

# РОДЮЧІСТЬ ГРУНТІВ

МОНІТОРИНГ  
ТА УПРАВЛІННЯ



Автори: В. В. Медведєв, Г. Я. Чесняк, М. І. Полупан, В. Д. Муха, Л. П. Головіна, Т. М. Лактіонова, А. Б. Лавровський, Т. О. Гринченко, О. О. Вацула, Ю. І. Серокуров, С. В. Харін, Н. Ю. Гаврилович, Ю. Є. Кізяков, В. Ф. Гахов, Г. О. Можейко, Р. С. Трускавецький, С. А. Балюк, О. І. Бондар, В. І. Бураков, В. А. Семякін, В. М. Москаленко, В. А. Джалаль

Викладено сучасні уявлення про родючість ґрунтів, основні процеси їх деградації (дегуміфікація, ерозія, переущільнення, техногенне забруднення тощо), а також заходи, при впровадженні яких усувається негативний вплив вказаних процесів на родючість ґрунтів і врожайність сільськогосподарських культур. Запропоновано наукові та організаційні засади ґрунтового моніторингу на Україні.

Розрахована на спеціалістів з ґрунтознавства, агрохімії, меліорації ґрунтів, агрономів, практичних працівників сільськогосподарського виробництва.

Рецензент доктор сільськогосподарських наук Д. Г. Тихоненко

Изложены современные представления о плодородии почв, основные процессы их деградации (дегумификация, эрозия, переуплотнение, техногенное загрязнение и др.), а также меры, при внедрении которых устраняется негативное влияние указанных процессов на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Предложены научные и организационные основы почвенного мониторинга на Украине.

Рассчитана на специалистов по почвоведению, агрохимии, мелиорации почв, агрономов, практических работников сельскохозяйственного производства.

Видано за рахунок коштів авторів з використанням субсидії спонсора — Українського науково-дослідного інституту ґрунтознавства і агрохімії ім. О. Н. Соколовського.

Р 3702040000—134  
М204(04)—92 23—92

ISBN 5-337-01088-3

© Медведєв В. В., Чесняк Г. Я.,  
Лактіонова Т. М. та ін., 1992

Земля — це багатство суспільства. Важко переоцінити її роль у вирішенні продовольчої проблеми. Відомо, що потреба населення в основних продуктах харчування в середньому подвоюється кожні тридцять років. Отже, щоб задовольнити продуктами всіх людей, які житимуть у 2010—2020 рр., потрібно вдвоє збільшити продуктивність сільськогосподарського виробництва. Вирішення цього надзвичайно складного завдання насамперед залежить від ефективного використання землі.

У вік науково-технічного прогресу земля, як і біосфера в цілому, перетворилася з системи, що контролюється природними факторами, в систему, яка працює під сильним впливом антропогенних факторів. У зв'язку з цим площа земель сільськогосподарського призначення на Україні постійно зменшується. Сотні тисяч гектарів поглинають яри, багато земель відводиться під будівництво, страждає від техногенного забруднення та інших шкідливих процесів. Так, за останні 10—12 років на Україні площа сільськогосподарських угідь зменшилася на 480 тис. га. У районах інтенсивного землеробства і високої концентрації промислового виробництва техногенна трансформація ґрунтів стала не тільки відповідати інтенсивності природного ґрунтоутворювального процесу, а й набагато його перевищувати.

Для точної оцінки подібних перетворень і здійснення спрямованого регулювання ґрунтових процесів виникає потреба в організації систематичних спостережень за ними, тобто в організації служби моніторингу. Відсутність такої може призвести до необоротних процесів руйнування ґрунтового покриву, що потім потребуватиме величезних коштів і часу на його відновлення. Зрозуміло, що як з економічних, так і з господарсько-екологічних міркувань найдоцільніше й вигідніше запобігти несприятливим змінам, ніж згодом їх усувати.

Ця книга є підсумком спільної роботи колективу авторів, в основному співробітників Українського науково-дослідного інституту ґрунтознавства і агрохімії ім.

## 1. СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО ПОТЕНЦІЙНУ ТА ЕФЕКТИВНУ РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

О. Н. Соколовського. В ній узагальнюються результати наукових досліджень з питань розробки принципів і науково-організаційних засад ґрунтового моніторингу. В п'яти главах подано інформацію про спрямованість і темпи природних змін щодо потенційної та ефективної родючості ґрунтів, про закономірності її трансформації під впливом антропогенних факторів; запропоновано методи кількісної оцінки прогнозу більшості з відомих видів деградації ґрунтової родючості; показано послідовність реалізації розроблених принципів, науково-організаційні засади моніторингу родючості ґрунтів — від досліджень негативних процесів до вироблення ефективних рішень. На основі аналізу процесів антропогенного руйнування і забруднення ґрунтів розроблено комплекс заходів, що запобігають їх деградації і забезпечують управління родючістю.

Родючість — основна специфічна властивість ґрунтів, що якісно відрізняє їх від вихідної (материнської) гірської породи. Під родючістю розуміють здатність ґрунту як компонента біосфери забезпечувати необхідні для життєдіяльності рослин земні умови, що визначають поживний, водно-повітряний, температурний, окисно-відновний та інші режими. На ціліні родючість тісно пов'язана з генетичними особливостями ґрунтів, а на ріллі, крім того, ще й з характером їх сільськогосподарського використання. Її рівень залежить від складу ґрунту, агрономічно цінних властивостей і режимів, які в свою чергу зумовлені як ґрунтоутворювальними процесами, так і технологіями вирощування сільськогосподарських культур.

Таким чином, родючість — не тільки природне, а й соціально-економічне явище. По суті воно дуже складне, багатофакторне, різноманітне, відносне і динамічне. Звідси для характеристики родючості використовують багато термінів. У ряді робіт родючість описують як категорії, типи, види, форми тощо (Першин П. Н., 1930; Вільямс В. Р., 1938; Соколовський О. Н., 1956; Гринченко О. М., 1976; Кауричев І. С. та ін., 1982; Нікітін Б. О., 1987; Шишов Л. Л. та ін., 1987). Найбільш узагальнену класифікацію термінів з родючості ґрунтів розробив Б. О. Нікітін (рис. 1).

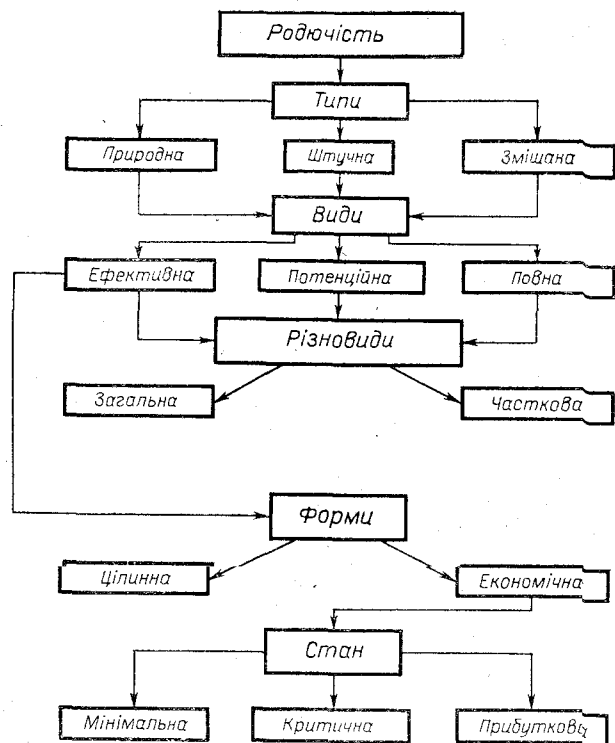


Рис. 1. Класифікація термінів за родючістю (за Б. О. Нікітіним).

Наведені на рисунку терміни характеризують або особливості генезису родючості й проявлення її через урожай сільськогосподарських культур, або відображають рівень економічного стану родючості. Наприклад, розподіл родючості на природну і штучну пов'язаний з її походженням; на потенційну та ефек-

тивну — з мірою економічної вигідності використання ґрунтів на певному етапі розвитку землеробства.

Не зупиняючись на тлумаченні поданих на рисунку термінів, розглянемо суть потенційної, ефективної та економічної родючості.

Потенційна родючість орних земель — це та частина повної родючості, яка закладена в її агрономічних властивостях як можливість одержання максимального врожаю сільськогосподарських культур, але з об'єктивних причин вона не може бути повністю реалізована.

Потенційна родючість визначається складом і сукупністю відносно сталих властивостей ґрунту. Тому при використанні звичайних агротехнічних прийомів вона відносно стала і змінюється, як правило, повільно. Однак під впливом інтенсивної меліорації (осушення, промивання від солей, меліорація кислих і солонцевих ґрунтів), а також внаслідок забруднення токсичними речовинами, вторинного засолення та інших несприятливих факторів потенційна родючість ґрунту може швидко та істотно змінюватися (Шишов Л. Л. та ін., 1987).

При сільськогосподарському використанні ґрунтів частина потенційної родючості реалізується в урожаї культурних рослин. Саме вона і являє собою ефективну родючість ґрунту. При цьому відбуваються певні «витрати» не тільки поживних речовин ґрунту, а й іншого речовинного складу та агрономічних властивостей.

Теоретично ефективна родючість має оцінюватися сукупністю показників властивостей ґрунтів, від яких залежить забезпечення врожаю. Однак у зв'язку з тим, що наука ще не

виробила критерії оцінки «витрат» всіх агрономічних властивостей (за винятком увібраних рослинами поживних речовин), то практично вона вимірюється рівнем урожаю. Деякі автори пропонують взяти за основний показник величину поживних речовин, що перейшли в біомасу за вегетаційний період на одиниці площі (Нікітін Б. О., 1987).

Ефективна родючість досить динамічна не тільки в багаторічному циклі, а й протягом вегетації. Тому як мінімальний період часу для визначення її рівня можна використати ту чи іншу фазу розвитку сільськогосподарських рослин, які вирощують на даному ґрунті (Шишов Л. Л. та ін., 1987).

Рівень ефективної родючості в природних умовах, незважаючи на залежність від погоди, має певні межі величин, що характерні для рівноважного стану даного біогеоценозу. На сільськогосподарських угіддях вони можуть дуже коливатися залежно від сортів рослин, агротехнічних прийомів, економічних умов. У зв'язку з цим ефективна родючість на ґрунтах сільськогосподарських угідь проявляється у формі економічної (Нікітін Б. О., 1987) або природно-економічної (Гринченко О. М., Муха В. Д., 1980). Вона формується за умов конкретної господарської діяльності людини, коли можливі значні відхилення біологічного кругообігу речовин від незайманих природних ценозів як у бік зниження, так і підвищення її ємкості. Звідси економічна родючість може бути прибутковою, мінімальною і критичною (Нікітін Б. О., 1987).

На сучасному етапі розвитку землеробства розробляється новий підхід до управління ро-

дючістю ґрунтів. В основу його покладено ідею створення моделей високородючих ґрунтів за допомогою ЕОМ (Чесняк Г. Я., Скворцов А. Ф., 1986; Шишов Л. Л. та ін., 1987, та ін.). Для розв'язання такого завдання необхідні досить широкі дослідження з вивченням закономірностей функціонування потенційної та ефективної родючості, відпрацювання діагностичних показників і їх оптимальних параметрів для контролю стану родючості як в цілому, так і окремих її складових компонентів.

Простежимо закономірності еволюції ефективної та потенційної родючості ґрунтів під час освоєння і використання їх у землеробстві на прикладі чорноземів типових Лісостепу. У період освоєння (перші 7—12 років після оранки цілини) ефективна родючість (урожай сільськогосподарських культур) помітно зростає при одночасному зниженні потенційної (зменшуються вміст гумусу, валові запаси азоту і фосфору, погіршуються фізико-хімічні й фізичні властивості тощо). В подальші роки (приблизно до 50 років) ефективна родючість чорноземів знижується до певного рівня, але ще залишається високою. Після цього за умов незмінної агротехніки вирощування сільськогосподарських культур, невикористання добрив і меліорантів ефективна родючість старорічних чорноземів підтримується приблизно на однаково низькому рівні за захунок мобілізації і виорювання потенційної родючості (Чесняк О. А., Чесняк Г. Я., 1967). Врешті це призводить до зниження як ефективної, так і потенційної родючості.

Таким чином, людина, використовуючи ґрунт у сільськогосподарському виробництві,

сприяє різкій активізації потенційної родючості, що зумовлює високі врожаї культурних рослин під час освоєння ґрунтів. Високий рівень ефективної родючості при неповній компенсації факторів ґрунтової родючості підтримується за рахунок одночасного зниження потенційної. Але при тривалому такому використанні ґрунтів значно знижується і ефективна родючість. Внаслідок цього формуються деградовані, виснажені ґрунти з низькою потенційною та ефективною родючістю.

На формування деградованих ґрунтів в умовах агроценозів впливають не тільки некомпенсований кругообіг речовин у системі ґрунт — рослина, а й негативні наслідки від використання агроприймів, а також від ущільнювальної дії ходових систем тракторів і сільськогосподарських машин на ґрунт. Це в цілому зумовлює втрати гумусу, кальцію, руйнування структури, ущільнення, висушування, змитість ґрунтів, ерозійні явища тощо.

Для підтримання потенційної родючості орних земель потрібно систематично і своєчасно компенсувати втрати органічної речовини і кальцію (табл. 1).

На орних ґрунтах концентрується значна кількість фітомаси, причому в Лісостепу і Степу навіть більше за цілину. Однак надходження рослинних решток у ґрунт на ріллі порівняно з природними аналогами різко зменшується. Внаслідок цього багато виноситься поживних речовин і втрачається гумусу з ґрунту, що вимагає компенсації з боку людини. Але в цьому випадку окремих заходів недостатньо, потрібний комплексний підхід до окультурення ґрунтів.

# 1. Кількість і якість рослинних решток, що надходять у ґрунт, і біопродуктивність природних та культурних ценозів

Угіддя	Приріст фітомаси за рік, ц/га сухої речовини	Фітома- са рослин- них реш- ток, ц/га/ рік сухої речовини	Кальцій у рослин- них реш- тках, кг/га/рік
--------	---	--	--

## Дерново-середньопідзолистий ґрунт

Ліс	110	65	35
Рілля	64	25	33
Рілля інтенсивного вико- ристання	92	32	25

## Чорнозем типовий

Переліг	143	143	51
Рілля	178	28	13
Рілля інтенсивного вико- ристання	226	34	10

## Темно-каштановий слабосолонцюватий ґрунт

Переліг	40	40	64
Рілля	93	26	10
Рілля інтенсивного вико- ристання, зрошувана	309	55	61

Окультурення ґрунтів — це екологічна реорганізація ґрунтового тіла і зміна ґрунтових процесів згідно з вимогами головної групи сільськогосподарських культур з метою сталого зростання їх урожайності на основі підвищення потенційної та ефективної родючості.

