація на Україні зумовили певні зміни в природних комплексах. Основні причини забруднення повітря – недосконалість технології спалювання вугілля, нафти, газу, торфу та інших матеріалів, в результаті чого в повітря викидається значна кількість шкідливих газів (сірчаний ангідрид, оксиди азоту, вуглецю тощо); недосконалість технології промислового виробництва і двигунів внутрішнього згорання; недостатня утилізація відходів та забезпеченість промислових підприємств газоочисними системами; використання традиційних видів палива (нафта, бензин, мазут), які при згоранні виділяють значну кількість оксидів азоту, вуглецю, сполук свинцю та ін. [31].

Забруднення атмосфери негативно позначається на сільськогосподарському виробництві. Так встановлено, що викиди у повітря газу, хлору, фтористих сполук, аміаку, ціанистого водню, парів ртуті тощо пригнічують ріст рослин, знижують їх урожайність, погіршують якість продукції. На них позначається також висока концентрація в повітрі етилену, ацетилену, пропілену, оксидів вуглецю та інших хімічних сполук.

Таблиця 63 – Якісні показники основних сортів озимої пшениці в забрудненій і умовно чистій зонах (Іванух Р. А., 1985)

Зона забруднення	Миронівська 808			Білопеківська 198			Харківська 48			Одеська 51		
	натūra, т/г	вміст клей- ковини, %	група клейковини	натūra, т/г	вміст клей- ковини, %	група клейковини	натūra, т/г	вміст клей- ковини, %	група клейковини	натūra, т/г	вміст клей- ковини, %	група клейковини
Максимально забруднена	700	18	11	714	17	11,1	703	16	11,1	714	17	11,1
Контрольна	718	20	11	720	22	11	709	20	11	721	19	11
Середньо забруднена	732	19	11	719	23	11,1	739	20	11,1	743	21	11
Контрольна	761	23	11,1	740	26	11	768	24	11	714	24	11
Мінімально забруднена	753	22	11	729	25	11	743	23	11	751	24	11
Контрольна	761	23	11,1	740	26	11	768	24	11	774	24	11,1

Слід зазначити, що у великих промислових районах (Донбас, Придніпров'я, Харківський, Київський, Одеський та інші промислові вузли) негативний інтегрований вплив на сільськогосподарське виробництво, як правило, має дуже багато аспектів. Під впливом їх дії не тільки знижується врожайність сільськогосподарських культур, а й змінюється їх хімічний склад, погіршується якість продукції, змінюються її поживні та смакові властивості. Так дослідження, проведені Луганським філіалом інституту економіки промисловості АН України, показали, що в промислово забруднених районах, порівняно з контрольними, насіння зернових і технічних культур, овочі, кормові коренеплоди, багаторічні трави (люцерна) містили на 15–20 % більше води, оксидів сірки, кремнію, марганцю, заліза й азоту. В них були виявлені також важкі метали – свинець і цинк. Значно гірші й якісні показники зерна. Наприклад, клейковини в зерні пшениці містилося 17–22 %, тоді як у контрольних зразках – 20–26 % (табл. 63).

Забруднення повітря знижує якість й інших сільськогосподарських культур. Зокрема в міру наближення посівів соняшнику до забруднення його натура і вміст жиру знижуються, а лужність зростає (табл. 64).

Таблиця 64 – Якісні показники соняшнику сорту Армавірський 3497 залежно від відстані до джерел забруднення (Іванух Р. А., 1985)

Зона забруднення	Натура, %	Лужність, %	Вміст жиру, %
Дуже забруднена	400	26,3	48,9
Середньо забруднена	406	26,0	50,6
Мало забруднена	414	25,7	51,0
Умовно чиста	418	25,0	51,0

У дослідженнях різних наукових установ урожайність окремих культур залежно від рівня забруднення атмосфери, її

газового складу, кількості інгредієнтів і віддаленості від джерел забруднення знижувалася від 8–10 до 20–25 %. Недобір урожаю завдає господарствам великих збитків. Розмір збитків залежить від багатьох факторів, особливо від концентрації і токсичності газів та речовин, що викидаються в повітря промисловими підприємствами, видового і сортового складу вирощуваних сільськогосподарських культур, розміру і структури їх посівної площі, культури землеробства, недобору врожаю, зниження його якості (зменшення вмісту клейковини, цукру, олії, крохмалю, білка, вітамінів, мікроелементів) тощо [31].

Погіршення газового складу атмосфери, наявність у повітрі домішок аміаку, сірчаного ангідриду, оксидів азоту, фенолів, пилу, важких металів, різних органічних сполук викликають глибокі біохімічні зміни в рослинах, порушують функціонування багатьох ферментативних систем, що, в свою чергу, зменшує нагромадження поживних речовин, порушує амінокислотний баланс і т. д. [31]. За опублікованими даними, в багатьох зарубіжних країнах в районах промислового забруднення виявлено підвищений вміст у рослинах золи і сульфатів, важких металів, радіоізотопів стронцію. В радіусі 7500 м від джерел викидання в 1 кг рослинної маси містилося від 170 до 5322 мг свинцю [31].

Літературні дані свідчать також про те, що в промислово розвинутих країнах спостерігається підвищення концентрації важких елементів у харчових продуктах. Наприклад, у США вміст ртуті в овочах досягає 0,02–0,06 мг/кг. В багатьох сільськогосподарських культурах (капуста, салат, шпинат, виноград), вирощених у безпосередній близькості до джерел забруднення, міститься значна кількість свинцю. У зв'язку з потраплянням важких металів в організм, цинк викликає цілий ряд хвороб. У рослинах, що росли поблизу азотних заводів, виявлено надлишок мінерального азоту, що погіршує харчові якості продукції. З рослинними продуктами харчування в організм людини

надходять і канцерогенні поліциклічні ароматичні вуглеводи [31, 37].

Викидання в повітря миш'якового пилу в поєднанні з суперфосфатом або з сірчаною кислотою та їх осідання на землю суттєво змінює характер ґрунтотворного процесу, призводить до загибелі анаеробних бактерій, негативно діє на кореневу систему, затримуючи ріст рослин або викликаючи їх загибель. Промислове забруднення атмосфери впливає не тільки через ґрунт на кореневу систему, а й на зелені частини рослин та дерев. Так летюча зола, вугільний і коксовий пил погіршують фізичні властивості ґрунту, закупорюють пори листя, зменшуючи доступ тепла, світла і вологи до рослин, ослаблюють і затримують процеси асиміляції, негативно позначаються на врожайності сільськогосподарських культур та продуктивності багаторічних і лісових насаджень.

В Європі, наприклад, надмірна концентрація шкідливих речовин в повітрі викликала в багатьох районах загибель лісів. Так, у Рурському регіоні (Німеччина) сірчистим газом пошкоджено 40 тис. га лісів [31, 32, 33].

У Норвегії поступове підвищення кислотності снігового покриву внаслідок забруднення атмосферного повітря викликало масову загибель риби у внутрішніх водоймах. Зокрема, протягом останніх 20–30 років у 477 озерах південних районів цієї країни форель повністю зникла.

Зміна газового складу атмосфери внаслідок викидання значної кількості шкідливих речовин може викликати катастрофічну зміну клімату і не тільки в окремих районах, а й навіть на всій планеті. Наприклад, щорічне зростання концентрації вуглекислого газу в атмосфері на 0,2 % може призвести до так званого парникового ефекту з підвищенням температури на Землі й одночасним зниженням вмісту кисню в атмосфері. За підрахунками Ф. Д. Давітая [31, 33], у перші 50 років починаючи з 1970-го буде використано 1 % загальної кількості кисню. В кінці наступного 50-річчя

використання кисню досягне критично небезпечної межі, яка дорівнює 2/3 його вмісту в атмосфері, що може викликати цілий ряд негативних наслідків.

10.2. Заходи охорони атмосферного повітря від забруднення

Атмосфера, як і вся біосфера, здатна до самоочищення і відтворення. Основну роль у цьому відіграє рослинність, особливо лісова, яка здатна поглинати велику кількість отруйних хімічних речовин і шкідливих газів, виділяючи натомість багато цінних і дуже потрібних для життя людей і тварин, таких як кисень, озон та ін. Чимале значення в самоочищенні атмосфери мають метеорологічні умови і процеси, тобто кількість опадів, напрям і швидкість вітру, сонячне освітлення тощо. І чим інтенсивніше відбуваються ці процеси, тим швидше очищається повітря [31, 32, 33].

Так сильні вітри знижують концентрацію шкідливих речовин над великими містами і промисловими центрами, а також районами великого скупчення промислових підприємств. Атмосферні опади у вигляді дощу, снігу, і мряки сприяють вимиванню хімічних речовин з повітря, осіданню їх на ґрунт, звідки вони поверхневим стоком виносяться в річки і моря.

Сучасна наука і практика розробила цілу систему ефективних заходів охорони атмосферного повітря від забруднення, які включають будівництво газоочисних споруд, газо- і пиловловлювачів, удосконалення технології виробництва і максимальне використання усіх супутніх компонентів мінерально-сировинних ресурсів на основі замкнутих циклів виробництва, впровадження нових фізико-хімічних процесів, здатних запобігати утворенню шкідливих відходів, а також широке застосування різних каталізаторів.

Наприклад, здійснення комплексу заходів у Криворізькому залізорудному басейні, включаючи встановлення на гірничозбагачувальних комбінатах газоочисного устаткування та

пиловловлювачів забезпечило зниження вмісту шкідливих домішок в атмосферних викидах з 400–500 до 30–40 мг/м³ при коефіцієнті корисної дії устаткування 0,99.

При встановленні електрофільтрів на цементних заводах утилізується до 90 % цементного пилу.

На промислових підприємствах широко використовуються методи глибинного очищення викидів, ефект від якого становить 70–84 %, середнього очищення – 95–98 і тонкого – понад 99 %. Протягом останнього часу розроблені й пройшли випробування схеми та апарати пиловловлювання, які можуть забезпечити відповідну величину остаточної концентрації пилу в газах, що викидаються в атмосферу [31].