Родючість ґрунту обов'язково в своє поняття включає рослину і відображає ступінь відповідності в системі ґрунт — рослина. Оскільки певні рослини ставлять неоднакові вимоги до властивостей ґрунту і в різній мірі здатні використовувати потенційну родючість ґрунту,

звідси логічно випливають такі завдання щодо окультурення: неоднозначна зміна найважливіших агрономічних властивостей ґрунтів; встановлення оптимальних взаємовідносин між ґрунтом і головною екологічною групою вирощуваних на ньому рослин; спеціалізація землеробства з врахуванням агроекологічних та економічних умов.

В. Г. Унгурян (1981), аналізуючи стан досліджень з родючості ґрунту, прийшов до висновку, що нині вже створені теоретичні передумови управління ґрунтовою родючістю як відносно простого, так і поширеного відтворення, при цьому система контролю і управління родючістю ґрунту має будуватися на основі ґрунтово-екологічного районування з врахуванням спеціалізації і концентрації сільськогосподарського виробництва.

## **2. БІОФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТОВОЇ РОДЮЧОСТІ**

### **2.1. ІНДИВІДУАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ**

Важливою складовою методологічної основи ґрунтового моніторингу є система показників контролю, вибір яких зумовлений необхідністю адекватної характеристики основних функцій ґрунтів, ґрунтоутворювальних або ґрунторуйнівних процесів, а також основних режимів і параметрів, що найважливіші для рослин.

Розробку системи показників треба проводити з урахуванням таких обставин: можливості використання інформації діючих нині служб контролю за станом ґрунтового покриття, родючості й санітарного стану ґрунтів, а також необхідності поширення обсягу досліджень на основі сучасної технічної бази і перспективних методів.

Існують різні теоретичні підходи до вибору класифікації контрольних показників залежно від структури і призначення моніторингу.

Концепція агроекологічного моніторингу (Милащенко Н. З. та ін., 1990) передбачає вирішення екологічних проблем землеробства на основі найбільш повного врахування ґрунтово-кліматичних, господарсько-економічних особливостей агроєкосистеми, якісного і кількісного стану всіх складових її блоків-компонентів (ґрунт — рослина — вода — атмосфера).

На думку авторів цієї концепції, агроекологічний моніторинг являє собою систему постійного і тривалого спостереження в просторі та часі за кожним блоком-компонентом з використанням відповідних параметрів і показників. Принцип підбору показників такий: з численних показників вибирають ті, які зумовлені основним завданням зонального агроекологічного моніторингу, його функціональною схемою. Показники групують у спеціальні категорії. У блоці-компоненті «ґрунт» вони поділяються на 11 груп для характеристики основних властивостей і процесів.

Агроекологічний моніторинг в інтенсивному землеробстві згідно з більш ранньою публіка-

цією (Милащенко Н. З., Добровольський Г. В., Орлов Д. С. та ін., 1988) в першу чергу передбачає ранжування показників на три групи: перша включає ті, що характеризують короточасні зміни властивостей, друга — довгострокові; третя — показники для ранньої діагностики. Потім автори пропонують ранжувати показники на категорії, які, очевидно, підпорядковані лише одній з цілей моніторингу — контролю за санітарним станом середовища: 1 — для визначення вмісту речовин, що необхідні для нормального функціонування агро-екосистеми; 2 — для виявлення речовин, які в певних концентраціях мають негативний вплив; 3 — для характеристики токсичних речовин, присутність яких або зовсім виключається або допустима в мікрокількостях.

Аналогічний принцип класифікації показників (необхідні, допустимі в певних кількостях, недопустимі) покладено в основу методичного підходу до групування показників якості води в сільськогосподарському водокористуванні (Бездніна С. Я., 1986).

У практичній діяльності різних організацій, які контролюють ті чи інші аспекти стану ґрунтів, вже вироблено певний набір необхідних показників. Їх вибір і групування залежать від цілей і направленості роботи. На Україні існує багато наукових і практичних установ, що функціонують у цій галузі, але, на жаль, результати їхньої роботи ніхто не координує. Це обласні проектно-дослідницькі станції хімізації, обласні філіали Українського науково-дослідного і проектно-розвідувального інституту «Укрземпроект», мережа пунктів спостережень інституту «Укргеологія», гідро-

геолого-меліоративні експедиції, гідрометеорологічні станції, обласні сільськогосподарські дослідні станції. Основні показники, якими користуються дані установи, належать до розряду індивідуальних.

Управління ґрунтовими процесами потребує організації систематичного контролю за тими основними показниками родючості ґрунтів, зміни яких найбільш імовірні. Це насамперед кислотно-лужні властивості ґрунтів та окисно-відновні реакції. Визначають головним чином рН водної і сольової витяжки, форми потенційної кислотності, окисно-відновний потенціал. Механізми кислотно-лужних, окисно-відновних реакцій багато в чому схожі, і для їх аналізу використовують потенціометричні методи.

Активну кислотність відносять до найбільш істотних і провідних показників трансформації ґрунтової родючості за умов інтенсифікації. Загальновідомий факт її підвищення при систематичному застосуванні фізіологічних окислих добрив. У районах з високими техногенними навантаженнями на ґрунт зафіксовано зміну рН ґрунтового розчину на 1—1,5.

Із зміною кислотно-лужних умов у ґрунтовому тілі виникають несприятливі явища і руйнування органічної речовини та мінеральної частини колоїдів, підвищений винос елементів живлення і мікроелементів, лужних і лужно-земельних катіонів. Усі ці процеси підлягають контролю.

Для характеристики спрямованості трансформації органічних речовин визначають такі показники: втрати загального вмісту гумусу за методом Тюріна в модифікації Симаківа (Бельчикова Н. П., 1954); якісний склад гуму-



су — за методом Кононової—Бельчикової; характеристику властивостей гумусу і його зміни за умов сільськогосподарського використання складають на основі реакційної здатності ґрунтів за М. І. Лактіоновим (1976).

Стан колоїдного комплексу характеризується ємкістю вбирання і складом обмінних катіонів. З численних методів для визначення першого показника найчастіше використовують ті, що засновані на використанні ацетату амонію при реакції, яка близька до нейтральної (Демидієнко О. Я., Крупський М. К., 1957).

Високоінформативними фізико-хімічними показниками для моніторингу родючості є активність іонів у системі ґрунт — ґрунтовий розчин. Її визначають за методами М. К. Крупського з співавторами (Александрова Г. М., 1957; Крупський М. К. та ін., 1975). Автори методів запропонували також нові діагностичні показники: потенціали живлення калію, кальцію, фосфору і буферну здатність відносно цих елементів, які найбільш повно характеризують режим живлення та його зміни (Александрова Г. М., Раппопорт Л. А., 1984; Крупський М. К. та ін., 1975; Кудеярова А. Ю., 1971). В разі наявності відповідних селективних електродів ці методи цілком можна використовувати для контролю.

При техногенному забрудненні ґрунтів важкими металами використовують в основному дві групи показників. Перша характеризує ступінь нагромадження в ґрунтах металів як стосовно загального їх вмісту, так і форм сполук. За величину нагромадження беруть відношення валової кількості в певному ґрунті до

вмісту в контрольному. Про активне забруднення роблять висновок на підставі фіксації таких форм сполук, які здатні надходити і нагромаджуватися в рослинах (Ільїн В. Б., Степанова М. Д., 1979).

Г. В. Добровольський із співавторами (1983) пропонують вважати за основний показник забруднення ґрунтів металами вміст їх рухомих форм, що переходять у витяжку амонійно-ацетатного буферного розчину з рН 4,8.

Забруднення нееродованих ґрунтів металами і неметалами оцінюють показником, що відображує їх вміст і форми сполук в 1 кг ґрунту. На основі цього роблять висновок і про негативний вплив металів на біоту ґрунту і стан рослин (Садовникова Л. К., Зирін Н. Г., 1985).

Показники другої групи непрямо характеризують надходження на поверхню ґрунту газопилових викидів та їх дію на ґрунтовий покрив, ґрунтову мікрофлору і рослини. Вони являють собою відношення вмісту важких металів у ґрунті (мг/кг) до кількості в ньому органічного вуглецю (%). З одного боку, це дає уявлення про надходження металів у ґрунт, а з другого — про деградаційні процеси, що відбуваються в ньому.

Згідно з цими показниками, виділяють зони забруднення ґрунтів металами. Л. А. Садовникова і Н. Г. Зирін (1985) до сильно забруднених, не придатних для використання в сільському господарстві земель відносять ґрунти з вмістом важких металів вище за фоновий в 3—5 для малобуферних і в 5—10, а то і в 20 разів — для високобуферних.

Запропонована комплексна система показ-

ників оцінки стану ґрунту за умов антропогенного забруднення (Гапонюк Є. І., Малахов С. Г., 1985) ґрунтується на елементарних ґрунтово-біологічних процесах (ЕГБП), інтенсивність і спрямованість яких оцінюють через ферментативну активність та інші показники. Прямий зв'язок ферментативної активності з родючістю ґрунтів дає змогу використовувати її показники для діагностики тих чи інших змін, і насамперед на стадії трансформації органічної речовини, фосфору, азоту.

Агрофізичний стан ґрунтів діагностується за щільністю складення в рівноважному стані (метод різального кільця Н. А. Качинського). Цей показник доцільно визначати в однотипній сівозміні і під однією культурою. Такий контроль дає можливість не тільки своєчасно виявляти ущільнення внаслідок тиску техніки, а й констатувати початок агрофізичної деградації.

Аналіз структурно-агрегатного складу повітряносухих зразків (агрономічно цінні агрегати 0,25—10 мм) та водостійкості (вміст водотривких агрегатів, більших за 1 мм, — за методом Н. І. Саввинова) в першу чергу дає інформацію про ті зміни в механізмі строутворення, які можуть бути спричинені хімічними, фізичними або біологічними факторами.

Одним з найважливіших показників оцінки фізичних умов у ґрунті, і насамперед вологозабезпеченості рослин, є здатність певного ґрунту пропускати воду — водопроникність (визначається за допомогою приладу ПВН). Цей процес складається з двох фаз — вбирання і фільтрації. Потрібно також систематично

контролювати польову вологість ґрунту. Для одержання даної інформації бажано використовувати дистанційні методи, щоб оперативно приймати ті чи інші рішення.

На аналогічних принципах (можливість оперативного вимірювання, характеристика певних ґрунтоутворювальних процесів, пряма оцінка впливу на врожай або його якість тощо) ґрунтується вибір показників для оцінки поживного режиму, біологічних та інших властивостей.

Для розв'язання найважливіших завдань моніторингу, які передбачають одержання інформації про сучасний стан ґрунтів, прогнозування їх змін, вироблення ефективних рішень, насамперед необхідно визначити обсяг роботи, що намічається, який зумовлений не тільки кількістю показників, а й числом їх визначень.

У таблиці 2 наведено мінімальний перелік показників, які згруповані залежно від процесів і властивостей ґрунтів. Вказано також на періодичність визначення і глибину шару ґрунту, що аналізується. Дотримуючись такого набору, можна адекватно оцінювати сучасний стан ґрунтів, діагностувати всі види їх деградації і прогнозувати зміни на ближчу або навіть на віддалену перспективу.

## 2.2. КОМПЛЕКСНІ ПОКАЗНИКИ

Відомі методи розрахунку узагальненого показника агро- і фізико-хімічних властивостей ґрунтів (Нікітін Б. О., 1973; Доспехов Б. А., Кірюшин Б. Д., Брайерська А. Н., 1976; Семенов В. А., 1981, та ін.), за допомогою яких численні різноманітні ознаки, що зу-

## 2. Процеси, показники і методи ґрунтового моніторингу \*

п/п	Процеси, які контролюються	Показники	Глибина відбору зразків, см	Періодичність визначень
1.	Зміна структури ґрунтового покриву і контроль землекористування			
1.1.	Зміна структури ґрунтового покриву	Змитість, дефльованість, олушення, осолонцюваність, засоленість, мочаристість, оглеєність, еловійованість, намітність, гумусність, окультуреність, глибина органічного (торфового) шару, ступінь його розкладу і зольності, дренажність (осушеність), озалізненість і окарбоначеність осушених земель, вторинна насиченість і кислотність, зруйнованість і рекультивованість	—	1 раз на 15—20 років
1.2.	Трансформація земельних угідь за ґрунтовим покривом	Структура ґрунтового покриву земель, які вилучаються для несільськогосподарських потреб, і його бальна оцінка	—	Щорічно

1.3.	Контроль оптимальності землевикористання	Площі рекомендованих і фактичних угідь	—	»
1.4.	Контроль оптимальності технологій	Рекомендовані й фактичні види і дози органічних та мінеральних добрив і пестицидів, способи основного обробітку, протиерозійні заходи	—	»
1.5.	Контроль комплексної охорони ґрунтів (освоєння контурно-меліоративної організації території)	Організація території, протяжність найпростіших гідротехнічних споруд, протяжність і висота лісових смуг, захисність ділянки, %; площа постійного залуження, в т. ч. на зразкових агроландшафтах	—	1 раз на 5 років
2.	Зміна основних властивостей і режимів			
2.1.	Гумусний стан	Загальний вміст гумусу Вміст рухомих гумусових речовин	0—20 30—40	1 раз на 5 років
2.2.	Реакція ґрунтового розчину	pH водний pH сольовий Гідролітична кислотність	30—40 30—40 30—40	Щорічно 1 раз на 5 років
2.3.	Ємкість вбирання	Ємкість катіонного обміну (обмінні основи)	30—40	Те саме

Процеси, які контролюються	Показники	Глибина відбору зразків, см	Періодичність визначень
2.4. Водний режим	Вміст вологи	0—100	3 рази по 10-й місяць подекадно 1, 2 та 11, 12-й місяці — 1 раз на місяць
2.5. Поживний режим	Визначення рухомих форм фосфору і калію в ґрунті Визначення нітратів у ґрунті Валовий вміст важких металів	0—20, 30—40 30—40 0—20	1 раз на 5 років Щорічно 1 раз на 5 років
2.6. Санітарний стан	Рухомі форми важких металів Вміст пестицидів у ґрунті й воді	0—20 0—20	Те саме Щорічно
2.7. Агрофізичні властивості	Вміст нітратів у рослинах Радіологічне обстеження: визначення стронцію-90, γ-активності; β-активності Рівноважна щільність	— 0—20 0—10 10—20, 20—40	Щорічно 1 раз на 5 років 1 раз на 5 років
2.8. Біологічна активність у ґрунті	Структурно-агрегатний склад Водопроникність Азотфіксація Нітрифікація Денітрифікація Активність пероксидази та інвертази Сумарна біологічна активність	20—40 З поверхні 0—20, 30—40 30—40 30—40 30—40 30—40 30—40	Те саме » » » » » » »
3. Оцінка інтенсивності проявлення процесів ерозії	Площа (га) в межах адміністративних районів, областей і в цілому по республіці. Виділяють: рілля, багаторічні насадження (сади, виноградники та ін.), природні луки й пасовища	—	Щорічно
3.1. Пошкодження угідь і посівів	Площа (га) в межах адміністративних районів, областей і в цілому по республіці	—	В міру проявлення
3.2. Осередки і ареали поширення пилових бур	Атмосферні опади (мм) подекадно. Інтенсивність опадів (мм/хв) за теплий період. Матеріали снігомірної зйомки. Стік максимальний та інші показники стоку за період сніготанення	—	Див. графу 3
3.3. Кількість та інтенсивність зливових опадів. Весняні рідкі й тверді стоки			

Проекти, які контролюються	Показники	Глибина відбору зразків, см	Періодичність визначень
3.4. Швидкість вітру при виникненні пилкових бур і локальному прояві вітрової ерозії	Швидкість вітру (м/с) по восьми-ми румбах (7, 13, 19 год місцевого часу)	—	Щоденно за період проявлення ерозії
3.5. Облік динаміки проектування поверхні ґрунту, що покриті рослинністю або її рештками	Площа і процент покриття ґрунту рослинністю або її рештками	—	У період проявлення ерозії
3.6. Зміна глибини гумусових горизонтів	Глибина (см) гумусового горизонту	—	До і після проявлення ерозії
3.7. Визначення зміни властивостей ґрунту під впливом ерозій та внаслідок ерозійних процесів	Вміст гумусу (вихідний, після вливу ерозії у ґрунт та внаслідок органічної речовини (в тих самих зразках) вміст фосфору і калію структурно-агрегатний склад щільність складення ґрунту	0—10 0—10 0—10 10—20 30—40	Те саме До і після проявлення ерозії Те саме
3.8. Визначення втрат ґрунту і води на стокових майданчиках	Маса (т/га) втрат ґрунту	—	У період проявлення ерозії
3.9. Визначення втрат ґрунту на контрольних ділянках	Маса (т/га) втрат ґрунту	—	Те саме
3.10. Визначення прогнозованих втрат води і ґрунту при ерозійних процесах залежно від господарського використання і стану ґрунтів	Маса ріdkого (м³/га) і твердого (т/га) стоків; еколого-економічні збитки	—	»
3.11. Іригаційна ерозія	Облік зруйнованої водою площі ґрунту. Облік маси (т/га) конусів виносу	—	»
3.12. Облік характеру пошкодження поверхні ґрунту при вітровій ерозії	Визначення інтенсивності проявлення вітрової ерозії	—	У кінці періоду проявлення ерозії
4. Стан ґрунтів меліоративного фонду			
4.1. Якість зрошувальних вод	Хімічний склад зрошувальних вод (рН, Cl, SO₄, HCO₃, Ca, Mg, Na, K); концентрація забруднюючих речовин; активність іонів Ca, Na, K, H, NO₃, Cl, I; наявність радіоактивних сполук	—	2 рази на рік
4.2. Рівень і склад підґрунтового вод	Глибина підґрунтового вод; хімічний склад (рН, NO₃, Ca, Mg, ...)	—	Те саме

№ п/п	Процеси, які контролюються	Показники	Глибина відбору зразків, см	Періодичність визначень
		Na, K); концентрація забруднюючих речовин (Cl, SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> )		
4.3.	Засоленість ґрунтів і підґрунтя зони аерації	Вміст водорозчинних солей	0—25 25—50 50—75 75—100 глибше через 50 см	1 раз на 3—5 років
4.4.	Вторинне осолонцювання	Склад увібраних катіонів, активність іонів H, Ca, Na; розрахунок співвідношення aNa/V aCa	0—20 20—40	1 раз на 5 років
4.5.	Оцінка темпів спрацювання осушених торфовищ	Глибина органічних горизонтів	—	1 раз на 5 років
		Щільність складання торфу	0—25 25—50	Те саме
		Зольність торфу	50—75 75—100 75—100	»
4.6.	Трансформація органічної речовини	Ступінь розкладу торфу	0—20 30—40	»
		Ступінь гуміфікації торфу	30—40	»
4.7.	Вторинне озалізнєння осушених гідроморфних ґрунтів	Форми заліза	30—40	»
5.	Оцінка ефективної родючості землі	Якість рослинницької продукції: вміст азоту і сирого протеїну, нітратів, фосфору, масової частки калію, цукру в цукрових буряках	—	Щорічно
		Вміст у харчових продуктах і кормах токсичних елементів: заліза, міді, свинцю, кадмію, цинку		

\* Складено за участю Р. С. Трускавського, Н. Ю. Гаврилович, А. Д. Кирichenko, П. І. Кукоба, Л. О. Часової, Г. М. Кривоносової, В. Ф. Гахова, М. В. Медведєва, В. А. Джамаля, В. Г. Роздубіда.

мовляють основні параметри ґрунтових режимів, виражають через комплексну оцінку родючості з врахуванням її ефективності та еволюції. Згідно з ними кожний окремий показник вираховують у процентах від свого максимального значення у вибірці спостережень, а зведений показник складають як середнє арифметичне нормованих показників і знову виражають у процентах від максимального значення у вибірці. Одним з істотних недоліків такого способу є те, що нормування тісно пов'язано з конкретною вибіркою. В такому разі цілком різні вибірки можуть призвести до тих самих нормованих показників.

У Білорусі цей принцип знайшов широке застосування (Кулаковська Т. Н., 1965; Богdevич Й. М., 1970; Карягіна Н. І., 1983), але з часом він видозмінився: кожний окремий показник властивостей ґрунтів тепер виражають у процентах від оптимального значення для даного типу ґрунту з наступним розрахунком «комплексного агрохімічного балу», або «індексу окультуреності», як середньоарифметичного з нормованих властивостей (Кулаковська Т. Н., Богdevич Й. М., Ярошевич М. І. та ін., 1980; Богdevич Й. М., 1984, та ін.). Однак і в цьому індексі не повністю враховують вплив найгірших властивостей ґрунтів (малих значень складових). Наприклад, для дерново-підзолистих суглинкових ґрунтів, за Т. Н. Кулаковською та ін. (1980), індекс окультуреності дорівнює 100 балів (оптимум) при рН 6,5, вмісті  $P_2O_5$  — 28 і  $K_2O$  — 24 мг/100 г ґрунту і гумусу 2,2 %. Якщо припустити, що за вмістом  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  і гумусу ґрунт зберігає ці оптимальні значення, а рівень сольового рН дося-

гає 4,3, то індекс окультуреності знижується тільки до 82 балів, тобто залишається не просто досить високим, а навіть відповідає рівню родючості ґрунту вище за середній. Отже, цей метод, як і більшість раніше запропонованих, не позбавлений загального недоліку, тобто не відповідає такій вимозі: якщо хоча б за одним окремим показником якість незадовільна, то в цілому вона не може оцінюватися високо.

Не усуває цей недолік і пропозиція С. М. Тайчинова (1977) ввести облік коефіцієнтів кореляції урожайності сільськогосподарських культур з кожною із діагностичних ознак (властивостей) ґрунтів.

При вирішенні завдань з кількома залежними перемінними перспективно нині використовувати так звану функцію бажаності (Е. Harrington, 1965; Карташова Т. М., Штаркман Б. І., 1970; Новик Ф. С., 1971). Під цим розуміють той чи інший бажаний рівень параметра оптимізації. Згідно з даним методом, всі показники ( $x$ ) трансформують таким чином ( $y$ ), щоб найкращому значенню певного показника відповідала одиниця (або 100), а найгіршому — нуль.

У ряді робіт (Гринченко Т. О., Єгоршин О. О., 1984; Гринченко Т. О., 1986, 1989, 1990) описується метод комплексної оцінки еволюції родючості ґрунтів, який позбавлений недоліків інших аналогічних методів. Виходячи з принципу функції бажаності, пропонується таке функціональне перетворення окремих параметрів оптимізації рівня ґрунтової родючості (агрохімічних, агрофізичних, фізико-хімічних, біологічних та інших властивостей ґрунтів):

$$y_i = \exp \left\{ -k \left| \frac{x_i - a_i}{a_i - b_i} \right|^n \right\},$$

де  $x_i$  — вихідний,  $y_i$  — перетворений показник властивості ґрунту,  $a_i$  — оптимальне значення,  $b_i$  — найгірше значення, « $k=5$ » і « $n=3$ » — коефіцієнти перетворення, які підбирають відповідно до проміжних рівнів показників  $x_i$  і  $y_i$ . Потім складають середнє геометричне вже перетворених показників — окремих параметрів оптимізації. Це і буде зведений показник якості ґрунтів (ЗПЯГ).

Метод опробовано на прикладі розрахунку ЗПЯГ для дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтів Полісся України, а також для дерново-підзолистих ґрунтів Московської області, які різняться за ступенем опідзолення, оглеєння, гранулометричним складом і окультуренням. У таблиці 3 наведено значення ЗПЯГ за 100-бальною шкалою в межах адміністративних областей України за результатами першого і четвертого турів агрохімічного обстеження ґрунтів. Встановлено, що в період між турами на Поліссі індекс окультуреності ґрунтів підвищився від 41 до 55 балів, а в Лісостепу — від 63 до 69 балів. Максимальне значення ЗПЯГ (+22 бали) відзначено в Житомирській та Івано-Франківській областях.

Аналіз кореляційних зв'язків між індексом окультуреності та врожайністю основних сільськогосподарських культур показав (табл. 4), що на Поліссі, наприклад, ці зв'язки не тільки тісні (коефіцієнт кореляції  $r=0,8$ ), а й значимі (дисперсійне відношення  $F > F_{01}$ ) (Гринченко Т. О., 1986). Інакше кажучи, сукупність агрохімічних показників, на основі яких розра-

### 3. Індекс окультуреності ґрунтів України

Область	ЗПЯГ у балах по турах агрохімічного обстеження	
	1	4
Волинська	44	54
Рівненська	49	56
Житомирська	34	55
Чернігівська	49	61
Київська	52	59
Сумська	63	69
Львівська	35	42
Тернопільська	52	63
Івано-Франківська	33	55
Закарпатська	37	54
Чернівецька	43	59
Хмельницька	48	55
Вінницька	59	66
Черкаська	74	76
Полтавська	76	78
Харківська	71	80

ховували зведений показник, багато в чому зумовлює урожайність сільськогосподарських культур.

Як окремий приклад розглянемо результати розрахунку індексу окультуреності ґрунтів (ЗПЯГ) по всіх земельних ділянках господарств Ступинського району Московської області за два тури агрохімічного обстеження (1980 и 1984 рр.). Їх проводили на підставі інформації автоматизованого банку даних (АБД «Поле») проектно-технологічного центру «Агрохім-АСУ», який нагромадив відомості щодо 16 агро- і фізико-хімічних показників. Розрахунки вели з використанням шести з них, а саме: рН сольовий, гідролітична кислотність, вміст  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , гумусу і ступінь наси-



4. Залежність урожайності сільськогосподарських культур ( $y$ ) від індекса окультуреності ( $x$ ) дерново-підзолистих ґрунтів

Рівняння регресії	Статистичні показники				
	$n$	$R$	$F_{\text{розрах}}$	$F_{05}$	$F_{01}$
<i>Центральне правобережне Полісся</i>					
<i>Озима пшениця</i>					
$y = 0,03 + 0,44x + 0,0014x^2$	75	0,89	133	3,1	5,9
<i>Картопля</i>					
$y = 81,14 - 3,42x + 0,0798x^2$	47	0,97	319	3,2	5,1
<i>Лівобережне Полісся</i>					
<i>Озима пшениця</i>					
$y = 6,35 + 0,36x$	58	0,78	88	4,0	7,2
<i>Картопля</i>					
$y = -14,39 + 2,58x + 0,0137x^2$	58	0,83	63	3,2	5,1

ченості основами. В таблиці 5 наведено середньозважені значення для деяких господарств району.

Встановлено, що низький рівень окультуреності ґрунтів господарств цього району в 1980 р. був зумовлений слабкою їх забезпеченістю фосфором (36,9 бала), гумусом (46,8) і калієм (51,5) порівняно з оптимальними їх значеннями (100 балів). Загальний рівень родючості ґрунтів району на цей час — 44,2 бала. За період з 1980 по 1984 р. він збільшився до 62,7 бала, тобто на 18,5 бала. Найбільший ріст відзначено для ґрунтів радгоспів «Сельская жизнь» (+33,1), «Леонтьевський» (+24,8) і колгоспу ім. Мічуріна (+24,5). У першу чергу це відбулося за рахунок кращого забезпечен-

5. Середньозважені показники якості ґрунтів (ЗПЯГ) деяких господарств Ступинського району Московської області (тип угідь — рілля незрошувана, тип ґрунту — дерново-підзолистий)

Господарство	Рік обстеження	Площа, га	ЗПЯГ	Помилки середніх
Колгосп ім. Мічуріна	1980	2057	23,3	1,86
	1984	2250	47,8	2,32
Радгосп «Леонтьевський»	1980	3708	39,5	2,01
	1984	3749	65,3	1,68
Радгосп «Сельская жизнь»	1980	1250	35,5	2,58
	1984	1212	68,6	3,45
Радгосп «Ступинський»	1980	4068	38,9	2,36
	1984	4024	56,3	2,27
У середньому по району	1980	46287	44,2	3,02
	1984	44441	62,7	3,01

ня ґрунту фосфором. Одночасно з позитивними зафіксовано також і негативні тенденції, зокрема підкислювання ґрунтів, що свідчить

6. Залежність виходу зернових одиниць з 1 га ( $y$ , ц/га) від рівня ЗПЯГ ( $x$ ) орних земель Московської області

Рівняння	Кількість спостережень	Коефіцієнт кореляції	Критерій Фішера	
			розрахунковий	табличний
На 1.01.1985 р.				
$y = 10,964 + 0,664x$	39	0,75	48	7
На 1.01.1989 р.				
$y = 22,721 - 0,442 + 0,009x^2$	39	0,74	22	5
За 1981—1988 рр.				
$y = 2,630 + 0,261 + 0,003x^2$	78	0,74	45	5

про необхідність проведення негайного вивчення.

При розрахунках кореляційних зв'язків між виходом зернових одиниць з 1 га і середньозваженим рівнем ЗПЯГ по 39 районах Московської області одержано тісні ( $R = 0,74-0,75$ ) і значимі (дисперсійні відношення  $F > F_{01}$ ) залежності (табл. 6).

Відзначимо, що в інтервалі від 25 до 50 балів вихід зернових одиниць становив 19—25 ц/га, а в інтервалі 50—75—40 ц/га. Подальше збільшення індексу окультуреності (75—100 балів) забезпечує вихід зернових одиниць від 40 до 57 ц/га. Таким чином, кожні 10 балів відповідають приросту врожаю 7 ц/га.

### 3. ОСНОВНІ ФАКТОРИ І НЕСПРИЯТЛИВІ ҐРУНТОВІ ПРОЦЕСИ, ЩО ЗУМОВЛЮЮТЬ ЗНИЖЕННЯ ҐРУНТОВОЇ РОДЮЧОСТІ

#### 3.1. ПРОЦЕСИ ДЕГУМУФІКАЦІЇ

Внаслідок сільськогосподарського використання ґрунтів порушується природний хід гумусоутворення, змінюється кількість і якість маси рослинних решток, що насамперед впливає на інтенсивність, а в ряді випадків і на спрямованість процесів гумуфікації, від яких залежать якісні й кількісні показники гумусу.