Збереженню в чистоті атмосферного повітря сприяють і застосування безвідходних видів палива та впровадження методів їх нетоксичного спалювання. В Україні вже понад 300 промислових підприємств переведено на використання газоподібного та рідкого палива, що зумовило зниження забруднення повітря.

Охорона природи, в тому числі й повітряного басейну у великих містах, промислових центрах та промислово-територіальних комплексах, не може розв'язуватись шляхом лише якихось одних заходів. Ця проблема багатогранна і повинна вирішуватись комплексно на основі складання науково обґрунтованих планів охорони навколишнього середовища, окремо в кожному промисловому центрі і великому місті, залежно від промислового потенціалу продукції, що виробляється, структури використання сировини і можливостей утилізації відходів, характеру й інтенсивності забруднення, рівня урбанізації та інших факторів.

Для боротьби з забрудненням повітря важливе значення мають лісонасадження, тобто створення зелених зон навколо великих міст і промислових центрів, які стають біологічними очисними спорудами.

Створення зелених зон навколо міст і великих промислових центрів поліпшить умови сільськогосподарського виробництва. Наприклад, лісові насадження запобігатимуть розвитку водної і вітрової ерозії ґрунтів, посилюватимуть інтенсифікацію ґрунтотворного процесу, поліпшуватимуть умови для приміського сільського господарства, зокрема овочівництва. Очищення атмосферного повітря від шкідливих газів і реагентів, лісонасадження сприяють підвищенню якості продукції, особливо плодовоовочевої.

10.3. Заходи з охорони середовища за інтенсивного удобрення сільськогосподарських культур

Неправильна наукова організація застосування мінеральних і органічних добрив є небезпечною для навколишнього середовища. Добрива збільшують площу листової поверхні рослин, є могутніми універсальними фільтрами, які знижують вміст в повітрі вуглекислоти, а також всякого виду забруднювачів і мікроорганізмів.

Мінеральні добрива в якості засобів інтенсифікації землеробства, як відмічає академік П. А. Баранов, за своїм хімічним складу неінеродні в живій природі і при розумному застосуванні стають могутнім фактором її розвитку. Через кореневі поживні рештки, мікробну масу і нагромадження в хімічних сполуках ґрунту, вони сприяють новоутворенню органічної речовини, збільшують запаси елементів живлення рослин у всій товщині ґрунтових горизонтів, забезпечують подальше підвищення врожаїв сільськогосподарських культур.

Довготривале застосування добрив і періодичне вапнування дозволяє підвищити ефективну родючість і продуктивність бідних дерново-підзолистих ґрунтів, поліпшити їх режим живлення, агрохімічні показники і фізичні властивості, посилити

мікробіологічну активність, збільшити товщину кореневмісного шару [40].

Щорічне застосування добрив на дерново-підзолистих ґрунтах і удосконалення агротехніки підвищують продуктивність сільськогосподарських культур в сівозміні і при довготривалих повторних посівах. Інтенсивна хімізація, а часто поліпшення і агрофізичні властивості ґрунту різко підвищують його фітосанітарне значення в боротьбі з бур'янами, хворобами і шкідниками.

Систематичне внесення добрив і вапна збільшує ємність ґрунтів, оскільки підвищує урожай сільськогосподарських культур.

Інтенсивне застосування добрив і вапна все зменшує різницю агрохімічних показників орного і найближчих генетичних горизонтів. Багаторічне окультурення вказує на суттєві зміни агрохімічних властивостей в 20-40-сантиметровому шарі ґрунту.

Для окультуреного дерново-підзолистого ґрунту характерне більш глибоке залягання кореневої системи рослин, що збільшує водоспоживання і використання елементів живлення зростаючими врожаєми і не допускає втрат поживних речовин добрив і ґрунту в навколишньому середовищі.

Під впливом мінеральних добрив зростає кількість більш рухомої органічної речовини на чорноземних ґрунтах за рахунок мобілізації стійкого гумусу, проходить нагромадження рухомого фосфору і переважно обмінного калію, збільшується врожай рослин і нагромаджуються післяжнивні кореневі рештки. Насичення лукозміни органічними і мінеральними добривами підвищує продуктивність лукозміни, однак ефективність кожної наступної дози добрив, порівняно з попередньою, може знижуватись, що при зайвому застосуванні добрив призводить до їх втрат і підвищення забруднення середовища.

Мінеральні добрива при правильному підборі форм і доз та застосуванні органічних добрив сприяють поліпшенню родючості всіх типів ґрунту, врожаїв і якості отриманої продукції.

Навіть високі норми мінеральних добрив при правильному підборі їх форм і чергування за роками не призводить до нагромадження шкідливих аніонових і катіонових рештків в ґрунті.

Втрата кальцію і магнію, зростаючи після меліоративного вапнування кислих ґрунтів і застосування фізіологічно кислих добрив, повністю компенсується при повторному і підтримуючому вапнуванні за рахунок внесення відповідних вапнякових матеріалів [33].

Для зниження від'ємного впливу добрив на навколишнє середовище за інтенсивного використання, їх необхідно диференціювати і поліпшити підбір форм удобрення, строки, способи, глибину заробки, а також удосконалити технологію їх внесення [38].

Не слід розширяти зимове внесення всіх типів ґною по неглибокому снігу, оскільки воно сприяє випаровуванню аміачного азоту і вимиванню елементів живлення при сході снігу і до початку потепління ґрунту.

В умовах інтенсифікації землеробства зростає значення постійного контролю за якістю продуктів живлення і кормів, отриманих на фоні удобрення.

Особливу увагу необхідно звертати на боротьбу з втратами азотних добрив, застосування яких постійно зростає.

Створення в південній і середній смузі в північних районах України глибокого культурного кореневмісного шару дозволить використовувати погодні ресурси ґрунтової вологи повніше і на велику глибину, що значно зменшує втрати елементів живлення в результаті поверхневого стоку й інфільтрації.

Не слід проводити підживлення азотними добривами на полях озимих культур до повного сходження снігу і скидання снігової

води, а також по перезволоженій сіножаті до початку активного росту трав.

Особливу увагу в зволжених районах необхідно звернути на піщані і супіщані ґрунти, які потребують охорони від непродуктивних втрат азоту й інших елементів. На таких ґрунтах вигідне внесення аміачних і амідних добрив з наближенням строків внесення до посіву.

При виникненні небезпеки втрати азоту від вимивання [11, 29, 30] необхідно відмовитись від чистих парів, що може призвести до збіднення поживних речовин у ґрунті.

В районах з сприятливим зволоженням і при зрошенні підвищені норми азотних добрив (90 і більше кг на 1 га) доцільно вносити не одноразово, а в декілька строків по фазах вегетації.

В районах з продовгуватим зволоженням доцільним періодом корисно вирощувати проміжні культури, які зв'язують рухомі мінеральні форми елементів живлення в органічну речовину і кореневу масу рослин.

Слід ширше практикувати заорювання подрібненої соломи при збиранні зерна в північних районах України – це забезпечує мікробіологічну іммобілізацію мінерального азоту і не допускає його вимивання.

Доцільно проводити диференціювання доз азотних добрив з врахуванням прогнозу їх ефективності і погодних умов. [11, 14, 18].

Створення асортименту нових капсульованих, або покритих захисними плівками добрив дозволить зменшити втрати поживних речовин із добрив за рахунок вимивання, випаровування, мікробіологічної іммобілізації і фіксації ґрунтом. Це буде сприяти не тільки підвищенню коефіцієнта продуктивного засвоєння поживних речовин із добрив, але і охороні навколишнього середовища.

10.4. Нагромадження токсичних речовин у продуктах рослинництва

Застосування високих доз добрив може призвести до небажаних явищ, наприклад, утворення і нагромадження токсичних речовин у продуктивних частинах рослин, що може служити причиною отруєння людей і тварин.

Найбільш часто отруєння викликається нітратами, які самі не токсичні, але в організмі людей, тварин, у рослинних продуктах в процесі збереження перетворюються на токсичні нітрати [112, 134].

Максимально допустима норма використання нітратів для людини встановлена ФАО – 500 мг N – NO₃ в день. В США ця норма дещо вища – 700 мг в день. Критичний рівень нітратів в кормах становить 0,30 %, по більш пізніших даних – 0,45 % [115].

Науково-дослідним центром сільськогосподарського інституту в Дубліні (Ірландія) була проведена робота по визначенню нітратів в різних овочевих і плодових культурах. Найбільш високий вміст N–NO₃ (ч/млн) було виявлено в салаті (400–1035), в стеблах селери (1285–840) і в шпинаті (50–570). Дещо менше нітратів містилося в білокачанній капусті (0–195), огірках (30–130), помідорах (0–40). Незначна кількість нітратів була виявлена в бульбах картоплі (0–20).

Небезпека нагромадження нітратів зростає при вирощуванні овочів в закритому ґрунті, де дози азотних добрив значно вищі, ніж у відкритому. У дослідях Університету в штаті Флорида (США) в зимовий час в теплицях, на ґрунтах багатих азотом при недостатньому освітленні вміст N–NO₃ в сухій речовині редиски різних сортів становив 1,17–1,68 %, в листках салату – 0,96–1,26 %, в листках шпинату – 0,32–0,49 %. При однакових умовах вирощування в різних сортах овочевих культур нагромадилась різна кількість нітратного азоту [87, 96, 100].

Підвищення вмісту нітратів в овочах може бути викликано збільшенням доз азотних добрив, хоч це і не є однією з причин. Досліди з качановим салатом показали, що при збільшенні доз

азотних добрив зростає вага качана і вміст в ньому нітратів (табл. 65).

Таблиця 65 – Вплив доз азотних добрив на вагу качанового салату і вміст в ньому нітратів (Ku'ntze H., Djakovic B.)