Так, за даними Ф. Н. Лисецького (1985), ґрунти Степу формувалися при щорічному надходженні 110 ц/га рослинних решток, за рахунок яких щорічне утворення гумусу становило близько 24 ц/га. В міру посилення

антропогенного впливу на степові екосистеми роль цього джерела гумусу різко зменшувалася. На початку освоєння степових районів (130—150 років тому) надходження рослинних решток у ґрунт не перевищувало 65 ц/га, а новоутворення гумусу — 18 ц/га. Сільськогосподарське освоєння цілинних ґрунтів найвідчутніше впливає на цей процес. Зменшення вмісту гумусу пов'язане не тільки з неповним розкладом гумуфікованої органічної маси так званого детриту, або лігногуматів, а й з мінералізацією власно гумусових речовин (табл. 7). До того ж негативний вплив зумовлює і перемішування орного шару з менш гумусованими шарами, що знаходяться нижче.

У процесі інтенсивного сільськогосподарського використання відбувається подальше зменшення вмісту гумусу, причому темпи розкладу його в перші роки після розорювання цілини вищі, ніж потім. Так, на чорноземах глибоких західного Лісостепу в перші 5 років після розорювання цілини розклад органічної речовини ґрунту щорічно становив 2,9 %

#### 7. Вплив окультурення ґрунтів на вміст і гумуфікованість органічних речовин у верхніх шарах, % (Муха В. Д., 1979)

Угіддя	Гумус загальний	Гумуфіковані речовини	Детрит	Ступінь розкладу
<i>Чорнозем типовий</i>				
Переліг	7,05—0,12	4,16—0,09	2,34	65,4
Рілля	5,25—0,04	3,72—0,08	1,53	70,9
Рілля окультурена	5,65—0,07	4,07—0,13	1,58	72,0

(14,6 % за 5 років), у наступні 15 років — 0,5 % (7,6 % за 15 років), потім за 80 років — лише 0,08 % (6,6 %). За 100-річний період освоєння вміст гумусу зменшився на 25 %.

Порівняння вмісту гумусу в чорноземах європейської частини країни (на основі карти В. В. Докучаєва і картосхеми, складеної за даними А. П. Щербакова, В. П. Шепелевої для ЦЧО; І. А. Крупенікова, І. І. Шиліхіної для Молдови; Ф. Я. Гаврилюка для Північного Кавказу; І. В. Колоскової для Поволжя; М. К. Крупського та ін. для України) дало можливість визначити території інтенсивних втрат гумусу. На великих просторах Поволжя і Передуралля вміст гумусу за 100 років використання ґрунтів зменшився від 13—16 до 7—10 % і від 10—13 до 4—7 і навіть від 13—16 до 4—7 %.

Відмінності тут не виходили за межі однієї градації. Ізогумусові стрічки, що становлять 7—10 % основних провінцій цієї частини чорноземної смуги, на значних масивах перетворилися на стрічку 4—7 %. Така трансформація відбулася майже повністю в Харківській області, північній частині Одеської, в центрі Курської та південній частині Вінницької областей. Зменшення гумусованості ґрунтів, які перебували в минулому в межах стрічки 4—7 %, відзначено на значних територіях Полтавської, Хмельницької, Вінницької і Тернопільської областей.

Про інтенсивні втрати гумусу в ґрунтах України свідчить такий факт: чорноземи, які в 30-і роки належали до середньогумусних (6—9 % гумусу), нині трансформувалися в мало-гумусні (менше 6 %). В цілому за 100-річний

#### 8. Динаміка вмісту гумусу в ґрунтах за роками

Зона	Вміст гумусу, %			Втрати гумусу, т/га		
	1882	1961	1981	1882—1961	1961—1981	за 100 років
Полісся	2,44	2,30	1,98	0,07	0,57	0,18
Лісостеп	4,51	3,81	3,52	0,34	0,56	0,37
Степ	4,49	3,96	3,63	0,24	0,58	0,31
По Україні	4,17	3,64	3,32	0,30	0,57	0,32

період втрати гумусу в ґрунтах Полісся становили 18,9 %, Лісостепу — 21,9, Степу — 19,5 %, а середньорічні темпи втрат його досягли відповідно 0,18, 0,37 і 0,31 т/га (табл. 8).

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва призводить до збільшення втрат гумусу по всіх ґрунтово-кліматичних зонах. Так, середньорічні втрати його за останні 20 років порівняно з такими за попередні 80 років збільшилися у Лісостепу в 1,65 раза, в Степу в 2,4 і на Поліссі — в 8,1 раза.

В цілому зростання темпів втрат гумусу за останні 20 років пояснюється багатьма причинами, серед яких основними є посилення процесів розкладу гумусу внаслідок внесення малих доз мінеральних добрив на початковому етапі хімізації сільськогосподарського виробництва, поглиблення орного шару за рахунок застосування більш енергонасичених тракторів, зміна структури посівних площ. Порівняно з 30—40-ми роками за цей період на 40 % зменшилися площі під зерновими культурами при одночасному збільшенні в три рази технічних і в десять разів кормових культур (в основному за рахунок просалної кукурудзи).

За останні роки, мабуть, значно вплинуло на збільшення втрат гумусу і зволоження всієї території. Щорічні втрати гумусу внаслідок перевищення мінералізації органічних речовин у ґрунті над його надходженням становлять 18 млн т на всій площі ріллі, або 0,6 т/га.

Ще більше гумусу втрачається від ерозії. Так, у виробничих умовах Полісся середньорічні втрати гумусу в цьому випадку становлять 2,4 млн т, у Лісостепу — 11, Степу — 10,3, а по Україні — 23,7 млн т.

Отже, запаси гумусу при сільськогосподарському використанні ґрунтів зменшуються, з одного боку, під впливом біологічного фактора (внаслідок переважання процесів мінералізації гумусу над його новоутворенням), з другого — під впливом механічного фактора (за рахунок зменшення товщини ґрунтового профілю під впливом ерозійних процесів).

Розміри втрат гумусу внаслідок його мінералізації залежать від багаторічної сумарної дії добрив, меліорантів, обробітку ґрунту, сівозмін, надходження органічних речовин та інтенсивності їх гуміфікації під впливом гідротермічних і ґрунтових факторів. Дані досліджень щодо впливу мінеральних добрив на гумусний стан ґрунтів, на перший погляд, досить суперечливі. Одні автори вважають, що вони сприяють зменшенню вмісту гумусу, інші вказують на стабілізацію його кількості, а деякі дотримуються думки про його збільшення. Узагальнення даних свідчить, що всі точки зору справедливі бо дія мінеральних добрив на гумусний стан ґрунтів неоднозначна і залежить від багатьох факторів, і насамперед від ґрунтово-кліматичних умов.

Інтенсивне використання ґрунтів впливає не тільки на кількісні, а й якісні показники гумусного стану. Так, в 10-річному досліді на чорноземі типовому (Роганський стаціонар, Харківська область) застосування високих доз гною (24 т/га щорічно) зумовило поширення співвідношення між гуміновими і фульвокислотами, а під впливом високих доз мінеральних добрив ( $N_{120}P_{60}K_{120}$ ) це співвідношення, навпаки, звужувалося. Але на всіх удобрюваних варіантах співвідношення  $GK_1$  (відносно вільні й зв'язані з  $P_2O_3$ ) і  $GK_2$  (зв'язані з  $Ca$ ) поширюється, що свідчить про посилення процесів новоутворення гумусу при удобренні (табл. 9). Це можна пояснити значним зростанням біологічної продуктивності сільськогосподарських культур, у тому числі кореневих мас і виділень.

Під впливом тривалого сільськогосподарського використання чорноземів типових без удобрення оптична щільність гумінових кислот, незважаючи на відносне збільшення рухомості гумусу, в цілому зростає, а при високих дозах органічних і мінеральних добрив — знижується. Останнє зумовило збільшення частки молодих, менш конденсованих молекул в зв'язку з інтенсивним гумусоутворенням. При цьому посилюється міграційна здатність гумусових кислот, що в свою чергу призводить до зростання валових запасів гумусу не тільки у верхніх, а й у нижчих шарах ґрунту. В цілому все це пов'язано із збільшенням частки активного, воднопептизованого гумусу.

В інших типах ґрунтів республіки в складі гумусу також спостерігаються зміни в якісному відношенні. Дані таблиці 10 свідчать, що в

9. Зміна групового складу гумусу в чорноземі типово добрив (Чесняк Г. Я.,

Варіант	Загальний вміст вуглецю, %	Вміст	
		що вилучається $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$	гумінових кислот (ГК)
Контроль	3,02	$\frac{1,30}{43}$	$\frac{0,91}{30}$
Гній, 24 т/га	3,32	$\frac{1,50}{45}$	$\frac{1,12}{34}$
$\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$	3,22	$\frac{1,44}{45}$	$\frac{0,94}{29}$
Гній, 12 т/га + $\text{N}_{60}\text{P}_{30}\text{K}_{60}$	3,27	$\frac{1,47}{45}$	$\frac{1,05}{32}$

Примітка. У чисельнику — % до маси ґрунту, в знамен

гумусі орного шару ґрунту відбулася його гумінізація, особливо за умов систематичного використання органічних добрив. Із зростанням кількості гумінових кислот, як правило, пов'язано зменшення нерозчинного залишку, а іноді й фульвокислот. Звідси в орних ґрунтах співвідношення  $\text{C}_{\text{ГК}} : \text{C}_{\text{ФК}}$  майже завжди вище, ніж у цілинних аналогах. Однак у ґрунтах підзолистого типу ґрунтоутворення склад гумусу все ж таки зберігає фульватний характер, і тільки в окультурених варіантах він має гуматний тип. Збільшення вмісту гумінових кислот у складі гумусу орного шару відбулося за рахунок фракції, що пов'язана з кальцієм. Дана закономірність найбільш чітко проявляється в підзолистих ґрунтах, що також свідчить про поліпшення кальцієвого режиму.

му (Роганський стаціонар) при тривалому використанні 1975), шар 0—30 см

вуглецю		$\frac{\text{C}_{\text{ГК}}}{\text{C}_{\text{ФК}}}$	Вміст вуглецю гумінових кислот		$\frac{\text{C}_{\text{ГК}}}{\text{C}_{\text{ГК}_2}}$
фульвокислот (ФК)	негидролізуемого залишку		вільні й зв'язані з $\text{R}_2\text{O}_3$ (1)	зв'язані з Са (2)	
$\frac{0,39}{13}$	$\frac{1,72}{57}$	2,33	$\frac{0,10}{3}$	$\frac{0,81}{27}$	0,12
$\frac{0,38}{11}$	$\frac{1,82}{55}$	2,95	$\frac{0,20}{6}$	$\frac{0,92}{28}$	0,22
$\frac{0,50}{16}$	$\frac{1,78}{55}$	1,88	$\frac{0,15}{6}$	$\frac{0,79}{25}$	0,19
$\frac{0,42}{13}$	$\frac{1,80}{55}$	2,50	$\frac{0,18}{6}$	$\frac{0,87}{27}$	0,21

нику — % до загального вмісту вуглецю.

Вміст гумусу в ґрунтах України залежить від зональності ґрунтоутворення, а також від типу і гранулометричного складу ґрунтів, характеру ґрунтоутворюючих порід і кліматичних умов (Полупан М. І., Чесняк Г. Я., 1988). Він поступово зростає від дерново-підзолистих до чорноземів типових, а потім знову зменшується в напрямку до каштанових солонцюватих ґрунтів і солонців (рис. 2).

Найменше гумусу міститься у верхньому шарі ґрунтів Полісся. Так, в орному шарі дерново-підзолистих його 0,7—2 %, або 21—56 т/га. В ґрунтах Лісостепу кількість гумусу зростає. В орному шарі ясно-сірих лісових ґрунтів залежно від гранулометричного складу вона становить 1—2,5 % (28—65 т/га), сірих лісових — 1,2—3 % (42—98 т/га), темно-

10. Зміна групувального складу гумусу ґрунтів при їх сільськогосподарському використанні

Угіддя	Шар, см	Загальний вміст вуглецю, %	% від загального вмісту вуглецю			$\frac{C_{TK}}{C_{ФК}}$	Автори
			гумінові кислоти	фульвокислоти	нерозчинний залишок		

*Дерново-підзолисті ґрунти*

Ліс	0—20	0,6	20,3	32,2	47,5	0,6	Т. О. Гринченко, 1986
Рілля неудобрювана	0—20	0,5	22,0	32,0	46,0	0,7	
Рілля удобрювана	0—20	0,5	19,6	33,3	47,1	0,6	

*Ясно-сірі лісові ґрунти*

Ліс	0—22	2,2	19,0	46,0	35,0	0,4	А. П. Беляя, 1962
Рілля	0—22	1,8	37,7	40,6	21,7	0,9	

*Чорноземи типові*

Цілина	0—20	3,7	49,1	21,3	29,6	2,3	О. О. Бацула, 1974
Рілля	0—20	2,9	53,8	17,6	28,6	3,1	
Цілина	0—25	4,7	25,5	10,6	63,9	2,4	Г. Я. Чесняк, 1983
Рілля	0—25	2,9	31,0	10,3	58,7	3,0	

*Чорноземи звичайні*

Переліг	0—20	3,4	31,9	10,6	57,5	3,0	В. В. Лаврентьев, 1966
Рілля неудобрювана	0—20	2,4	32,9	11,5	55,6	2,9	
Рілля удобрювана	0—20	2,5	32,3	13,4	54,3	2,4	

*Каштанові солонцюваті ґрунти*

Цілина	0—20	1,4	36,4	32,5	31,1	1,1	М. І. Полунан, 1980
Рілля	0—20	1,3	36,1	24,5	36,4	1,5	

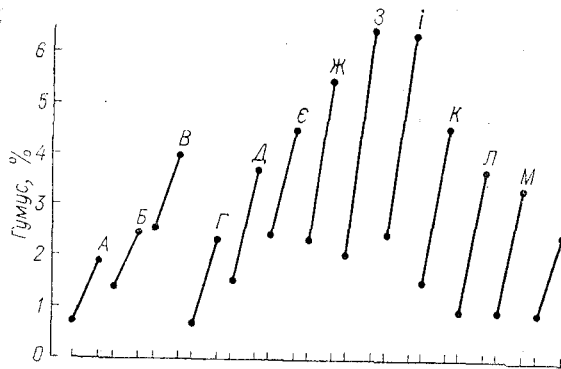


Рис. 2. Вміст гумусу в ґрунтах України легкого і важкого гранулометричного складу:

А — дерново-підзолисті; Б — дерново-підзолисті оглеєні; В — дерново-карбонатні; Г — ясно-сірі лісові; Д — сірі лісові; Е — темно-сірі лісові; Ж — чорноземи опідзолені; З — чорноземи типові; І — чорноземи звичайні; К — чорноземи південні; Л — темно-каштанові солонцюваті; М — каштанові солонцюваті; Н — солонці каштанові.

сірих лісових — 2—3,6 % (84—140 т/га), чорноземів опідзолених — 2—4,9 % (84—149 т/га), чорноземів типових — 4—6 % (144—216 т/га).

У Степу кількість гумусу в ґрунтах поступово знижується до півдня. Найбільше містять його чорноземи звичайні глибокі — 4—6 % (144—216 т/га); в чорноземах південних — 2,5—3,5 % (97—126 т/га), в темно-каштанових солонцюватих ґрунтах — 1,5—2,7 % (59—105 т/га).

В цілому по Україні найбільше гумусу зосереджено в чорноземах типових і звичайних на території, яка відноситься до баричної осі А. І. Воейкова, що проходить по лінії Кишинів — Кіровоград — Полтава — Харків.

Як свідчать багаторічні дані, втрати гумусу в ґрунтах України в перші роки після освоєння цілинних земель досягають 40 % в дерново-підзолистих, 20—35 % в чорноземах типових, 15—20 % в чорноземах південних і 12—17 % в темно-каштанових від вихідного вмісту. За умов неудобрюваної ріллі абсолютні втрати гумусу за рахунок його мінералізації на староорних ґрунтах залежно від структури посівних площ коливаються в таких межах: у дерново-підзолистих ґрунтах 0,2—0,7 т/га, в сірих лісових — 0,2—1, чорноземах типових — 0,3—1,4, чорноземах південних і темно-каштанових — 0,2—0,4 т/га. По зонах республіки в цілому втрати такі: на Поліссі 0,8 т/га, в Лісостепу 0,7 і в Степу 0,6 т/га.

Величина втрат гумусу зумовлена також характером обробітки ґрунту під окремими культурами: під ярими зерновими вона становить 0,5—0,6 т/га, під озимою пшеницею і житом — 0,7, горохом і кукурудзою — 1—1,1, цукровими буряками — 1,5, на чорному парі — 2—2,5 т/га.

У земельному фонді України середньо- і малогумусові ґрунти займають 4,6 % площі орних земель, а слабогумусові — 54 %. Отже, проблема збереження і підвищення вмісту гумусу в ґрунтах для України досить актуальна. Звідси витікає необхідність у нагромадженні широкої інформації про гумус — вміст, баланс, шляхи досягнення його оптимального рівня, прогноз на ближчу перспективу.

### 3.2. ЗАКОНОМІРНОСТІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЛУЖНИХ І КИСЛИХ ҐРУНТІВ

Лужно-кислотні умови ґрунтових розчинів відіграють дуже велику роль у ґрунтовій родючості. Реакція ґрунтових розчинів коливається досить широко, що залежить від типу ґрунтів, їх властивостей і динаміки рН. Найбільш сприятлива для більшості рослин у фізіологічному відношенні реакція, яка близька до нейтральної або слаболужна і слабокисла. Кисла й лужна реакція різко знижує родючість ґрунтів і негативно впливає на ріст і розвиток рослин. За даними В. А. Ковди (1973), при рН вище 8,5 культурні рослини не здатні нормально розвиватися. Коли лужність водних витяжок з ґрунтів перевищує 0,05—0,07 %, рослини сильно пригнічуються. Зовсім погані умови створюються, якщо рН ґрунтового розчину досягає 9—10, а титрована лужність — 0,1 %  $\text{HCO}_3^-$ . В цьому разі істотно погіршуються хімічні й фізичні властивості ґрунту. Він набуває високої в'язкості, липкості, водонепроникності у вологому стані й значної твердості та безструктурності — в сухому.

Основні причини лужної реакції ґрунтів — наявність у ґрунтово-вбирному комплексі підвищеної кількості обмінного натрію і калію, а також присутність у ґрунтовому розчині гідролітично лужних солей ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ). Останні при дисоціації зумовлюють переважачу концентрацію гідроксильних іонів ( $\text{OH}^-$ ). При цьому карбонати кальцію і магнію ( $\text{CaCO}_3$  і  $\text{MgCO}_3$ ) здатні навіть у присутності атмосферної вуглекислоти підлужувати ґрунтовий розчин до рН 8,4—9, а карбона-

ти і бікарбонати ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ) можуть підвищити показник реакції ґрунтового розчину до 9—11. Сильно підлужують ґрунтовий розчин обмінний натрій, калій, що особливо характерно для вбирного комплексу содових солончаків, солонців і темно-каштанових солонцюватих ґрунтів. Ґрунти, які насичені обмінним натрієм на 25—35 %, мають рН до 9—9,5 (Ковда В. А., 1973).

На Україні солонцеві ґрунти займають загальну площу близько 4 млн га, в тому числі орних — 2,7 млн га. Вони розповсюджені в основному в двох ґрунтово-кліматичних зонах — в Лісостепу (частково Чернігівське Полісся) і в Степу (переважно сухий Степ).

Профіль солонців Полісся і Лісостепу має типове розчленування на елювіальний та ілювіальний горизонти, причому в останніх вміст фракції фізичної глини і ємкість вбирання зростають (табл. 11, розріз 1). Верхній шар опріснений, позбавлений карбонатів кальцію. Найбільша кількість солей (0,63 %), обмінного натрію (17—31 % від ємкості обміну), а також підвищена лужність (рН 8,7), дисперсність і тиксотропність спостерігаються в ілювіальному горизонті з глибини 25 см. Ґрунти, що мають таку характеристику, відносять до глибоко солонцюватих. Якщо поверхнево солонцюваті ґрунти характеризують першу стадію еволюції солонцевих ґрунтів, то глибокосолонцюваті — другу, яка пов'язана з підвищенням рівня підґрунтових вод (Носко Б. С., 1964).

В цілому природні процеси ґрунтоутворення солонцевих ґрунтів південного Лісостепу спрямовані в бік розсолення і розсолонцювання при



# 11. Деякі показники складу і властивостей солонцевих

Розріз, ґрунт, місце зна- ходження	Глибина, см	Гумус за Тюріним, %
Р.85. Солонець чорноземно- лучний корковий содово-со- лончаковий, Чернігівська область, с. Талаєвка	0—1 1—9 10—20 55—65	3,6 3,1 3,1 0,3
Р. 4. Солонець чорноземно- лучний мілкий содово-солон- чаковий, Київська область, с. Бзов	0—5 10—15 20—25 40—50	1,5 1,4 0,8 0,3
Р.1. Солонець чорноземно- лучний середній солончако- вий, Полтавська область, с. Зубани	0—10 10—20 25—35 100—110	4,9 4,6 2,1 0,3
Р.3. Чорноземно-лучний гли- боко-слабосолонцюватий, с. Зубани	0—15 25—35 85—95	6,2 3,2 0,2

посиленій природній дренажності (наприклад, на підвищених ділянках терас, де утворюються чорноземи типові залишково солонцюваті). Разом з цим в окремих випадках вони можуть зазнавати негативних змін. Так, будівництво каскаду водосховищ на Дніпрі сприяло підтопленню понижених ділянок. Це призвело до посилення солонцюватості ґрунтів і розвитку лучних солончакових і солончакуватих солонців содово-хлоридно-сульфатного типу засолення. Звідси виникла необхідність в осушенні заплавлених земель середнього Придніпров'я.

Еволюційний розвиток солонцевих ґрунтів у Причорномор'ї більшість дослідників (Віленський Д. Г., 1924; Ковда В. А., 1937; Самбур Г. І., 1963; Гринь Г. С., 1969; Новико-

## ґрунтів Чернігівського Полісся і Лісостепу

Ємкість обміну, мг-екв на 100 г ґрунту	Обмінний натрій, % від ємкості обміну	Водорозчин- ні солі, %	pH водний
22,83	5,9	0,19	8,6
22,52	19,4	0,33	9,2
—	—	0,14	8,7
—	—	0,08	8,4
12,0	38,0	0,34	8,5
11,5	11,0	0,11	8,6
—	—	—	—
—	—	—	—
22,6	5,4	0,04	7,2
26,3	17,8	0,15	7,6
21,6	31,0	0,63	8,7
—	—	0,15	8,2
32,2	0,7	0,13	7,5
22,3	2,2	0,15	8,0
—	—	0,15	8,1

ва А. В., 1975, та ін.) трактують як розвиток від гідроморфних ґрунтів до напівгідроморфних та автоморфних.

Ґрунтовий профіль солонців цієї зони також диференційований за елювіально-ілювіальним типом. В ілювіальному горизонті збільшується вміст фізичної глини, ємкості обміну і кількості обмінного натрію і pH (табл. 12). Вони мають несприятливі водно-фізичні властивості, низьку водопроникність, сильно ущільнені (об'ємна маса в шарі 0—20 см — 1,4—1,5 г/см³).

Найвищий ступінь хімічної солонцюватості (вміст обмінного натрію — 20 % ємкості обміну) характерний для солонців лучних, які розвиваються під впливом близько залягаючих до поверхні мінералізованих підґрунтових вод, а

## 12. Деякі показники складу і властивостей

Розріз, ґрунт, місце знаходження	Глибина, см	Генетичний горизонт	Гумус за Тюриним, %
Р.134. Солонець каштановий солончакуватий глибокий лучний, Крим	0—10 25—35 45—55 75—85	HE HI Hir Pк	3,4 1,6 1,2 0,3
Р.117. Солонець каштановий глибокосолончакуватий лучно-степовий, с. Благодатне, Крим	0—17 20—30 45—55 80—90	HE HI Hir Pк	2,1 1,4 1,1 0,3
Р.13. Темно-каштановий слабосолонцюватий, с. Істочне, Крим	0—10 23—34 34—54 80—100	He Hi Phк Pк	2,1 1,4 0,7 0,3
Р.10. Каштановий солонцюватий, Генічеська дослідна станція, Херсонська область	0—10 30—48 48—58 110—120	He Hi Hік Pк	1,9 1,7 1,3 0,4

також для солонців на морських відкладах.

У темно-каштанових солонцюватих ґрунтах кількість обмінного натрію набагато нижча, ніж у солонцях, й становить 1,2—3 % ємкості обміну, рН 7,5—8.

В автоморфних солонцевих ґрунтах верхня частина ґрунтового профілю опріснена. Перший сольовий горизонт залягає в солонцях на глибині 30—70 см, у темно-каштанових і чорноземах — глибше 100—200 см. Хімізм засолення в них переважно сульфатно-хлоридний, хлоридно-сульфатний, сульфатний. Опріснена частина ґрунтового профілю має підвищену лужність; у складі солей присутні гідрокарбонати натрію, іноді нормальна сода.

## солонцевих ґрунтів півдня України

СО <sub>2</sub> карбонатів, %	Ємкість обміну, мг-екв на 100 г ґрунту	Обмінний Na, % від ємкості обміну	Водорозчинні солі, %	pH	Фракція <0,01 мм, %
Немає	19,2	6,9	0,06	8,2	47,5
»	35,0	27,6	0,09	7,2	63,4
»	31,9	22,6	0,10	8,0	64,0
7,0	Не визначали		0,86	7,8	58,3
Немає	19,8	19,6	0,06	6,9	59,2
»	33,6	19,8	0,06	7,8	72,5
»	38,8	19,7	0,13	8,5	70,8
7,1	Не визначали		1,10	Не визначали	64,4
Немає	32,1	1,2	0,05	7,6	67,8
»	34,6	1,8	0,08	7,9	68,8
8,3	26,5	3,6	0,08	8,0	55,1
8,5	Не визначали		0,15	8,5	54,1
Немає	32,5	2,5	0,04	7,5	68,0
»	40,2	3,0	0,08	7,8	72,0
4,4	30,7	1,5	0,09	8,2	57,0
6,2	Не визначали			8,0	49,5

На основі аналізу великої кількості фондового матеріалу щодо засоленості ґрунтів степового Криму встановлено, що в солонцях гідрокарбонатно-натрієве засолення за участю соди проявляється в опріснених горизонтах у середньому на глибині 25—29 см, тобто в ілювіальних горизонтах (Новикова Г. В. із співавт., 1988); загальна лужність у них становить 1,1—1,3 мекв/100 г ґрунту. В зональних ґрунтах содове засолення визначено в середній частині ґрунтового профілю (50—100 см і глибше) і пов'язане з карбонатним залишково солонцюватим горизонтом, в якому міститься дуже мало водорозчинних солей.

Основною причиною содопроявлення (олу-

жування) в ґрунтах даного району є засолення ґрунто-підґрунтя у давні геологічні епохи при епейрогенічному опусканні земної кори з одночасним закріпленням натрію у вбирному комплексі. На сучасному етапі на переважній частині степового Криму відбувається підняття земної кори із розсолонням ґрунтів. При цьому спостерігається десорбція натрію за рахунок кальцію карбонатів, що проявляється в утворенні двовуглекислої і навіть нормальної соди. Содопроявлення має спорадичний характер, що зумовлено особливостями карбонатно-кальцієвої рівноваги, ступенем засоленості ґрунтів та іншими причинами.

Сучасні й прогнозовані на перспективу тенденції розвитку солонцевих процесів у різних за генезисом солонцевих ґрунтах Степу неоднакові. В солончаках у найближчі 10—15 років слід чекати подальшого розвитку процесів соленагромадження. В лучних солонцях можливі процеси посилення осолонцювання ґрунтів, в лучно-степових — деяке послаблення осолонцювання при збереженні несприятливих агрономічних властивостей і в степових — розсолонцювання, опріснення.

Під впливом антропогенних факторів, зокрема зрошення, солонцевий процес зазнав істотних змін. Можна виділити чотири основних напрямки його розвитку: іригаційне розсолоння, іригаційне осолонцювання, іригаційна реградація та іригаційна деградація (Новикова Г. В. та ін., 1984).

Іригаційне розсолоння відбувається внаслідок поливу прісною гідрокарбонатно-кальцієвою водою і відносно глибокого залягання підґрунтових вод. При використанні зрошу-

вальних вод, що мають несприятливе співвідношення натрію і кальцію, а також при підйомі рівня мінералізованих підґрунтових вод спостерігається іригаційне вторинне осолонцювання ґрунтів, зокрема в Херсонському Присивашші й Донбасі за рахунок зрошення водами місцевих джерел (Можейко О. М., Воротник Т. К., 1958), на Інгулецькій зрошувальній системі, де в магістральний канал скидають стоки Криворізького комбінату (Бурзі Н. Е., Красутська Н. В., 1966), та в інших іригаційних системах республіки.

Вторинне осолонцювання ґрунтів супроводжується збільшенням вмісту обмінного натрію, зниженням обмінного кальцію, погіршенням фізико-хімічних та агрофізичних властивостей, а врешті й зменшенням урожаю сільськогосподарських культур.

З початком широкого зрошення межі содопроявлення на півдні України також значно розширилися. Содове засолення охопило верхні шари і з'явилося в ґрунтах, де воно раніше не відзначалося (темно-каштанові ґрунти, чорноземи). Це явище поширено в ґрунтах Кримського Присивашшя (Кукоба П. І., 1969; Новикова Г. В., 1975) і Причорномор'я (Новикова Г. В., 1975; Баєр Р. А. та ін., 1983; Бурдін Л. М., 1982, та ін.).