Доза азоту, кг	Вага качана, г	N–NO ₃	
		мг/качан	мг/кг
0	79	45	569
60	93	63	677
100	149	129	866
200	160	200	1250
400	169	212	1248

У дослідях, проведених в штаті Онтаріо (США), при збільшенні доз азоту вміст нітратів в коренеплодах столових буряків зростає. Якщо у варіанті без азоту в сухій речовині містилось 0,15 % нітратів, то при внесенні N₁₁₂ – 0,25 % і N₂₂₄ – 0,43. При використанні нітратних форм азотних добрив вміст нітратів в коренеплодах був вищий (0,46), ніж при використанні сульфату амонію (0,26 %). Солі калію і натрію, внесені разом з азотними добривами, значно знизили кількість нітратів в рослинах. Так, застосування KCl і NaCl разом з аміачною селітрою знизило рівень нітратів у коренеплодах буряків з 0,46 до 0,35–0,28 %. Нітрати досить часто нагромаджуються у кормових рослинах (однорічні і багаторічні), під які в ряді країн вносять високі дози азоту, оскільки окупність азотних добрив урожаєм висока.

Із однорічних кормових культур відносно високим вмістом нітратів характеризується родина капустяних. Досліди в Ростоцькому університеті (Німеччина) показали, що кількість нітратів в кормовій капусті різко зростає з збільшенням доз азоту, але при збиранні врожаю на початку жовтня – знижується. Виявлений тісний взаємозв'язок між вмістом загального азоту і нітратного азоту: при вмісті загального азоту більше 3 % кількість N–NO₃ може складати більше 0,15 %. В однорічних злакових травах,

вироснути на зелений корм, вміст нітратного азоту може перевищувати допустимий рівень [102].

Досліди, проведені в США показали, що ячмінь і пшениця нагромаджували більше N-NO_3 , ніж жито і овес в періоди найвищої концентрації у фазі виходу в трубку, у ячменю і пшениці вона була більшою 3500 ч/млн. При внесенні 90 і менше кг/га азоту концентрація N-NO_3 значно перебільшувала токсичний рівень (2100 ч/млн), при дозах 180, 360, 720, 1440 кг/га азоту кількість нітратів була вищою допустимого рівня. При недостатці фосфору нагромадження N-NO_3 збільшувалося. Наприклад, при внесенні 15 кг/га P_2O_5 концентрація нітратів у зеленій масі пшениці зменшувалася з 1300 (на варіанті без фосфору) до 300 ч/млн. Більш низькі дози фосфору не впливали на вміст нітратів у зеленій масі. Дослідами болгарських вчених встановлено, що кількість нітратного азоту в рослинах не залежить від доз калію [110, 112].

При збільшенні доз азоту під кукурудзу кількість нітратів у вегетативній масі зростало (рівень нітратів 1000–2000 ч/млн вважається максимально допустимим). Однак при збалансованому внесенні високі дози азоту значно не впливали на підвищення вмісту нітратного азоту. Так, вміст нітратів у зеленій масі становив ч/млн при внесенні по 400 кг/га P_2O_5 і K_2O – 230, при 400 кг/га азоту і такої ж кількості калію – 1300 (в силосі – 580), при $\text{N}_{400}\text{P}_{400}\text{K}_{400}$ – 760 (в силосі – 540). Оскільки більшу частину кукурудзи згодовують у вигляді силосу, небезпека отруєння тварин нітратами зменшувалася [103, 106]. Вміст нітратного азоту в гібридній суданівській траві під впливом збільшених доз азоту також збільшується при N_0 – 0,10 %, N_{150} – 0,26 і N_{300} – 0,30 в сухій речовині. У Бельгії вміст N-NO_3 в райграсі однорічному збільшився від 0,14 (від сухої речовини) при N_{420} до 0,31 % при N_{610} [74].

На вміст нітратів у багаторічних травах має вплив також видовий склад трав, строки внесення, форми азотних добрив і інші фактори. У Польщі при внесенні підвищених доз азоту тенденція до нагромадження нітратів у різних видах трав була різною [112]. Найбільшу кількість N-NO_3 нагромадив стоколос безостий, дещо

менше – грятistica збірна, ще менше – тимофіївка. При дозі азоту 600 кг/га відсоток нітратів досягав допустимого рівня, при N_{940} – відсоток нітратів у всіх видах трав, крім тимофіївки, перевищував небезпечну дозу для життя [100, 110].

У Великобританії вміст нітратного азоту в райґрасі пасовищному при багатуокісному використанні був незначним і приблизно був однаковим при збільшенні доз азоту до 225 кг/га, внесених малими дозами [152]. Потенційно токсичний вміст нітратів (220 мг/100 г сухої речовини) встановлено при внесенні 560 кг/га азоту. При максимальній дозі добрив (900 кг N/га) вміст нітратів у перший рік використання становив 364, у другий – 417 і в третій рік – 414 мг/100 г сухої речовини.

Дослідженнями сільськогосподарського університету в Вагенінґені (Нідерланди) було встановлено, що вміст нітратів, у значній мірі, залежить від фази розвитку рослин. У вегетаційних дослідках з райґрасом при одних і тих же дозах азоту в рослинах першого року життя вміст нітратів був значно вищим, ніж у п'ятирічних рослинах; при дозі азоту 400 мг/сосуд – відповідно 0,21 і 0,15, при дозі 1000 мг/сосуд – 0,63 і 0,33 г N- NO_3 на 100 г сухої речовини скошеної маси. Збільшення дози азоту з 400 до 1000 мг/сосуд збільшувало вміст нітратів у надземній масі рослин в 3 рази, старих рослин – у 2 рази. При однакових дозах азоту під кожний укіс протягом вегетаційного періоду найбільш високий вміст нітратів був в рослинах першого укусу і з кожним укусом знижувався [33, 38].

За даними чеських дослідників, злаковий травостій, який вирощувався на південних схилах, як правило нагромаджує менше нітратів, ніж на північних, що обумовлено інтенсивністю освітлення, яке відіграє важливу роль відновлення рослинами іона NO_3 .

Суттєвий вплив на нагромадження нітратів мають форми азотних добрив. При внесенні під трави сульфат амонію і сечовини

вміст нітратів нижчий, ніж при використанні інших форм добрив. За даними польських дослідників, вміст N-NO_3 у ґрестиці збірній при внесенні аміачної селітри становив 0,205 %, від сухої речовини, кальцієвої селітри – 0,187, сечовини – 0,173 і сульфату амонію – 0,155 % [11, 14, 40].

На здоров'я тварин спостерігався негативний вплив також через підвищений вміст калію в кормах – більше 1,8–2,0 % К або 2,0–2,4 % K_2O .

Багаточисленні дослідження показують, що високі дози азоту не впливають, або навіть знижують кількість калію в сіні багаторічних трав, тоді як калійні добрива підвищують його кількість, іноді навіть до аномально низьких величин. Застосування високих доз калійних добрив в Польщі незначно підвищувало урожай люцерни, але при дозі 224 кг калію на 1 га вміст K_2O в сіні становив 2,73 %, що перевищує допустимий рівень, при дозі K_{448} в сіні містилось 3,0 % K_2O [152].

При застосуванні калійних добрив в дозі 240 кг K_2O на гектар середній вміст калію в конюшині зріс до 2,74 %, в порівнянні з 2,32 % на неудобреному травостої [41, 42].

Важливу проблему в сільському господарстві створюють важкі метали, які знаходяться в ґрунтах і рослинах у відносно високих кількостях, особливо в промислових районах. Найвища кількість селену (в середньому, 4,18 мг/кг сухої речовини) міститься в рибному борошні і, найнижча – в середньому, 0,09–0,14 мг/кг в насінні зернових культур.

Щоденна потреба людини в селені 0,1–0,5 мг, шкідлива дія на тваринах спостерігається при концентраціях вище 2 мг/кг корму. Кадмію в рослинах міститься в таких кількостях (мг/кг): в сухій речовині лучних трав – 0,13–0,21, в коренеплодах кормових буряків – 0,10, в його листках – 0,29, в кукурудзі на силос – в качанах – 0,03, в надземній масі – 0,08, у вівсі – на зелений корм – 0,04, картоплі – 0,11–0,25, в озимій пшениці – 0,02–0,04 мг/кг. У промислових

районах в сухій речовині пшениці міститься 0,41 мг/кг свинцю, в картоплі – 0,26, багаторічних травах – 0,6–0,8 мг/кг. В кормах, виготовлених із органічних відходів тваринницьких комплексів вміст Си може досягнути 250 мг/кг. Допустима норма Си для великої рогатої худоби становить 15–30 мг/кг, для свиней – 250 мг/кг [100, 106].

Застосування в якості добрив стічних вод і відходів тваринницьких комплексів без достатнього контролю може стати причиною нагромадження в ґрунті солей важких металів. За даними шведських дослідників, тверді відстої стічних вод міститься значна кількість свинцю – 524 мг, кадмію – 16 мг і ртуті – 9 мг на кг сухої речовини. Однак, за даними А. Andersona, доступність важких металів рослинам не пропорційна їх вмісту в ґрунті [64]. Наприклад, вміст свинцю в рослинах зменшується, незважаючи на збільшення його вмісту в ґрунті в результаті великого запасу органічних добрив з високою концентрацією Pb (свинцю) (табл. 66).

Таблиця 66 – Вплив свинцю, який міститься в органічних добривах на кількість Pb в ґрунті і моркві, в мг/г сухої речовини (Anderson A., 1977)

Варіант	Ґрунт	Морква
Без добрив	20,4	0,69
Осадок стічних вод 104 ч/млн Pb		
50 т сухої речовини на га	22,3	0,26
100 т сухої речовини на га	24,0	0,20
Компост 450 ч/млн Pb		
50 т сухої речовини на га	29,0	0,38
100 т сухої речовини на га	58,4	0,25

Хром і ртуть мало доступні рослинам, а марганець, цинк, мідь кобальт і кадмій слабше поглинаються, особливо на кислих ґрунтах. У зв'язку з цим, вміст їх у сільськогосподарських культурах може збільшуватися при внесенні добрив. Марганець, цинк, кобальт не

впливають від'ємно на рослини, людей і тварин. Кадмій і свинець надзвичайно токсичні, вони містяться в осадку стічних вод і продуктах переробки, тому потрібна обережність при встановленні правильних доз їх внесення.