Сода в зрошуваних ґрунтах з'являється спорадично, переважно на деякій глибині від поверхні (Новикова Г. В. та ін., 1987). Найближче (з глибини 0,3 м) горизонти з содовим засоленням залягають у чорноземах південних і лучно-чорноземних ґрунтах Одеської області (табл. 13). Дещо глибше (0,6—0,7 м) — в чорноземах південних, звичайних і лучно-чор-

13. Глибина появи содового засолення, величина  
півдня України (за

Грунти, зрошувальні системи, адміністративні області	Кількість точок	Глибина, м		
		Х	Д	У
Чорноземи південні, лучно-чорноземні. Татарбунарська Одеської області	540	0,3	0,1—0,7	95
Чорноземи південні, темно-каштанові. Інгuleцька Миколаївської області	437	0,7	0,3—1,2	69
Чорноземи звичайні, південні, лучно-чорноземні. Дніпропетровськ — Кривий Ріг, Фрунзенська Дніпропетровської області	597	0,6	0,2—1,0	68
Чорноземи звичайні, південні, Васильківська, Михайлівська Запорізької області	138	1,1	0,6—1,7	41
Темно-каштанові солонцюваті, лучно-чорноземні, солончі. Краснознаменська Херсонської області	43	0,8	0,2—1,3	72
Темно-каштанові солонцюваті, лучно-каштанові, солончі. Північно-Кримська, Крим	1123	0,7	0,3—1,1	58

Примітка. Х — середнє арифметичне, Д — довірчий інтервал

ноземних ґрунтах Миколаївської і Дніпропетровської областей. В темно-каштанових солонцюватих, лучно-каштанових і солонцях Криму і Херсонської області такі горизонти розміщуються в середньому на глибині 0,7—0,8 м.

Присутність соди ближче до поверхні в чор-

$\text{HCO}_3^-$  і рН на даній глибині в зрошуваних ґрунтах  
вибірковими даними)

$\text{HCO}_3^-$ , мг-екв/100 г ґрунту			рН		
Х	Д	У	Х	Д	У
0,5	0,4—0,7	25	8,0	7,8—8,4	4
0,6	0,4—0,8	28	—	—	—
0,8	0,6—1,0	22	8,0	7,6—8,4	7
0,7	0,6—0,8	14	7,8	7,6—8,0	3
0,7	0,4—1,0	43	7,8	7,5—8,6	7
1,1	0,7—1,5	36	8,7	8,1—9,3	6

при вірогідності 0,95, У — варіаційний коефіцієнт.

ноземах Одеської області (перший напівметровий шар) пояснюється, по-перше, впливом на ґрунти несприятливого складу іригаційної води, яка нерідко містить соду, і, по-друге, підвищенням заляганням карбонатів, насамперед магнеїю. Щодо інтенсивності содового засолен-

#### 14. Градація ґрунтів за ступенем токсичної лужності, мекв/100 г ґрунту

Ґрунти	Вміст $\text{HCO}_3^-$ , що пов'язаний з Na і Mg
Слаболужні	0,8—1,1
Середньолужні	1,1—1,4
Сильнолужні	>1,4

ня, то на південному заході Причорномор'я вона менша, ніж у районах південного сходу. Особливо різко вона зростає в ґрунтах Кримського Присивашся, для яких характерна висока природна солонцюватість (загальна лужність 1,1—1,5 мекв/100 г ґрунту, рН 8,1—9,3).

Для оцінки інтенсивності процесів олужування пропонуємо градацію ґрунтів, яка виконана на основі токсичної лужності (табл. 14).

Підвищення лужності супроводжується зростанням вмісту обмінного натрію, зниженням активності іонів кальцію в ґрунтовому розчині, погіршенням фізичних і фізико-хімічних властивостей зрошуваних ґрунтів.

Джерела содового засолення різні: процеси десорбції увібраного натрію при розсолненні ґрунтів на фоні карбонатів кальцію (переважна частина території Причорномор'я — пліоценові тераси, плато); сульфатредукція (в подах, на рисових ділянках); напірні води содового хімізму (тераса — дельта Дніпра); лужні зрошувальні води. Можливі також інші шляхи утворення соди.

В разі появи соди за рахунок десорбції увібраного натрію за реакцією Гедройця можна прогнозувати очікувану кількість соди. Для цього пропонуємо використовувати рівняння рег-

ресії, яке описує залежність лужності ґрунтів від вмісту обмінного натрію, що і було змодельовано в дослідях (Новикова Г. В., Златіна І. Г., 1974).

Для каштаново-лучного ґрунту  $y = 0,39 + 0,23x$ ; для лесоподібної глини  $y = 0,42 + 0,14x$ , де  $y$  — лужність, мекв/100 г ґрунту;  $x$  — обмінний натрій, мекв/100 г ґрунту.

Зрозуміло, що таке прогнозування правомірно лише при наявності в ґрунто-підґрунті обмінного натрію і карбонатів кальцію, при промивному водному режимі.

У зв'язку з різними джерелами утворення соди прийоми з нейтралізації лужності й компенсування дефіциту на кальцій у цих ґрунтах мають буди диференційованими.

Іригаційна деградація солонців (повернення їх до содової стадії розвитку) відбувається за умов підйому іригаційно-ґрунтових вод вище за критичний рівень (1,5—2 м) та їх мінералізації понад 3 г/л, а також при негативному водному і позитивному сольовому балансах. Саме такий водно-сольовий режим спостерігається вздовж каналів, що прокладені в насипу, коли за рахунок високого підйому іригаційних підґрунтових вод посилюються процеси випаровування. По суті, процеси, що відбуваються в цьому випадку, можна кваліфікувати як вторинне засолення.

Іригаційна деградація солонцевих ґрунтів спостерігається при їх використанні під посіви затоплюваного рису. Вона супроводжується руйнуванням алюмосилікатної частини ґрунтів, мігруванням вниз по профілю гумусу, рухомих речовин, що призводить до різкого зниження родючості.

Для природно і вторинно осолонцьованих ґрунтів, що мають підвищену лужність, необхідно використовувати комплекс диференційованих заходів з метою забезпечення поширеного відтворення їх родючості.

За даними неповного агрохімічного обстеження, в країні нараховується близько 65 млн га кислих ґрунтів з рН нижче 5,6, у тому числі понад 10 млн га з сильно кислою реакцією. Полісся України також представлене кислими ґрунтами, яких близько 7,7 млн га, в тому числі 5,5 млн га з рН до 5,6. Колоїдний комплекс цих ґрунтів не насичений основами, зокрема кальцієм, в зв'язку з чим вони мають високу кислотність і незадовільні фізичні та фізико-хімічні властивості, незначні запаси поживних речовин і вимагають меліорації.

Тривале застосування більшості форм мінеральних добрив без вапнування, особливо аміачних форм азоту, хлористого калію, зумовлює кислотність ґрунтів, погіршує фізичні й фізико-хімічні властивості ґрунтів, призводить до різкого збіднення орного шару на кальцій, магній, що врешті негативно впливає на рівень врожаю вирощуваних культур. Як свідчать багаторічні польові дослідження, «не вдається окультурити кислий ґрунт систематичним внесенням повного мінерального добрива» (Лебедева Л. А., 1976).

Сільськогосподарська практика також свідчить, що здатність кореневої системи рослин зрушувати рН оточуючого їх поживного середовища і створювати в кореневмісному шарі найбільш сприятливі умови рН не завжди достатня для забезпечення високої продуктивності рослин. Динамічність процесів, що проті-

кають у ґрунтовому середовищі, багаторазово перевищує можливості рослин регулювати кислотність середовища в сприятливому для них напрямку. Регулюють кислотність в основному вапнуванням.

Актуальна ґрунтова кислотність зумовлена іонами водню в ґрунтовому розчині, а потенційна переважно залежить від вмісту обмінних водню, алюмінію, марганцю. В ґрунтових умовах часто неможливо розмежувати негативну дію на рослини рухомих форм алюмінію і марганцю, з одного боку, і негативну дію підвищеної концентрації іонів водню в розчині, з другого. При високому вмісті рухомих сполук алюмінію і марганцю в ґрунті негативний вплив кислотності на рослини проявляється набагато сильніше.

У створенні певної реакції середовища велика роль належить органічним залишкам. Лісова підстилка підзолистих і сірих лісових ґрунтів, як правило, має рН 3,5—5. Гумусові речовини, що утворюються в ній, більш кислі (рН 3—3,5). Високу кислотність мають і продукти розкладу мохів (рН 2,5—3). При розкладі рослинного опаду в лісових біогеоценозах утворюються також вільні органічні кислоти типу оцтової, щавлевої, лимонної тощо. У лісах за участю мікроорганізмів опалі листки перетворюються в гумус, багатий на органічні речовини. Коли частки гумусу входять до складу опаду, кислотність підвищується в 5—25 разів і більше. Наприклад, у США, на думку А. Kotzenstein (1986), найвища кислотність спостерігається в тих районах, де повітряні потоки надходять з боку лісових масивів.

Антропогенні підкислення ґрунтів зумовле-

но фізіологічно кислими формами мінеральних добрив, пестицидами, кислими продуктами промислових відходів, які потрапляють до води і в атмосферу, а також кислими опадами. Під останнім розуміють суму хімічних сполук, які досягають земної поверхні за різних способів осідання (дощ, туман, іній, сніг).

Такими самими шляхами орні землі закислюються і сполуками сірки, фтору, важкими металами (Pb, Zn, Cd, Cu, Hg, As). Поблизу промислових центрів спостерігається надзвичайна концентрація цих забруднюючих речовин у ґрунтах і рослинах, яка в 100 і більше разів перевищує їх звичайні значення. Забруднюючі речовини підкислюють як тверду, так і рідку фази ґрунтів. У ґрунті вони вступають у реакцію, головним чином, з основами, від яких насамперед і залежить реакція ґрунту.

Як свідчать польові досліді, практично всі форми азотних і калійних добрив при внесенні в ґрунт знижують у ґрунтовому розчині рівень

**15. Вплив різних видів і форм мінеральних добрив на кислотність дерново-підзолистого ґрунту (Мазур Г. А. та ін., 1984)**

Добрива	pH <sub>KCl</sub>	На 100 г ґрунту		
		рухомий Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , мг	кислотність, мекв	
			обмінна	гідролітична
Без добрив	4,4	1,64	0,20	2,25
Аміачна селітра	4,1	2,60	0,34	2,36
Сульфат амонію	3,9	2,02	0,36	2,51
Хлористий амоній	3,9	4,03	0,48	2,16
Карбамід	3,7	0,49	2,07	2,18
Хлористий калій	4,2	3,45	0,25	2,17
Сульфат калію	4,1	2,95	0,30	2,16

pH і підвищують вміст рухомого алюмінію й рівень обмінної кислотності (табл. 15).

Звідси випливає необхідність у тому, щоб темпи вапнування випереджали поставки мінеральних добрив. Недотримання цієї вимоги призводить не тільки до недобору врожаю сільськогосподарських культур (на Поліссі України щорічно втрачається близько 650 тис. т в перерахунку на зерно), а й до зниження ґрунтової родючості. Згідно з результатами розрахунку балансу кальцію в землеробстві кислих ґрунтів Полісся, Лісостепу, Передкарпаття і Закарпаття 33—39 % загальної витрати вапна припадає на вимивання і 30—32 % — на нейтралізацію фізіологічно кислих мінеральних добрив. Тому на нейтралізацію ґрунтової кислотності в середньому на рік за 1981—1985 рр. залишалось лише 280—310 кг CaCO<sub>3</sub> на 1 га. Однак за рахунок цієї кількості можна забезпечити зрушення pH не більш як на 0,23—0,26. В зв'язку з цим планом вапнування кислих ґрунтів передбачено збільшити середню річну норму на 1 га від 4,1 до 5,7 т, що дасть можливість загальмувати процес скорочення площ орних земель з реакцією ґрунтового середовища, що близька до нейтральної. Особливо це актуально для зони буряко-сіяння.

### 3.3. ПРОЦЕСИ ЗАСОЛЕННЯ І ОСОЛОНЦЮВАННЯ ЗРОШУВАНИХ ҐРУНТІВ

Сільськогосподарське виробництво помірних широт ведеться за умов 5 основних типів природного водного режиму ґрунтів: промивного (лісова зона), періодично промивного

(Лісостеп), непромивного (стєпова і сухостєпова зони), аридного (напівпустелі й пустелі) і випотного (грунти зон семиаридного й аридного клімату з неглибоким заляганням підґрунтових вод).

Зрошення, як відомо, застосовують навіть у лісовій зоні з промивним водним режимом, де річна сума опадів перевищує річне випаровування. На додаткове зволоження в цій зоні спонукають незадовільні водно-фізичні властивості дерново-підзолистих ґрунтів: низька вологємкість орного шару і вузький діапазон активної вологи ілювіального горизонту, через що навіть у нетривалі періоди без дощування культурні рослини можуть відчувати нестачу вологи і різко знижувати продуктивність.

Оскільки в лісовій зоні зрошувальні норми невеликі (400—600 м<sup>3</sup>/га води на рік), зрошення не має помітного впливу на природний водний режим ґрунтів і на процеси, що в них протікають. Використання для поливів підземних мінералізованих вод у землеробстві зони гумідного клімату не тільки можливе, а й навіть високоефективне (Баскаченко І. Н., 1975).

У Лісостепу поливи відіграють більш помітну роль в оптимізації водоспоживання сільськогосподарських культур і, безперечно, істотно впливають на водний режим і ґрунтові процеси. Використання мінералізованих вод у Лісостепу може зумовлювати негативні наслідки.

Сільськогосподарське використання ґрунтів Степу (чорноземи звичайні й південні) і сухого Степу (каштанові ґрунти) суттєво змінює властивий їм природний непромивний водний режим. Навіть богарне землеробство через зниження біопродуктивності й різке зменшен-

ня частки підземної частини рослин у загальній фітомасі (Носко Б. С. та ін., 1983) викликає новий перерозподіл вологи атмосферних опадів. М. І. Полупан та інші (1975) встановили, що водний режим темно-каштанових ґрунтів ріллі й цілини істотно відрізняється один від одного. Під сільськогосподарськими культурами волога атмосферних опадів проникає на значно більшу глибину, що призводить до посилення елювіальних процесів. У горизонтах між зоною атмосферного зволоження і капілярною смугою на цілині вологість підтримується на рівні вологості в'янення рослин (14—15 %), а на ріллі — вище за вологість розриву капілярів (17—19 %). Наші спостереження у східній частині сухого Степу (Генічеський район Херсонської області) показали, що з глибини 1,5 м до капілярної смуги під більшістю польових культур вологість ґрунту становить 80—90 % її значень при польовій вологємкості.

Зрошуване землеробство змінює кліматичну обстановку, утворюючи особливий іригаційний водний режим з численною різноманітністю підтипів і видів, в яких відображуються способи та інтенсивність зрошення, особливості сезонних коливань підґрунтових вод, наявність і характер природного дренажу (Розанов Б. Г. та ін., 1988). В першу чергу зазнають суттєвих змін гідротермічні умови.

Питання водного режиму зрошуваних ґрунтів, особливо зрошуваних мінералізованими водами, а також способи його регулювання у виробничих умовах вивчені ще недостатньо. Математичні розрахунки без експериментального підтвердження нерідко призводять до по-



милкових висновків. Так, зокрема, А. І. Болдирев (1981) пропонує збільшувати зрошувальні норми в сухому Степу від 3000 до 4500—6000 м<sup>3</sup>/га. І. П. Айдаров та А. І. Корольков (1986) рекомендують на чорноземах Ростовської області з метою підвищення врожайності зернових і кормових культур на 20 % середню річну зрошувальну норму в дев'ятипільній сівозміні довести до 5223 м<sup>3</sup>/га, що майже втриє більше існуючої. Такі рекомендації можуть завдати величезної шкоди, оскільки за умов їх впровадження цілком реально чекати повсюдного підйому підґрунтових вод, інтенсивного підтоплення та засолення ґрунтів. Саме така деградація ґрунту відбулася вже в перші роки експлуатації Каховської зрошувальної системи.