Сучасне сільське господарство неможливе без застосування пестицидів, як засобу захисту рослин.

За наявними даними, концентрація пестицидів у землеробстві світового масштабу становить 300 г/га, або 30 мг/м². В Європі застосування пестицидів значно вище і досягає щорічно 295 мг/м² [143].

Для забруднення навколишнього середовища особливо небезпечні ці пестициди, які хімічно стабільно нагромаджуються у ґрунті, воді і тваринних організмах та майже не розпадаються при термічному обробітці рослинної і тваринної продукції. До цієї групи відносяться хлоровмісні органічні інсектициди [38, 40].

Хлорорганічні інсектициди, потрапляючи в організм людини і тварин нагромаджуються переважно в жирових тканинах, показують, що вміст ДДТ і його похідні в жирових тканинах людини становить в США – 6,98 мг/кг, Канаді – 3,8, ФРН – 2,3, Франції – 5,2, Індії – 26,0, Англії – 3,3, Ізраїлю – 10,7, Угорщині – 12,4 мг/кг [29, 41].

Фосфорорганічні пестициди менш токсичні. При дотриманні карантинних строків їх рівень не перевищує допустимий, вони не забруднюють ґрунт і не акумулюються в організмі людини і тварин. У рослинній продукції і в ґрунті вони звично розпадаються за 14 днів і тільки діамофос і дуробант – за 28 днів. До 80 % цих гербіцидів при внесенні під плодоовочеві дерева попадають в листя, менше 20 % міститься в плодах.

10.5. Забруднення середовища в зоні тваринницьких комплексів

Відповідно до спеціалізації і концентрації виробництва особливостями та різноманіттям природних й економічних умов створені великі тваринницькі підприємства з поточним методом виробництва продукції. В результаті підвищилась продуктивність праці, значно поліпшилась оплата норми продукції, різко знизилась її собівартість. В цей час виникли проблеми, які пов'язані, в першу чергу, з утилізацією відходів тваринництва (гній, стічні води, силосна рідина), які в умовах промислових ферм і комплексів концентруються в значних кількостях на відносно невеликих площах і можуть служити джерелом забруднення навколишнього середовища [29, 30, 33].

Кількість відходів, які утворюються на тваринницьких підприємствах багатьох країн значно перевищує об'єм побутових відходів. Так, щорічно на фермах США утворюється біля 2 млрд т відходів (в 10 раз більше побутових), в Англії – 120–150 млн т (у 4 рази), у Франції – 130 млн т, в Данії – 15–50 млн т. За даними Центру ліквідації відходів (Німеччина), сільське господарство країни дає в рік 191 млн т відходів. За підрахунками американських спеціалістів тільки на середньому Заході відходи тваринництва еквівалентні відходам 350 млн людей [42, 50, 78].

Основним методом ліквідації відходів тваринництва є використання їх в якості добрива. Екскрimenti тварин містять патогенні організми. Наприклад, в Швейцарії встановлено, що близько 92 % рідкого гною містить сальмонели в концентраціях 107 на 1 л. Кількість спор клостридій в гною коливається від 11 до 1600000 на 1 т. При анаеробному бродінні гною утворюються шкідливі гази (N_2 , NH_3 , CO_2), а також речовини з неприємним запахом (жирні кислоти, аміни, меркаптан і ін.). У зв'язку з цим, при недостатньому контролі за збереженням і використанням гною

виникає реальна небезпека розповсюдження інфекційних хвороб і забруднення навколишнього середовища [9, 37, 38].

Підстилковий (твердий) гній з вологістю до 75 % необхідно обеззаражувати від яєць гельмінтів і хвороботворної мікрофлори біотермічним методом. Для цього його складають штабелями висотою 2 м і шириною 3,5 м. Під дією мікроорганізмів температура в штабелю поступово підвищується до 50–60°, в результаті чого яйця гельмінтів і хвороботворні мікроби гинуть протягом одного місяця влітку і двох місяців взимку. Якщо вологість ґною вища 75 %, його компостують з торфом, соломною і іншими наповнювачами.

Значно складніша обробка і утилізація рідкого ґною, одержаного при безпідстилковому вмісті тваринницьких стоків – це суміш калу, сечі, залишків корму і води, використаної для змиття екскрементів і інших технологічних цілей. Стоки мають порівняно низьку концентрацію удобрювальних властивостей сухої речовини, 70 % складає органічна речовина з наявністю великої кількості мікроорганізмів (табл. 67).

У рідкому ґною не відбувається самозагорання, в ньому довго зберігаються збудники хвороб. Витримка такого ґною у ґноєсховищах влітку – чотири місяці, а взимку – вісім, знешкодження тільки нестійкої мікрофлори. Для знешкодження ґною, інфікованого стійкими збудниками туберкульозу, сибірської язви і інших хвороб, навіть цих великих строків витримки недостатньо. Такий гній дуже небезпечний для навколишнього середовища. Масу знезаражують формаліном (3 кг формальдегіду на 1 м³ рідини); застосовують також вогневу стерилізацію рідкого і напіврідкого ґною погруженими ґрілками [14, 20, 29, 38].

Практика показала, що при дотриманні заходів, які задовольняють можливість інфекційних і інвазійних захворювань тварин і людей, використання відходів тваринницьких комплексів в якості органічного добрива в оптимальних дозах не спричиняє забруднення ґрунтових і відкритих водоймищ [139].

Таблиця 67 – Хімічний склад стоків тваринницьких комплексів, мг/л (Ламакін М. М., 1975)

Показник	Стоки		
	свиноферм	великої рогатої худоби	твердої фракції
Вологість	95–98	97–98	76–78
pH	5,8–6,2	6,9–7,2	6,1–6,4
N – загальний	1500–2500	600–800	6000–9000
N – NH ₃	600–800	500–650	600–800
P	500–900	350–450	1200–1400
K	400–500	700–850	600–900
Зола	0,70–1,00	0,50–0,60	2,0–3,0

Так, внесення 45 т/га (суха вага) гною великої рогатої худоби з заробкою в верхній шар 15 см піщаного суглинку протягом трьох наступних років впливало на збільшення концентрації N – NH₄ і N – NO₃ в стічній воді лише в перший рік внесення. В наступні роки вміст азоту і його основних форм в стічній воді на удобрених і неудобрених ділянках був близьким, що, очевидно, пов'язано з підвищенням врожаю і збільшенням водоутримуючої здатності ґрунту в результаті внесення гною (табл. 68).

Таблиця 68 – Кількість опадів стоку, втрати азоту і його сполук у воді стоку з неудобрених і удобрених гноєм ділянок (Sinser Н., 1966)

Рік	Кіль- кість опадів	Без гною				Гній, 45 т/га щорічно			
		Стік, см	N – NH ₃	N NH ₃	N за- галь- ний	Стік, см	N – NH ₃	N NH ₃	N за- галь- ний
1970	53,2	9,96	0,28	0,99	1,27	10,57	0,48	1,78	2,26
1971	155,5	33,68	0,61	3,12	4,73	20,78	1,46	2,77	4,23
1972	140,6	9,45	0,31	1,35	1,66	7,21	0,41	1,18	1,59
1973	50,4	10,97	0,26	2,10	2,36	3,86	0,10	0,41	0,51

При внесенні 377 кг/га аміачної селітри, розчиненої в 100 м³ у промивних водах виявлено 4, а при 2034 кг/га селітри в 600 м³ води

– 712 кг/га загального азоту. На неудобрений ділянці в промивних водах загального азоту містилось 3 кг/га. При використанні тієї ж кількості добрив (шламу або селітри) в пару у промивних водах виявлено значно більше азоту, ніж під злаковими культурами, однак при внесенні свинячого шламу вміст азоту був нижчим, ніж при використанні аміачної селітри [104].

В Англії при розподілі відходів тваринництва тонким шаром по поверхні ґрунту в дренажному стоку поживних елементів містилося не більше, ніж при внесенні еквівалентної кількості мінеральних добрив [141].

Основними причинами забруднення вод відходами тваринництва є пряме скидання очищених стічних вод у водойми, а також забруднення поверхневого стоку при недотриманні правил розміщення загонів на схилах, відсутність водозбірних каналів для перехоплення забрудненого стоку або дамб для відводу поверхневого стоку від загонів.

Систематичне внесення високих доз рідкого гною на одну і ту ж саму ділянку може призвести до суттєвого збільшення азоту і його основних форм в інфільтраті і в ґрунтових водах. Так, у Німеччині в ґрунтових водах на глибині від 1,5 до 3 м на ділянках, де не застосовували рідкий гній, вміст загального азоту становить 8,3 нітратного – 5,1 і аміачного – 3,1 мг/л. Після щорічного (протягом 15 років) застосування рідкого гною в дозі 160 м³/га вміст азоту в ґрунтових водах суттєво зріс – загального – до 59,3, нітратного – до 52,6 і аміачного – до 6,7 мг/л. Після внесення такої ж кількості гною на 16-й рік у ґрунтовій воді виявлено 99,4 мг/л загального азоту, в тому числі 94 мг/л в нітратній формі. Кількість фосфору в ґрунтових водах при внесенні рідкого гною така ж сама, як і на неудобрених ґрунтах [11, 14, 29, 38].

Забруднюються водоймища в результаті проникнення силосної рідини, яка в великій кількості нагромаджується на дні силосних ям, траншеях і башнях. В 1 л силосної рідини міститься – 780 мг N–NH₄, 6 мг N–NO₃, 130 мг P–PO₄, 800 мг хлору, 300 мг S–SO₄, 1600 мг калію, 500 мг кальцію, 100 мг магнію і 160 мг натрію.

Силосну рідину необхідно відвести в спеціальні водонепроникні захоронення силосної рідини, рідкого гною. Очищення вод, забруднених силосною рідиною, складний процес, який вимагає великих затрат. Основними методами утилізації для удобрення сільськогосподарських угідь, як правило, в період вегетації на полях рослин. Кількість внесеної силосної рідини залежить від ґрунтово-кліматичних умов і типу силосних культур, які були в силосі. На території Німеччини, наприклад, вносять 10–30 м³ силосної рідини на 1 га. При використанні для зрошення її розводять водою, гноївкою або вапнують [35, 38].

Відходи тваринницьких комплексів і ферм промислового типу (гній, стічні води, силосна рідина) за правильного застосування є додатковим резервом підвищення родючості ґрунтів і врожайності культур. Однак їх застосування вимагає профілактичних заходів для недопущення забруднення навколишнього середовища. Велику увагу необхідно приділяти правильному розміщенню тваринницьких підприємств. В Канаді, наприклад, будівництво таких підприємств дозволяється на відстані не менше 1,6 км від найближчого населеного пункту. У Франції будівництво стойлових ставків і гноєсховища допускається не менше, ніж за 35 м від житлових будівель, доріг, пляжів і т. д. [11, 14, 29, 38].

Отже, підсумовуючи вище наведене можна стверджувати, що основним способом утилізації органічних відходів тваринницьких комплексів є їх застосування в якості добрива. Значний вміст поживних речовин в цих відходах позитивно впливає на урожай і якість сільськогосподарських культур. При дотриманні певних умов відходи тваринницьких підприємств не є джерелами забруднення навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

Високі темпи хімізації сільського господарства, нераціональне використання відходів тваринницьких ферм, посилений розвиток ерозійних процесів, прояв ознак континентального клімату (підвищена кількість атмосферних опадів), незадовільне використання осушувально-зволожувальної мережі, не в повній мірі застосування спеціальних способів обробітку (мінімізація), високий відсоток просапних культур у структурі посівних площ господарства, недотримання запровадження правильних науково-обґрунтованих сівозмін, низький відсоток запровадження проміжних посівів – все це призвело до необхідності розробки спеціальних заходів з питань ґрунтозахисного землеробства для поліпшення родючості ґрунту і навколишнього середовища.

Проведені дослідження з вивчення ерозійних процесів у еродованих ґрунтах, застосування ґрунтозахисних спеціальних заходів важливу роль відіграють проведення агрохімічних, фізико-хімічних, біологічних і інших заходів з підвищення родючості цих ґрунтів і поліпшення навколишнього середовища.

Узагальнення результатів досліджень з названих вище питань можна стверджувати, що:

1. В умовах інтенсифікації і спеціалізації для подальшого підвищення ефективності використання землі ці заходи потрібно розглядати з позиції екології і охорони навколишнього середовища.
2. Забруднення навколишнього середовища і погіршення якості продукції в результаті трансформації і втрат поживних речовин добрив і ґрунту проходить внаслідок підвищення навантаження на ґрунт і культурні рослини.
3. Змив ґрунту залежить від кількості розподілу опадів, характеру рельєфу, фізичних і хімічних властивостей ґрунту, рослинного покриву.

4. Змив рухомих форм азоту і інших поживних елементів кикликані тими ж самими причинами, що й змив ґрунту.

5. Азот добрив випаровується в результаті виділення з ґрунту аміаку і виділення окислів в процесі нітрифікації і внаслідок денітрифікації.

6. Виділення аміаку із внесених добрив не досягає великої кількості. Воно може бути значним тільки при поверхневій або неглибокій заробці на карбонатах і інших ґрунтах протягом перших трьох тижнів.

7. Із збільшенням кількості опадів збільшується вміст фосфатів в промивних водах. Так, в 194 і 210 м³ лізометричних вод містилось

8 кг Р₂О₅, в 234 м³ – 10 і в 239 м³ – 12 кг Р₂О₅.

8. Внесення добрив, як правило, не впливає на кількість фосфору в промивних водах. Вимивання фосфору з фільтраційною водою не становить небезпеки для забруднення навколишнього середовища. Втрати його можуть мати місце на крупнозернистих піщаних ґрунтах з незначним вмістом глинистих частинок.

9. Загальний і рухомий фосфор втрачається менше, ніж азот. В різних змитих ґрунтах міститься 0,03–0,1 % фосфору, в незмитих – коливається від 0,05 до 0,2 %. Більше 50 % загального фосфору втрачається в органічній формі.

10. В еродованих ґрунтах вміст рухомого фосфору може не зменшуватись, а навіть збільшуватись, якщо в підорному шарі його більше, ніж в орному.

11. В країнах західної Європи 60–70 % калію втрачається від вимивання на суглинистому ґрунті. Найбільш помітне його вимивання відбувається в зимовий період, тоді як на піщаному ґрунті цей процес проходить досить рівномірно протягом року.

12. Вміст калію у загальній формі в ґрунті значно більший, ніж азоту й фосфору, тому з ґрунтом він може втрачатись в більших кількостях.

13. Валовий вміст калію у ґрунті значно більший, ніж азоту і фосфору, тому з ґрунтом він може втрачатися у великій кількості. За даними ряду вчених Російської Федерації, втрачається 30 млн т валового калію, що в 10 раз більше загального азоту і 20 раз більше загального фосфору. Втрати рухомого калію менші, ніж втрати нітратів.

14. В західному регіоні України найбільш відчутного поширення набуває водна і вітрова ерозія ґрунту, особливо в лісостепових і гірських районах, і в значно менших масштабах – вітрова на піщаних і супіщаних ґрунтах поліських районів.

15. Вирішальне значення для захисту ґрунту від водної і вітрової ерозії має його протиерозійний обробіток. Загальна його мета полягає в тому, щоб поліпшити водопроникність ґрунту, зменшити водозбірну площу, запобігти нагромадженню талих та дощових вод.

16. Найважливішими протиерозійними заходами обробітку ґрунту є такі: оранка впоперек схилу; контурний обробіток; оранка з ґрунтопоглибленням або плугом з вирізними корпусами; плоскорізний обробіток із збереженням на поверхні ґрунту стерні; комбінований обробіток; ступінчаста оранка з використанням плугів, у яких парні корпуси встановлюють на 10–12 см глибше; щілювання посівів і ґрунту; застосування мінімального обробітку ґрунту; кротування борознування, лункування тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агровиробнича характеристика ґрунтів / Г. М. Самбур та ін. *Науково-обґрунтована система ведення сільського господарства Полісся та в західних регіонах УРСР*. Київ, 1967. 620 с.
2. Андрущенко Г. А. Ґрунти західних областей УРСР. Львів-Дубляни, 1970. Т. 1. 181 с.
3. Андрущенко Г. А. Ґрунти західних областей УРСР. Львів-Дубляни, 1970. Т. 2. 114 с.
4. Андрюхов В. И. Безвальная обработка почвы в Центральном черноземье. *Кукурудза и сорго*. 1988, № 5. С. 19–20.
5. Баджов К. Загуби азот в почвата. София, 1969. 116 с.
6. Баджов К. Изменение на внесения в почвата амониев и нитратем азот. *Почвоведение и агрохимия*. 1969. Т. 4, № 4. С. 53–58.
7. Бегей С. В. Ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства. Львів, 1993. 27 с.
8. Бегей С. В. Проміжні посіви в інтенсивному землеробстві. Львів, 1992. 160 с.
9. Безбородов К. Вопросы использования навоза и навозных стоков. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 1976. № 5. С. 108–110.
10. Бобрицкая М. А. Вымывание питательных элементов из пахотных почв Нечерноземной зоны РСФСР. *Агрохимия*. 1975. № 11. С. 142–153.
11. Бобрицкая М. А., Москаленко И. Н.. Вынос элементов питания растений из почвы мифильтрации остатков в зоне достаточного увлажнения. *Агрохимия*. 1966. № 10. С. 63–76.
12. Бомба М. Я. Диференційована система обробітку ґрунту у сівозмінах: теоретичні і практичні аспекти. *Вісник ЛДАУ : Агрономія*. Львів, 2001. № 5. С. 61–71.
13. Бомба М. Я., Томашівський З. М. Наукові і практичні основи обробітку ґрунту : навчальний посібник. Івано-Франківськ, 1993. 148 с.
14. Вимивання поживних речовин поверхневими і внутрішнім стоками меліорованих земель / К. П. Терещенко та ін. Львів, 1984. 4 с.
15. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / за ред. М. К. Шикула. Київ, 1998. 680 с.

16. Вольнов В. В. Минимальная обработка на склонах. *Земледелие*. 1984. № 10. С. 15–16.
17. Вплив систем основного обробітку й удобрення лісового ґрунту на врожай вико-вівса та водно-фізичні властивості сірого ґрунту / О. Й. Качмар та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Вип. 58. 2015. С. 107–118.
18. Вплив способів та глибини обробітку ґрунту в сівозміні на врожай і якість / В. Ф. Зубенко та ін. *Земелробство*. 1982. Вип. 55. С. 6–12.
19. Генсірук С. А., Бондар В. С. Лісові ресурси України: їх охорона і використання. *Наукова думка*. 1973. 525 с.
20. Гетманцев А. Я. О потерях азота минеральных удобрений из почвы в газообразной форме. *Почвоведение*. 1973. № 3. С. 139–142.
21. Гордієнко В. П. Влияние различных систем обработки почвы в севообороте на урожайность озимой пшеницы после гороха. *Земледелие*. Киев, 1982. Вып. 64. С. 30–35.
22. Гордієнко В. П. Условия, определяющие минимализацию обработки почвы. *Земледелие*. 1980. № 2. С. 18–20.
23. Гордієнко Н. Х. Прогресивні системи обробітку ґрунту. Сімферополь, 1998. 279 с.
24. Грабак Н. Х., Стоковская Т. М., Ткаченко А. Т. Почвозащитная технология на юге Украины. *Земледелие*. 1979. № 8. С. 29–31.
25. Ерозія і дефляція та заходи боротьби з ними / І. Д. Примак та ін. Біла церква, 2001. 391 с.
26. Ефективність протиерозійних заходів у сівозміні / А. П. Коваленко та ін. *Вісник сільськогосподарської науки*. 1982. № 5. С. 11–13.
27. Эффективность известкования при ранних системах обработки дерново-подзолистой почвы в интенсивном земледелии Нечерноземной зоны / А. И. Пупонин и др. *Агрохимия*. 1990. № 1. С. 65–74.
28. Эффективность способов обработки почвы в Лесостепи УССР / В. Ф. Зубенко. *Сахарная Свекла*. 1988. №. 1. С. 27–30.
29. Ермаков Ю. Г., Уледов В. А. Изменение природной среды в США. В кн. «Актуальные проблемы изменения природной среды за рубежом». Москва, 1976. С. 115–139.
30. Закономерности изменения факторов плодородия под влиянием почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур

/ А. Ф. Гнатенко и др. Тэзы докл. Всесоюзн. конф. “*Теоретические основы противоэрозионных мероприятий*”. Одесса, 1979. С. 19–23.