Наші спостереження за водним режимом ґрунтів у тривалих стаціонарних польових дослідках дають змогу зробити висновок, що при вирощуванні озимої пшениці й кукурудзи, які займають близько 60 % зрошуваних земель сухого Степу, немає необхідності збільшувати зрошувальні норми, навпаки, навіть є резерви для їх зниження. Про це свідчить такий факт: після збирання озимої пшениці в середньому за роки досліджень у півтораметровому шарі ґрунту залишилося 510—770 м<sup>3</sup>/га продуктивної вологи. Ще слабше використовувала ґрунтові запаси вологи кукурудза.

Для запобігання перезволоженню і глибокій деградації ґрунтів дуже важливо, щоб наприкінці осені на полях, де мають розмішуватися ярі культури, у верхніх шарах ґрунту залишалася невелика кількість вологи. Це дасть змогу ощадніше витрачати поливні води і

ефективніше використовувати осінньо-зимові опади. Регулювати запаси вологи в ґрунті можна скороченням зрошувальних норм під основні культури, насиченням сівозмін багаторічними травами, а також післяукісними і післяжнивними посівами з помірними поливами.

Зрошення суттєво активізує ґрунтові процеси, змінюючи при цьому кліматичну обстановку і тип водного режиму ґрунтів Степу і сухого Степу з непромивного на промивний. В. І. Вернадський (1934) зазначав, що вода, навіть прісна, далеко не нейтральна і відіграє величезну роль у геохімії ландшафту.

Під впливом поливів низькомінералізованими водами, залежно від конкретних умов, чітко проявляються розсолонцювання, реградація і деградація солонцевих ґрунтів (Новикова Г. В. та ін., 1982). У слабодренуваних ґрунтах Кримського Присивашся, за даними П. І. Кукоби та С. А. Балюка (1982), різко (на 5—6 м) піднявся рівень підґрунтових вод та збільшилася їх мінералізація, що врешті призвело до засолення темно-каштанових ґрунтів. При цьому інтенсифікувалися процеси осолонцювання і злитизації, внаслідок чого відбулося руйнування макро- і мікроструктури, зростання щільності, зниження загальної шпаруватості і водопроникності. В темно-каштанових ґрунтах Каховської зрошувальної системи, які розташовані на більш високому гіпсометричному рівні, цей негативний вплив позначився меншою мірою. Вони не піддалися засолению і підтопленню, процеси осолонцювання в них слабкіші, проте помітно погіршилися фізичні властивості й виявилася тенденція до втрат гумусу.

Дослідженнями І. М. Гоголева (1976), Т. М. Хохленко (1981) та інших вчених встановлено олужування темно-каштанових ґрунтів. М. І. Полупан, А. Ф. Нестеренко (1982) констатували в темно-каштанових ґрунтах правобережжя Дніпра незначне нагромадження солей у верхніх шарах і зумовлену цим зміну співвідношення активностей між натрієм і кальцієм на користь першого. Це призвело до інтенсивного розвитку солонцевих процесів, різкого погіршення агрофізичних властивостей, злитизації верхніх шарів ґрунту.

Зрошення мінералізованими водами має свої особливості. Перші спроби використати солоні води для поливів на Україні робили ще наприкінці ХІХ століття. В. В. Докучаєв (1954) попереджав, що поливи артезіанською водою, в якій багато солей, можуть перетворити поля в солонці. Результати численних дослідів як у нашій країні, так і за кордоном підтвердили прогноз вченого: майже повсюдно, де зрошують мінералізованими водами, спостерігається засолення і осолонцювання ґрунтів. Але в поглядах на можливість соленагромадження у верхніх шарах ґрунтів існують різні і досить протилежні точки зору. О. М. Можейко і Т. К. Воротник (1958) вважають, що зниження родючості каштанових ґрунтів України, які зрошують мінералізованими водами, «відбувається насамперед завдяки осолонцюванню і рідше від надлишкового нагромадження солей». Ретельне обстеження Каховського масиву зрошення на площі 38,2 тис. га в 1978 р. за участю Каховської гідрогеолого-меліоративної експедиції показало, що вже через 5–15 років зрошення підземними водами з мінераліза-

цією 0,5–4 г/л площа сильно засолених ґрунтів досягла 15 га, а з середнім і слабким ступенем засолення відповідно 684 і 11763 га. На більшості зрошуваних земель (67,1 %) засолення не спостерігалось. Ділянки із середнім і сильним ступенем засолення відзначалися неглибоким заляганням сильномінералізованих підґрунтових вод. І. М. Гоголев, Б. М. Турус (1981) за підсумками обстеження ґрунтів, які зрошували протягом 15–30 років водами із вмістом солей 1,2–2,7 г/л, прийшли до висновку: на півдні України ознаки вторинного засолення відсутні.

Осолонцювання ґрунтів при зрошенні мінералізованими водами, що містять солі натрію, визнають практично всі радянські й зарубіжні вчені. При глибокому заляганні підґрунтових вод і добрій дренажності — це основний бар'єр, який перешкоджає широкому використанню таких вод для іригації.

Механізм процесу осолонцювання ґрунтів, що відбувається під впливом постійного чергування поливів мінералізованими водами і атмосферних опадів, полягає в перебудові складу водорозчинних сполук на користь натрієвих солей, у вкоріненні натрію й вилученні кальцію з ґрунтового вбирного комплексу, дезагрегації ґрунтів, вертикальному і горизонтальному перерозподілі високодисперсних часток, у формуванні солонцевого профілю.

В результаті сукупного впливу поливів мінералізованими водами, випаровування і атмосферного зволоження в ґрунтах інтенсивно протікають, чергуючись між собою, процеси засолення, розсолоння, осолонцювання і розсолонцювання (осолодіння). Як встановив

К. К. Гедройц (1928), аналогічно формуються і солонці у природній обстановці, без участі антропогенного фактора.

Однак між природно утвореними солонцями і сформованими за умов зрошення мінералізованими водами є різниця. В обох випадках формуванню солонців передують нагромадження в ґрунті натрієвих солей. Разом з тим у природних умовах в процесі засолення ґрунтів під впливом підґрунтових вод, що піднімаються до поверхні й потім випаровуються, переважає акумуляція солей, а реакція обміну гальмується через високу концентрацію ґрунтового розчину і відсутність можливості виведення продуктів його взаємодії з ґрунтом. При поливах мінералізованими водами, особливо великими нормами (800—1000 м<sup>3</sup>/га і більше), одночасно відбуваються засолення і розсолонення ґрунтів, спостерігається активна взаємодія розчинів солей з ґрунтом, нагромадження натрію у вбирному комплексі, витіснення кальцію і міграція вглиб продуктів обміну. Осінньо-зимові атмосферні опади в обох випадках розсолюють ґрунт, однак ступінь розвитку цього процесу неоднаковий. При близькому до поверхні заляганні підґрунтових вод проникнення атмосферних опадів у глибокі шари ґрунту виключається, що дуже обмежує можливість виведення продуктів обміну між ґрунтовым розчином і вбирним комплексом. При глибокому заляганні підґрунтових вод розсолонення ґрунтів і міграція вглиб продуктів обміну відбуваються досить інтенсивно.

Є. М. Іванова (1939) відзначає, що процес осолодіння триває енергійно і розпочинається відразу ж, як тільки солончак переходить у со-

лонець. У природній обстановці на розвиток цього процесу суттєво впливає рівень залягання підґрунтових вод і вміст у них солей, що зумовлює гаму переходів: солонець-солончак, солонець кірковий, мілкий, середній, глибокий тощо. При розсолоненні солончаків і формуванні солонцевого профілю з наступним остепнінням солонців роль мінералізованих підґрунтових вод у ґрунтоутворенні поступово послаблюється і в степових солонцях майже повністю виключається. У зв'язку з цим вони, як правило, не відзначаються високим вмістом вбирного натрію.

В антропогенних умовах при глибокому заляганні підґрунтових вод осолодіння верхніх шарів відбувається досить інтенсивно, однак формування характерного для солонців профілю значною мірою гальмується через щорічну оранку та інші види механічних обробітків, що сприяє доброму перемішуванню ґрунтової маси. Триває інтенсивне нагромадження кількісних і розсіювання в межах орного шару якісних змін ґрунтів, які властиві процесу солонцеутворення.

На підставі багаторічних досліджень на темно-каштанових ґрунтах, які зрошували підземними хлоридно-натрієвими водами з мінералізацією 0,9—2,8 г/л, встановлено таке: активне вкорінення натрію і витіснення кальцію із вбирного комплексу відбуваються не тільки в орному шарі, а й глибше (до 60 см і більше). Порівняння даних сольового режиму і динаміки складу увібраних катіонів ґрунтів показало, що цей процес починається вже при співвідношенні в катіонній частині ґрунтового розчину натрій: кальцій як 1,5:1 і натрій: сума каль-

цію і магнію як 1,1:1. Із зміною складу увібраних катіонів пов'язана трансформація багатьох інших агрономічних властивостей, в першу чергу агрегованості ґрунтів (табл. 16). Інтенсивне руйнування мікроагрегатів і підвищення рухомості високодисперсних фракцій внаслідок насичення ґрунтового вбирного комплексу натрієм зумовлює можливість їх вертикального (профільного) і горизонтального (поверхнево-ерозійного) перерозподілу.

Поверхнево-ерозійне елювіювання помітно проявляється в осінньо-зимовий період і багато в чому залежить від вираженості мікрорельєфу, температур і атмосферного зволоження.

На цей час дощі й талі води внаслідок низької фільтрації застоюються на поверхні ґрунту і дезагрована ґрунтова маса утворює водну суспензію, причому крупні частки швидко осідають, а дрібні переміщуються в пониження. В результаті сукупного проявлення вертикального і горизонтального елювіювання високодисперсних фракцій ґрунтів на підвищених ділянках до початку весни формується мікропрофіль солонцю. Поливи, висока випаровуваність та інтенсивне водоспоживання рослин у весняно-літній період викликають сезонне засолення верхньої частини ґрунтів і гальмують процес елювіювання. Під впливом механічних обробіток мікропрофіль солонцю руйнується і перерозподіляється в орному шарі, який з часом повністю дезагрегується, і під ним формується ілювіальний горизонт. Це явище при зрошенні хлоридно-натрієвими водами з мінералізацією 2,8 г/л ми відзначали вже через 6—7 років.

16. Кореляційний зв'язок між складом увібраних катіонів ( $x$ ) та іншими показниками ( $y$ ) темно-каштанових ґрунтів, що зрошуються мінералізованими водами

Шар ґрунту, см	Коефіцієнт кореляції				Рівняння лінійної регресії
	численної	із вмістом увібраних катіонів, % від суми			
		Ca <sup>2+</sup> (x <sub>1</sub> )	Mg <sup>2+</sup> (x <sub>2</sub> )	Na <sup>+</sup> (x <sub>3</sub> )	
Коефіцієнти дисперсії за Качинським					
0-20	0,89	-0,87	0,69	0,85	y = 832 - 8,5x <sub>1</sub> - 7,8x <sub>2</sub> - 6,7x <sub>3</sub>
30-40	0,83	-0,76	0,19	0,81	y = -164 + 1,5x <sub>1</sub> + 2,1x <sub>2</sub> - 3,4x <sub>3</sub>
Співвідношення фракцій розміром менше 0,005 мм при мікроагрегатному і гранулометричному аналізах					
0-20	0,91	-0,87	0,67	0,89	y = 48,7 - 0,7x <sub>1</sub> + 0,6x <sub>2</sub> + 3,8x <sub>3</sub>
30-40	0,81	-0,73	0,16	0,80	y = 92,1 + 0,9x <sub>1</sub> + 1,8x <sub>2</sub> + 4,6x <sub>3</sub>
рН водної суспензії					
0-20	0,55	0	-0,34	0,49	
30-40	0,40	-0,38	0,25	0,03	
40-60	0,63	-0,58	0,50	0,02	
Рухомий фосфор за Качинським (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , кг/га)					
0-20	0,64	-0,25	-0,14	0,63	y = -119 + 1,8x <sub>1</sub> - 2,3x <sub>2</sub> + 15,5x <sub>3</sub>
30-40	0,85	-0,25	-0,18	0,77	

На розвиток осолонцювання впливає багато факторів, найважливіші з яких гідротермічні умови місцевості, склад і властивості ґрунтів, якість поливних вод, тривалість і режим зрошення, вирощувані культури, можливість і характер використання меліорацій.

Еволюція зрошуваних ґрунтів тісно пов'язана з їх водним і сольовим режимом. Коротко зупинимося на сольовому режимі, під яким розуміють сукупність таких процесів: надходження, трансформація і перерозподіл у ґрунті легкорозчинних солей. У літературі відображено різні погляди на можливість та інтенсивність засолення ґрунтів за умов зрошення, про що свідчать роботи Г. М. Висоцького, Б. Б. Полинова, В. А. Ковди та інших вчених. Протилежність даних можна пояснити значними відмінностями щодо кліматичних, літологічних і гідрологічних умов районів досліджень. Як відомо, основний фактор інтенсивності соленого нагромадження в ґрунтах — рівень залягання і мінералізації підґрунтових вод, а також можливість їх відтоку. В зоні сухих степів, як відзначають Г. В. Новикова (1975), П. І. Кукоба з співавторами (1975, 1977), А. П. Синіцина (1973) та інші дослідники, при неглибокому заляганні підґрунтових вод зрошення, навіть низькомінералізованими дніпровськими водами, призводить до засолення ґрунтів. Дослідженнями в Кабардино-Балкарії (Кизяков Ю. Є., 1966) встановлено, що при легко-середньосуглинковому гранулометричному складі лучних ґрунтів і потужному шарі галечника на глибині 1—1,5 м можливе інтенсивне нагромадження солей безпосередньо з поверхні внаслідок безстокового ґрунтового потоку.

Результати експериментального моделювання ґрунтових процесів при зрошенні мінералізованими водами в сухому Степу показали, що в осінньо-зимовий період триває інтенсивне розсолоння і осолонцювання, а у весняно-літній спостерігається складна взаємодія процесів засолення, розсолоння і осолонцювання. Ступінь їх вираженості багато в чому зумовлений не тільки багаторічним, а й сезонним характером атмосферного зволоження, зрошувальними нормами та режимом зрошення. Звідси виникає багато вимог до методики спостережень за сольовим режимом. У періодичних сольових зйомках за участю геолого-меліоративних експедицій важливе значення мають строки відбору ґрунтових зразків при кожному турі зйомки, конкретні погодні умови, тип сівозміни, вирощувані сільськогосподарські культури і пов'язані з цими умовами поливні режими.