31. Іванух Р. А. Охорона і раціональне використання природно-ресурсного потенціалу сільського господарства. Київ : Урожай. 1985. 127 с.

32. Илькун Г. М. Современное представление о механизме взаимодействия растений с токсичными газами. В кн. «*Растения и промышленная среда*». Киев : Науч. думка. 1971. С. 5–12.

33. Карпінос П. І., Панасенко Н. А. Охорона природи. 1983. 182 с.

34. Коломієць М. В. Альтернативні системи обробітку ґрунту в сівозмінах Лісостепу. *Землеробство*. Київ, 1993. Вип. 68. С. 41–45.

35. Красовская Т. М. Об утилизации отходов животноводства и профилактические загрязнения окружающей среды. *Сельское хозяйство за рубежом*. 1974. № 10. С. 27–32.

36. Кутоврасов И. П. Минимализация обработки почвы в севообороте. *Ресурсозберегающие технологии обработки почвы*. Курск, 1989. С. 28–37.

37. Лапте И. П. Сельское хозяйство и охрана природы. Москва : Колос. 1982. 214 с.

38. Ломакин М. М. Потери растворимых питательных веществ с жидким стоком. *Научно-технический бюллетень «Защита почв от эрозии»*. Москва, 1975. Вып. 5. С. 24–27.

39. Ломакин М. М. Почвозащитная обработка – основа противоэрозионного комплекса. *Земледелие*. 1999. № 7. С. 2–3.

40. Макаров Б. Н. Газообразные потери азота с дерново-подзолистых почв и удобрений. В кн. «*Роль азота в земледелии дерново-подзолистых почв*». Москва. 1974. С. 187–204.

41. Макаров Б. Н., Макаров И. Б. Газообразные потери азота почвы и удобрений. *Агрохимия*. 1976. № 12. С. 121–130.

42. Махновский В. К. Пути поддержания бездефицитного азотного баланса в пахотных дерново-подзолистых почв. *Агрохимия*. 1968. № 5. С. 5–20.

43. Митрошкин К. П., Павловский Е. С. Лес и поле. Москва : Колос. 1979. 278 с.

44. Можайко А. М. Выщелачивание нитратного азота, дренажные воды и некоторые соображения по устранению и снижению интенсивности

процесса. Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Охрана воды от загрязнения ядохимикатами и удобрениями». Москва, 1976. С. 16–21.

45. Мухортов Я. Н. Влияние способов и глубины основной обработки почвы на процессы минерализации растительных остатков. *Совершенствование севооборотов и обработки почвы в Центрально-Черноземной зоне*. Воронеж, 1977. С. 62–70.

46. Нарцисов В. П., Кошкин П. Л. Эффективность разных способов обработки почвы в звене севооборота. В кн. «*Обработка почвы*». Горький, 1980. Т. 142. С. 36–42.

47. Науменко М. Д. Оптимізація систем обробітку ґрунту в західному Поліссі України. *Землеробство*. Київ, 1993. Вип. 68. С. 24–28.

48. Наумов С. А. Пути совершенствования обработки дерново-подзолистых и серых лесных почв. *Земледелие*. 1977. № 9. С. 39–42.

49. Научные основы ведения сельского хозяйства зоны Лесостепи УССР в системе агропромышленного комплекса. Киев, 1982. 380 с.

50. Научные основы рационального использования и охраны природных ресурсов Полесья Украины / С. Й. Дорогонцов. Киев, 1993. 194 с.

51. Озеранський Л. А., Любинецький М. М., Бакун С. І. До питання мінімалізації обробітку ґрунту на Поліссі. *Землеробство*. 1993. Вип. 68. С. 7–15.

52. Осадчий П., Пастернак Г. Поверхностная обработка почвы – эффективней. *Земледелие*. 1975. № 7. С. 17–18.

53. Осінний М. Г., Скляр С. І. Ефективність системи ґрунтозахисного обробітку ґрунту в поєднанні з добривами під озимі зернові культури у ланці польової сівозмінні. *Степове землеробство*. Київ, 1993. Вип. 27. С. 41–46.

54. Особенности возделывания сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям на эрозионно-опасных землях Степи УССР : метод. реком. Ворошилоград, 1988. С. 10–11.

55. Ошкодеров В. Г. Плоскорезная обработка почвы и эффективность удобрений. *Зерновые культуры*. 1983. № 8. С. 22–24.

56. Пабат І. А. Ґрунтозахисна система землеробства. Київ, 1992. 168 с.

57. Пабат І. А. Грунтозахисна система землеробства. Київ, 1993. С. 109–111.
58. Панов Н. И. Актуальные проблемы земледелия. *Вестник с.-х. науки*. 1981. № 8. С. 43–56.
59. Педишкое Р. К. Потери азота удобрений из почвы и состав выделяющихся газообразных продуктов при различных условиях : автореф. дис. на соискание уч. ступени канд. биол. наук. Москва, 1973.
60. Плодородие почвы и продуктивность полевого севооборота в зависимости от основной обработки ее в Лесостепи УССР / А. Г. Яворский и др. *Земледелие*. Киев, 1989. Вып. 64. С. 21–26.
61. Попов Ф. А. Обработка почвы под полевые культуры. Киев, 1969. 263 с.
62. Попов Ф. А. Обробіток ґрунту – основа наукового землеробства. *Вісник с.-г. науки*. 1977. № 9. С. 1–5.
63. Разноглубинная обработка почвы в севообороте / Д. С. Васильев и др. *Земледелие*. Киев, 1991. № 4. С. 58–60.
64. Ревут И. Б. Теоретическое обоснование новых элементов технологии обработки почвы. *Теоретические вопросы обработки почв*. Ленинград, 1969. Вып. 2. С. 6–19.
65. Розподіл у ґрунті і засвоєння рослинами кукурудзи фосфору суперфосфату залежно від способів обробітку ґрунту в умовах Полісся / Ф. А. Попов та ін. *Вісник с.-г. науки*. 1978. № 12. С. 7–11.
66. Роль обробітку ґрунту та сівозмін у підвищенні врожайності культур зерно-буякових сівозмін / В. М. Якименко та ін. *Землеробство*. Київ, 1993. Вип. 68. С. 33–41.
67. Сальников В. К. Минимализация обработки почвы в интенсивном земледелии. Москва, 1984. 48 с.
68. Сапожников И. А. Биологические основы обработки подзолистых почв. Ленинград, 1963. 290 с.
69. Сапожников Н. И., Корнилов М. Ф. Научные основы системы удобрений в Нечерноземной полосе. Москва, 1977. 296 с.
70. Сдобников С. С. Острые проблемы теории обработки почвы. *Земледелие*. 1988. № 12. С. 16–22.
71. Сдобников С. С. Пути повышения эффективности обработки почвы. *Земледелие*. 1976. № 1. С. 30–35.

72. Сівозміни у землеробстві України / за ред.. В. Ф. Сайка, П. І. Бойка. Київ, 2002. 148 с.
73. Слюсар І. Т., Бойко П. І. Агроекологічні особливості землеробства на осушених землях гумідної зони України. 2000. Вип. 1. С. 3–5.
74. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства / за ред.. В. В. Медведєва, М. В. Лісового. Харків, 2001. 18 с.
75. Старовойтов Н. А. Поверхностная обработка под яровые культуры. *Земледелие*. 1981. № 8. С. 18–19.
76. Тарарико А. Г. Агроэкологические основы почвозащитного земледелия. Киев, 1990. 184 с.
77. Тарарико А. Г., Миронов Г. И., Корчевой И. А. Обработка почв в Лесостепи. Справочник по почвозащитному земледелию. Киев, 1990. С. 82–90.
78. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв / Л. Л. Шишков и др. Москва, 1991. 303 с.
79. Титов Г. А. Агрохимические свойства почвы при использовании минимальных приемов обработки дерново-подзолистых почв и в агротехнике полевых культур. Москва, 1978. Вып. 45. С. 3–9.
80. Томашівський З. М. Вапнування кислих ґрунтів. *Інтенсифікація землеробства*. Ужгород : Карпати. 1969. С. 20–28.
81. Томашиевский З. М. Влияние известкования на урожай сельскохозяйственных культур и его качество в условиях западных областей УССР. *Вопросы известкования кислых почв*. Вежайчай, 1969. С. 202–207.
82. Томашиевский З. М. Известкование кислых почв в западных областях Украинской ССР : автореф. дис. на соискание уч. ступени док-ра с.-х. наук. Минск, 1986. 41 с.
83. Томашівський З. М. Меліоративне землеробство : навч. посіб. Львів, 1996. 320 с.
84. Томашівський З. М., Бомба М. Я. Вплив різних систем обробітку ґрунту – удобрення та захисту рослин на продуктивність буряка цукрового. *Передгірне та гірське землеробство*. Київ, 1992. Вип. 37. С. 45–48.

85. Томашівський З. М., Коник Г. С., Качмар О. Й. Підвищення родючості кислих ґрунтів. Львів : Сполом. 2016. 206 с.
86. Томашівський З. М., Хомик М. В. Вплив вапнякових добрив на урожай західного Лісостепу і Передкарпаття України. *Передгірне та гірське землеробство*. 1967. Вип. 1. С. 28–32.
87. Турбас Э. М., Хайтэ В. Р., Калмет Р. Я. Состав лизометрических вод вымывание питательных веществ из пахотного слоя почвы в зависимости от применения удобрений. *Химия в сельском хозяйстве*. 1973. № 5. С. 22–27.
88. Черемисинов Г. А. Эродированные почвы и их продуктивное использование. *Земледелие*. 1968. 215 с.
89. Устойчивость земледелия – проблемы и пути решения / В. Ф. Сайко и др. ; под. Ред. В. Ф. Сайко. Киев, 1986. 208 с.
90. Фелипова К. П. Эффективность использования мелиоративных земель. Научн. тр. *Сельскохозяйственное использование осушенных земель*. Москва, 1981. Вип. 2 С. 109–112.
91. Фелипова Т. Е., Викторова Т. П. К вопросу известкования осушенных земель. Научн. тр. *Повышение эффективности использования мелиорированных земель в РСФСР*. Калинин, 1982. Вип. 4. С. 41–45.
92. Фетисов Е. П., Сдобников С. С. Минимально-ярусная система обработки почвы в хозяйстве. *Земледелие*. 1989. № 10. С. 14–15.
93. Фурман С. Ф. Сравнительная оценка севооборотов с различным насыщением многолетними культурами на осушенных торф'яных почвах Лесостепи УССР : автореф. дис. канд. с.-х. наук. Полтава, 1977. 22 с.
94. Хижняков Ф. Г. Эффективность способов и глубины основной обработки почвы под сахарную свеклу. *Совершенствование севооборотов и обработки почвы в Центральночерноземной зоне*. Воронеж, 1977. Т. 91. С. 88–91.
95. Черемисинов Г. А. Эродированные почвы и их продуктивное использование. Москва, 1968. 215 с.
96. Черемисинов Г. А. Запасы гумуса и азота в эродированных почвах. *Химия в сельском хозяйстве*. 1978. № 2. С. 19–24.
97. Черепанов Г. Г. Особенности применения удобрений при минимализации основной обработки почвы. *Земледелие*. 1987. № 2. С. 54–57.

98. Чижевский М. И. Актуальные вопросы обработки почвы. *Земледелие*. 1960. № 4. С. 10–20.
99. Шабанов В. В., Гаврилюк М. С. Эффективность разных способов основной обработки почвы в занятых парах. *Степное земледелие*. Киев, 1987. Вып. 21. С. 26–29.
100. Шаймухаметова А. А., Базалинская М. В., Афанасьева В. К. Вымывание органических и минеральных веществ из пахотного слоя дерново-подзолистогой почвы при систематическом применении удобрений. *Доклады ТСХА*. 1972. Вып. 180. Ч. 2. С. 73–76.
101. Шаповал І. С., Гаврилюк М. С. Вплив способів обробітку ґрунту на врожай культур зерно-бурякової сівозміни на чорноземах типових лівобережного Лісостепу України. *Землеробство*. Київ, 1993. Вип. 68. С. 60–63.
102. Швейко Н. К., Бухтий Д. В. Удобрения и урожайность травостоя при четырех и восьмилетнем использовании. *Корма*. 1975. № 1. С. 22–24.
103. Шейко Н. К. Влияние калийных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур и агрохимические показатели торфяных почв поймы р. Супой : автореф. канд. дис. канд. с.-х. наук. Киев, 1970. 26 с.
104. Шейко М. К. Ефективність застосування добрив під однорічні кормові культури на торфових ґрунтах. *Землеробство*. 1981. № 55. С. 35–38.
105. Шейко М. К., Теплинський М. Г. Підвищені дози добрив у сівозміні на торфових ґрунтах. *Агрохімія і агроґрунтознавство*. 1980. Вип. 9. С. 59–64.
106. Шендерук Г. И. Изменение природной среды в ФРН. В кн. *Актуальные проблемы изменения природной среды за рубежом*. Москва, 1976. С. 162–179.
107. Шикун Н. К. Почвозащитная система земледелия: справки. Харьков, 1987. 200 с.
108. Юркевич Е. А. Подготовка почвы под повторный посев озимой пшеницы в условиях юга Украины : автореф. канд. дис. Каменец-Подольский, 1986. 17 с.
109. Юркин С. И., Благовещенская З. К., Пеменов Б. А. Изменение коэффициента использования удобрений. Москва : ВНИИТЭИСХ. 1976. С. 58–62.

110. Юшкевич И. А. Потери минеральных удобрений дерново-подзолистых почв по данным лизиметрических исследований. В кн. *Применение лизиметрических методов в почвоведении, агрохимии и ландшафтоведении*. Ленинград, 1972. С. 139–146.

111. Яковенко П. И. Рациональное использование и охрана подземных водных ресурсов УССР. В кн. *Проблемы рационального использования, охраны и воспроизводства водных ресурсов УССР*. Тезы докл. науч.-техн. конф. Киев : АН УССР. 1980. С. 60–64.

112. Яцик А. В. Екологічна безпека в Україні. Київ : Генеза. 2001. 216 с.

113. Amberger A. Wanderung der Pflanzennährstoffe im Boden und deren Bedeutung in einer umwelterneuten Landwirtschaft. 1973. Bd. 24. H. 3.5. P. 221–237.

114. Anderson A. Some aspects on the significance of heavy metals in sewage sludge and related products used as fertilizers. *Swedish J. Agric. Res.* 1977. V. 7(1). P. 1–6.

115. Baier, Jan. Abeceda výživy a hnojení rostlin. 1969. 416 p.

116. Barrows H. L.; Kilmer V. J. Plant nutrient losses from soil by water erosion. In: Normann, A. G. *Advances in Agronomy*. 1963. V. 15. P. 303–316.

117. Behaeghe T. J., Yarbies I. A. Influence of nitrogen levels on quality and yield of forage under moving and grazing conditions. 5-an Y. Meert. *Eur. Grassland Fed. Uppsala*, 1973. P. 62–66.

118. Blich H. Die Ökologische Landwirtschaft. 1984. 209 p.

119. Burke W., Mulgrew J., Buller P. Fertilizer Losses in drainage water from surface water. *Yield of agriculture response*. 1974. V. 13. No 9. P. 203.

120. Connell Y. H. Binghami F. T. Yarker M. J. Effects of irrigation and phosphorus on vegetative growth and nutrient composition of tomato. *Sci.* 1960. V. 89. No 1. P. 53–60.

121. Cooke Y. W. A Review of the effects of agriculture on the chemical composition and quality of surface and underground waters. *Technical Bulletin* 32. London, 1976. P. 5–57.

122. Coppenet M. Resultats de deux années d'observations lysimétriques à Guinper (1954–1965). *Ann. agron.* 1969. V. 20. No 2. P. 111–143.

123. Czernitzki W. Landwirtschaftliche Zeitschrift. Rheinland. 1975. Bd. 143. H. 34. P. 1638–1640.

124. Effects of hilrs no-till che goalty of soil organie matter / M. A. Arohd and others. *Soil Boil Biochem.* 1990. Vol. 22. No 5. P. 595–599.
125. Hansen H. Kocelstofigodskiligens infydelse po gronsager kcmiske samnnsce tning Tidssknift for Plarteaosol. 1976. Targ. 80. No 5. P. 697–712.
126. Hewgill D, Yrice S. Le. Lysioneter Study with pig Siurry Agriculture and water quality. *Technnical Buli*, 32. London, 1976. P. 444–460.
127. Jung J., Dressel J. Das Verkalten von kalium in zwei anterschiehen Boden eines jahrigen Lysimetersuches in Abhangiykeit von Dungungstermin Zeitschrifi fur Acker und Pilansenbau. 1969. Ba, 180, H. 1. S. 33–44.
128. Klansner S. D., Zwerman P. S., Eilis D. F. Sunface runoif loses of soluble N and P under two systens of soil managemet. *Journal of Envivoment Quality.* 1974. V. 3. No 1. P. 42.
129. Kohnicin J., Weichbrode H. Die Nohrs tof fauswaschung aus der Aekerkvume in Unterboden and ihr Einfluss auf die Nahrs toifbilanz Z. Acker und Pilanzenhau. 1971. Bd. 134. No 1. P. 50–82.
130. Konkle W. W. Nitrate accumulation in the environment. Spain. 1973. V. 16. No 3. P. 112–114.
131. Kozłowski S. Koncentracja azotu azotanowego W Dactylis glemmerata i Poaprstensis w zaleznoici od dawki I formy nawozu azotowego. *Roczniki nauk roln. Ser E. F.* 1972. V. 79. № 1. P. 159–183.
132. Kramer D., Sekuiz F., Kruger W. Aniorderungen des Umwelt und Gewossersehutzer zum Gulkeinsatx in der Pflanzenproduktion. Fildwirischafft. 1976 Bd. 17. H. 4. P. 183–185.
133. Kreicin I., Fetrickova N. Rostlinno Vgroba. 1973. R. 19. P. 1967–1177.
134. Kronea M. Der Eintluss voa Bearbeizung – smetho den und Fruchifolgen auf die Agregat s tabilitat cines. *Oxisols Kubcurteeh.* Flubercin, 1984. No 3. P. 172–180.
135. Kronea M. Der Eintluss von Rearbeizungsmetha den und Fruchsfolgen auf olie Agregats tabildtat lines. *Oxsols Kulcurtech.* Fluberein, 1984. No 3. P. 172–180.
136. Kuntze H., Djakovie B. Eintluss minerali seher und organiseher Komponenten auf Plysykalishe Eiogenschaeften von Sandmissehkulturen. Z. *Kulturteehu Eluberen.* 1970. P. 72–87.

137. Kuntze H. Melliorations bcispie Sand – misehkue Meliorative Bodenbearbeitung Landbanforceh. 1974. No 24. P. 31–43.
138. Ling F. L., Lund L. F., Hermansen K. F. Efect of soil – ineorporated Dairy Catite Manure on Runal Water Qnality and soil Properties of Environmental Qnality Manuve on Runafl Water Qualuty and soil Propontles Jiof Enveron-metal Qualiti. 1975. V. 4. No 2. P. 163–180.
139. Linser H. Handbuch der Planzenernahrung und Dungung 11 Band, Boden und Dungemittel erste. *Italie Springer Vorlag Wien*. New York, 1966. P. 793–799.
140. Lochr R. C. Aninal Waste Managenent problems and Gnidennes for solution journal of Envirome – nfal Quality. 1972. V. 11. No 4. P. 71–78.
141. Nomnik H. Kunge Skogs oh Lanilruk – snaksakadeniens Tidskvift. 1961. Forg. 160. № 5. P. 28–29.
142. Nowicki J. Porowhanie Cztevech sposobow upraw gleby ciezkiej. *Uprawa roli a wlasciwosci fizyczne gleby i planowania roslin*. 1988. S. 133–140.
143. Nutrient losse from fertilized glosed watersheds in Westorn North Carolina / V. J. Kilner and others. *Journal of Environmentae Quality*. 1974. V. 3. No 3. P. 19–214.
144. Okruscho H., Kalinka D. Swiozek pomiedzy zawartosci szesci mineralinyh a geneza I stopnien rorklad forfor w prodolie Biedrz roczn Nauk roln Ser. F. 1975, 1. S. 163–178.
145. Paauw F. Von der Eiect of winter roinfali on the anounf of nitrogen available to Plant soil. 1962. V. 16. № 3. P. 361–380.
146. Paauw F. Von der Residual effect of nitrogen fertilizer on proeceding of erops in a mode vate mavine elinate. Plant and soil. 1963. V. 19. № 3. P. 334–341.
147. Pfali C. Dac Verhalien des Stickstofis in Boden nach langiahrigen Lysinever Vesuchen Z. Acker u Pflanzenbau. 1963. Bd. 115. H. 1. S. 100–118.
148. Piafi C. Uber die Auswasehung Von Caleium Magnesium Chilorid und Sulfut aus dem Boden Z. Acker u Pflanzenbau. 1963. Md. 117. H. 2. S. 117–123.
149. Ried D., Sirachau N. The eilects of a wide range of nitrogen rates on sone chemical constituents of che herbage from petenialrgeras swarols wich and wilhout white clorer J. Agr sei. 1974. V. 83. № 3. P. 333–401.

150. Surface runoff losses of fertilizers. *Long Island Agriculture* / E. P. Danigan et al. 1974. T. 17. No 4. P. 4.
151. Schwenemann U., Huith M. Erosionsbedingte St. Nährwertminderung in zwei hopfengennutzten Kleinlandschaften der Hüllertau (Bayern) Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkund. 1976. H. 4/5. S. 397–405.
152. Serbce a pohyb dusihu V půdoh po hnojení nocovinoco / K. Knop et al. *Agrichemia*. 1975. T. 15. P. 65–68.
153. Singer S. Global effects of environmental pollution during the analysis of environmental pollution during the analysis of the American association for the advancement of science a symposium. *Dallas, Tex. Dec. 1968. Biol. Conspectus*. 1969. V. 1. № 4. P. 348–349.
154. Sowden F. J., Hone F. R. Nitrogen movement near surface manure storage. *Canadian Journal of soil sci.* 1976. V. 56. № 3. P. 223–231.
155. Tomiensen T. E. Nutrient Losses from Agricultural Land Outlook in Agr. 1971. V. 6. № 6. P. 272.
156. Vomel A. Der Nährstoffumsatz in Boden und Pflanze aufgrund von Lesimetersuchen Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg. 1974. 94 s.
157. Vomel A. Der Versuch einer Nährstoffbilanz bei verschiedenen Pflanzensystemen Mitt. L. Wassersack – kernig und dysimelersboden Mitt. I Acker – Pflanzbau. 1966. Bd. 123. H. 2. S. 155–188.
158. Walsh D. M. Von der Bedeutung der Düngung für den Ertrag optimum yields Crop. Soil. 1974. V. 23. № 10. P. 11–14.
159. Weshe J. Land wirtschaft und Gewässerchulz Zeitschrift für Kulturtechnik. 1971. Bd. 12. H. 6. S. 321–338.
160. Wirkung Von Senad und Zusatzstoffen und Gall auf Beveitungsprodukte bei deren Verwendung in der Pflanz und Tierproduktion Institut für Düngungsforschung Leipzig in der Pflanzen und Tierproduktion Institut für Düngungsforschung. Leipzig-Potsdam. 1976. № 18. S. 118.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ.....	5
1.1. Ґрунти Полісся.....	5
1.3. Ґрунти Передкарпаття, Карпат і Закарпаття	20
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЕРОЗІЮ.....	25
І ШКОДУ ВІД НЕЇ	25
2.1. Види ерозії ґрунту	30
2.2. Протиерозійна стійкість ґрунтів.....	32
2.3. Ерозія ріллі від зливових опадів	33
2.4. Стік води і змив ґрунту талими водами.....	33
2.5. Дефляція ґрунтів.....	36
РОЗДІЛ 3. АРЕАЛ ПОШИРЕННЯ ЕРОДОВАНИХ ҐРУНТІВ ..	42
3.1. Фактори, які впливають на ерозійні процеси ґрунтів	44
РОЗДІЛ 4. АГРОНОМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ	50
4.1. Вплив ступенів змитості ґрунту на врожай і якість сільськогосподарських культур	53
4.3. Змив ґрунту і добрив під впливом ерозійних процесів.....	58
4.4. Втрати азоту, фосфору і калію в результаті змиву ґрунту ...	59
4.5. Вимивання елементів живлення за межі кореневмісного шару ґрунту	63
4.6. Вимивання азоту і фосфору із ґрунту і добрив.....	65
4.7. Вимивання з ґрунту калію, кальцію і магнію	69
4.8. Втрати інших компонентів добрив	70
4.9. Газоподібні втрати азоту добрив.....	72
РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ БОРотьБИ З ВОДНОЮ.....	76
5.1 Організаційно-господарські заходи	76
5.2. Основні принципи організації території	76
5.3. Сівозміни на еродованих ґрунтах	78

5.4. Смугове розміщення сільськогосподарських культур на еродованих землях.....	86
РОЗДІЛ 6. ҐРУНТОЗАХИСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	92
6.1. Система обробітку ґрунту.....	92
6.2. Система обробітку ґрунту на Поліссі.....	97
6.3. Протиерозійний обробіток ґрунту в Лісостепу	104
6.4. Обробіток ґрунту в Передкарпатті, Карпатах і Закарпатті.....	120
6.5. Спеціальні протиерозійні заходи на орних землях	127
6.6. Система удобрення.....	150
6.7. Валнування.....	155
6.8. Сівба сільськогосподарських культур	164
6.9. Ефективність різних способів використання травосумішок на схилах еродованих ґрунтів	170
РОЗДІЛ 7. БОРОТЬБА З БУР'ЯНАМИ	181
7.1. Запобіжні заходи боротьби з бур'янами.....	188
7.2. Винищувальні заходи боротьби з бур'янами.....	191
7.3. Механічне видалення, або вичісування і висушування кореневищ на сонці	193
7.4. Знищення бур'янів за допомогою виснаження.....	194
7.5. Боротьба з кореневищами і коренепаростковими бур'янами	195
7.6. Знищення бур'янів у посівах	196
7.7. Фітоценотичні й біологічні заходи боротьби з бур'янами ..	197
на забур'яненість посіву	203
7.11. Біологічні заходи боротьби з бур'янами	207
7.12. Хімічні заходи боротьби з бур'янами.....	207
7.13. Ефективність застосування гербіцидів.....	208
7.14. Перспективні методи боротьби з бур'янами.....	210
РОЗДІЛ 8. ЗАХИСТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ВІД ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ І ШКІДНИКІВ.....	211
8.1. Загальні положення про сучасні системи захисту рослин.....	211

8.2. Організаційно-господарські та агротехнічні методи	213
8.3. Селекційні та інші методи захисту рослин	219
8.4. Біологічний метод захисту рослин.....	219
РОЗДІЛ 9. АГРО- ПЛОДО- ЛІСОНАСАДЖЕННЯ	222
9.1. Лісомеліоративні заходи	223
9.2. Роль і значення лісової рослинності	227
РОЗДІЛ 10. ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	230
10.1. Забруднення повітряного басейну та його вплив на сільськогосподарське виробництво	231
10.3. Заходи з охорони середовища	241
10.4. Нагромадження токсичних речовин	245
10.5. Забруднення середовища	252
ВИСНОВКИ.....	257
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	260

Наукове видання

Томашівський Зенон Михайлович,
Коник Григорій Станіславович,
Панахид Галина Ярославівна

**ГРУНТОЗАХИСНА СИСТЕМА ЗЕМЛЕРОБСТВА
В ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ**

Монографія

За науковою редакцією професора
З. М. Томашівського
Відповідальний за випуск – Г. С. Коник

Підписано до друку 24 березня 2021 р.
Формат 64х80/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 16,04.
Наклад 300 пр.

Видавництво “СПОЛОМ”, 79008, Україна, м. Львів, вул. Краківська, 9
Тел./факс: (380-32) 297-55-47; e-mail: spolom_lviv@ukr.net
Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності:
серія ДК, № 2038 від 02.02.2005 р.

Друкарня Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН,
вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну
Львівської обл., 81115