Найбільш об'єктивну інформацію про це надають режимні спостереження в спеціальних стаціонарних дослідках. На варіабельність вмісту, складу водорозчинних солей і перерозподіл їх по ґрунтовому профілю значно впливає вираженість мікрорельєфу і структура ґрунтового покриву (Пустовойтов Н. Д., Мясников В. В., 1972; Зимовець Б. А., 1975, та ін.). Трудомісткість аналізів водної витяжки і пов'язані з цим великі обсяги робіт щодо спостереження за сольовим режимом ґрунтів змушують користуватися математичним способом обґрунтування вибору стаціонарних майданчиків, густоти точок опробування, методики відбору й аналітичної обробки ґрунтових зразків (Козловський Ф. І., Роде А. А., 1976).

У квітні 1983 р. в основних варіантах досліджу на темно-каштанових ґрунтах (колгосп ім. Шевченка Херсонської області) було проведено п'ять свердловин до глибини 300 см. У відібраних зразках, які змішували з 8—10 точок на ділянці, склад водорозчинних солей визначали індивідуально, з використанням статистичної обробки результатів на ЕОМ СМ-4.

Результати досліджень показали, що в перший рік зрошення слабомінералізованими водами восени 1973 р. темно-каштанові ґрунти Генічеської дослідної станції (Херсонська область) характеризувалися невеликою кількістю водорозчинних солей у шарі 0—60 см (0,06—0,1 %), в складі яких переважали гідрокарбонати і сульфати кальцію та натрію. Глибше вміст солей помітно зростав і вже в шарі 100—140 см він досягав 0,23—0,32 %. При цьому в аніонній частині підвищувалася частка гідрокарбонат- і сульфат-іонів, а в катіонній — іонів натрію. Сольові максимуми (0,9—1,5 %) охоплювали шари 120—240 і 260—300 см. Нормальних карбонатів до глибини 300 см не виявлено. Навесні 1974 р. відбулося помітне опріснення ґрунтів до глибини 80 см і збільшення кількості солей у шарі 100—140 см за рахунок міграції хлоридів і сульфатів кальцію та натрію.

У наступні 12 років зрошення з поливною водою загальним обсягом 29,4 тис. м<sup>3</sup>/га в ґрунт надійшло 28,4 т/га солей, з яких 17,1 т/га припадає на сполуки натрію. Запаси водорозчинних солей у верхній метровій товщі при цьому зросли на 3,2 т/га, однак їхній склад різко змінився. В орному шарі (0—30 см) при за-

гальному прирості 1,2 т/га відзначено нагромадження гідрокарбонатів кальцію і магнію, а також хлоридів натрію і вилучення сульфату натрію і хлориду магнію. В шарі 30—60 см загальний вміст водорозчинних солей не змінився, проте спостерігалось інтенсивне вимивання гідрокарбонатів магнію і сульфату натрію; щодо гідрокарбонату і хлориду натрію, то вони, навпаки, нагромаджувалися в ґрунті в значних кількостях, а гідрокарбонату кальцію було менше. В шарі 60—100 см значною мірою збільшувалася кількість гідрокарбонату кальцію, сульфату натрію і хлориду магнію при інтенсивному вилученні гідрокарбонату натрію. Сольові профілі зрошуваних і незрошуваних ґрунтів якісно відрізняються один від одного: в останніх набагато більше сполук кальцію і магнію, а натрієвих солей у них вдвоє менше, і представлені вони тільки сульфатами.

Під впливом тривалого зрошення слабомінералізованими хлоридно-натрієвими водами відбувається інтенсивне розсолення товщі материнської породи глибше 100 см. При цьому з шару 100—200 см найбільше вимивалося сульфатів натрію, в меншій мірі магнію і дуже слабо кальцію, а з шару 200—300 см — всі сірчанокислі солі. В цілому за 12 років запаси водорозчинних солей у шарі 0—300 см зменшилися на 146 т/га, або на 44 %, а з врахуванням надходження солей з поливними водами їх вилучення з межі 3 м досягало 174,4 т/га.

Темно-каштанові ґрунти колгоспу ім. Шевченка Херсонської області до початку зрошення відрізнялися від своїх аналогів на Генічеській дослідній станції дуже невеликим вмістом водорозчинних солей до глибини 140 см.

Після одного поливу водою підвищеної мінералізації (2,8 г/л) у нормі 1000 м<sup>3</sup>/га у вересні 1974 р. і в результаті осінньо-зимових опадів склад легкорозчинних солей у шарі 0—40 см сильно змінився: різко зменшилося гідрокарбонатів кальцію і магнію при незмінній кількості натрієвих солей. Глибше 40 см вплив першого поливу і опадів проявився дуже слабо. Через три роки зрошення в шарі 0—60 см вміст солей кальцію і магнію ще більше знизився, а в ґрунтовому розчині переважали гідрокарбонати і хлориди натрію.

Протягом восьми років зрошення з поливними водами в ґрунт надійшло 54,4 т/га солей, у складі яких провідна роль належала натрієвим (табл. 17). На сполуки кальцію і магнію припадало лише 14 % загальної кількості розчинних солей. Тривале зрошення такими водами зумовило помітне соленагромадження у верхній півтораметровій товщі і значне розсолнення шару 150—300 см. В орному шарі (0—30 см) запаси розчинних солей збільшилися від 3,4 до 4,9 т/га, глибше (шари 30—60, 60—100, 100—150 см) — в 2,0—2,5 рази. У цілому в шарі 0—150 см приріст загальної кількості солей становив 16,5 т/га.

Відбулися глибокі зміни і в складі солей: кількість нетоксичних (гідрокарбонат і сульфат кальцію) зменшилася, з'явився двовуглекислий магній, різко зросли запаси гідрокарбонату, сульфату і хлориду натрію. В шарі 150—300 см запаси солей зменшилися в цілому більше, ніж вдвоє, однак одночасно спостерігалось нагромадження хлориду натрію і гідрокарбонатів магнію та натрію.

За вісім років втрати водорозчинного каль-

цію з шару 0—300 см досягли 726 кекв/га. Крім того, вся кількість цього іону, що надійшла з поливною водою (34 кекв) і яку витіснено з шару 0—60 см (465 кекв/га), була вимита. Враховуючи можливість втрати увібраного кальцію з шару 60—300 см, можна припустити ще більші масштаби декальцинації темно-каштанових ґрунтів. Запаси водорозчинного магнію в шарі 0—300 см в цілому знизилися на 166 кекв/га, або на 43,1 %, однак при цьому в шарі 100—150 см вони зросли від 24 до 42 кекв/га. Виявлено нагромадження магнію у формі гідрокарбонату в шарах 0—100 і 150—200 см, а також у ґрунтовбирному комплексі (ГВК) шару 0—60 см (94 кекв). З урахуванням цього загальні втрати магній-іону з шару 0—30 см досягли 73 кекв/га. Якщо взяти до уваги надходження його з поливною водою в кількості 95 кекв/га, то можна припустити, що всього за межі 3-метрової товщі було вимито 167 кекв/га. Щодо водорозчинного натрію, то в шарі 0—300 см його кількість збільшилася від 486 до 829 кекв/га, а в ГВК його нагромадилося 216 кекв/га. Отже, загальний приріст запасів натрію досяг 559 кекв, або 74 % кількості, що надійшла з поливною водою. У зв'язку з можливістю вкорінення цього катіону у вбирний комплекс шару 60—300 см вірогідно припустити, що майже увесь натрій поливних вод залишатиметься в межах 3-метрової товщі.

Значні різниці в темпах міграції різко змінили співвідношення катіонів у напрямку переважання натрію по всьому профілю, особливо в шарі 0—100 см. Це зумовило послаблення буферної здатності ґрунтів і забезпечило інтенсивне входження натрій-іону до ГВК.

17. Баланс водорозчинних солей у темно-каштанових  
в 1974—1982 рр. (колгосп

Шар ґрун- ту, см	Солі кальцію		Солі магнію		
	бікар- бонат	суль- фат	бікар- бонат	суль- фат	хлорид

	Надійшло з				
	2,76	—	1,58	—	3,47
	Вихідний запас у ґрунті				
0—30	1,58	0,10	—	—	0,34
30—60	1,86	0,15	—	—	0,54
60—100	2,34	—	0,35	0,07	0,63
100—150	1,92	—	1,73	—	—
150—200	3,63	9,36	—	0,96	1,14
200—300	6,61	43,63	—	14,95	1,67
0—300	17,94	53,24	2,08	15,98	4,32
	Залишок у ґрунті				
0—30	1,03	—	0,42	—	—
30—60	1,31	—	0,49	—	—
60—100	1,86	—	1,23	—	—
100—150	2,72	—	1,34	—	1,12
150—200	2,27	—	1,46	—	—
200—300	8,55	4,24	—	—	6,08
0—300	17,74	4,24	4,94	0	7,20
	Рух солей: нагромадження				
0—30	—0,55	—0,10	+0,42	—	—0,34
30—60	—0,55	—0,15	+0,49	—	—0,54
60—100	—0,48	—	+0,88	—0,07	—0,63
100—150	+0,80	—	—0,39	—	+1,12
150—200	—1,36	—9,36	+1,46	—0,96	—1,14
200—300	+1,94	—39,39	—	—14,95	+4,41
0—300:					
у ґрунті	—0,20	—49,00	+2,86	—15,98	+2,88
з врахуван- ням поливних вод	—2,96	—49,0	+1,28	—15,98	—0,59

В аніонній частині водорозчинних солей відзначена концентрація гідрокарбонат-іону в кількості 66 кекв/га, або 41,6 % тієї, що надій-

ґрунтах при зрошенні водами підвищеної мінералізації  
ім. Шевченка), т/га

Солі натрію				Всього солей
карбонат	бікар- бонат	суль- фат	хлорид	

поливними водами

0,36 4,24 6,16 35,81 54,38

(жовтень 1974 р.)

—	—	0,23	1,18	3,43
—	—	—	0,05	2,60
—	0,05	0,30	—	3,74
—	0,58	0,27	0,62	5,12
—	—	8,63	—	23,72
—	—	23,74	—	90,60
0	0,63	33,17	1,85	129,21

(квітень 1983 р.)

—	0,27	1,32	1,81	4,85
—	1,21	1,21	2,50	6,72
—	0,35	1,80	3,63	8,87
—	—	2,22	3,53	10,93
—	1,21	2,50	5,05	12,49
—	—	22,27	1,97	43,11
0	3,04	31,04	18,49	86,97

(+) і винос (—)

—	+0,27	+1,09	+0,63	+1,42
—	+1,21	+1,21	+2,45	+4,12
—	+0,30	+1,50	+3,63	+5,13
—	—0,58	+1,95	+2,91	+5,81
—	+1,21	—6,13	+5,05	+11,23
—	—	—1,47	+1,97	—47,49
0	+2,41	—1,85	+16,64	—42,24
—0,36	—1,83	—8,01	—19,17	—96,62

шла з поливною водою. Приріст запасів хлор-іону становив 342 кекв/га, або 50 % її кількості в усьому об'ємі поливної води за 8 років.



Запаси сульфат-іону зменшилися в 2,8 раза, причому сірчанокислі солі інтенсивно вимивалися вглиб з шару 150—300 см і в значних концентраціях осідали в шарі 0—150 см. У верхній 1,5-метровій товщі залишалося 93 % сульфату натрію, що надійшов з поливною водою.

Таким чином, наведені матеріали свідчать, що при тривалому зрошенні водами підвищеної мінералізації (2,8 г/л), в яких переважає хлорид натрію і присутня сода, відбувається розсолоння шару 150—300 см і засолення верхньої 1,5-метрової товщі. Різко змінюється склад ґрунтового розчину: вилучаються сульфати кальцію і магнію, нагромаджуються хлориди магнію і натрію, а також гідрокарбонат і сульфат натрію. Підвищені зрошувальні норми можуть призвести до ще більшої якісної перебудови хімізму ґрунтового розчину і значного осолонцювання ґрунтів та порід, тому необхідно суворо регламентувати режим зрошення і додатково вносити сульфат кальцію, бо іони саме цієї солі вилучаються в найбільшій мірі.

### 3.4. АГРОФІЗИЧНА ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ

У таблиці 18 наведено показники агрофізичного стану основних орних ґрунтів Лисостепу, які свідчать, що вони в основному мають сприятливі фізичні властивості й середньосуглинковий гранулометричний склад. Найбільшу площу займають чорноземи типові, які характеризуються відносно високим вмістом органічної речовини, міцним зв'язком останньої з мінеральною частиною, багатством (в кількісному відношенні) мінерального тонкодисперс-

ного матеріалу завдяки переважаючому положенню полівалентних катіонів у колоїдному комплексі, а також значною питомою поверхнею і гідрофільністю. У цих ґрунтів висока потенційна здатність до агрегації і добра оструктуреність, що забезпечує необхідні параметри водно-фізичних властивостей.

У Степу серед орних земель поширені чорноземи звичайні важкосуглинкові й глинисті. Фізичні властивості їх (табл. 19) найбільш сприятливі для вирощування рослин, і вони в генетичному відношенні відрізняються від чорноземів південних, темно-каштанових та інших ґрунтів, які розташовані південніше. Останні, важкі за гранулометричним складом, часто засолені, мають погані фізичні властивості.

В цілому параметри агрофізичних властивостей основних ґрунтів згідно з критеріями діагностики окультуреності чорноземних ґрунтів, запропонованим В. В. Медведевим (табл. 20), відповідають середньому рівню окультуреності.

Показники, що характеризують агрофізичний стан ґрунтів, можуть бути використані як для діагностики рівней фізичної деградації, так і їх окультуреності. Головні з них такі: рівноважна щільність складення, вміст агрономічно цінної фракції агрегатів та їх водостійкість. Систематичне вивчення дає змогу в цілому оцінити участь агрофізичної компоненти в антропогенній еволюції ґрунтів і виробити методичний підхід для її прогнозу.

Агрофізичний стан ґрунтів за умов інтенсивного сільськогосподарського використання залежить від багатьох факторів, які впливають по-різному. Позитивну роль відіграють засто-

# 18. Параметри сучасного агрофізичного стану ґрунтів бораторії фізики

ґрунти та їх питома вага в ріллі зони	Показники агрофізичного підорного		
	щільність складення, г/см³	шпаруватість загальна, % від об'єму	

Сірі й ясно-сірі лісові,  
12,4 % (супіщані й легко-  
суглинкові)

1,48

43,4

Темно-сірі й чорноземи опід-  
золені, 24,7 % (середньосуг-  
линкові)

1,36

47,9

Чорноземи типові, 54,6 %  
(середньосуглинкові)

1,20

58,6

# 19. Параметри сучасного агрофізичного стану ґрунтів торії фізики

ґрунти та їх питома вага в ріллі зони	Показники агрофізичного й підорного		
	щільність складення, г/см³	шпаруватість загальна, %	

Чорноземи звичайні, 59,2 %  
(важкосуглинкові й глиніс-  
ті)

1,17

55,1

Чорноземи південні, 21,3 %  
(важкосуглинкові й глиніс-  
ті)

1,25

54,8

Темно-каштанові й кашта-  
нові солонцюваті, 7,9 %  
(важкосуглинкові)

1,30

53,1

Чорноземи лучні, лучно-чор-  
ноземні та їх слабосолонцю-  
ваті види, 3,5 % (важкосуг-  
линкові)

1,25

52,5

# ґрунтів Лісостепу України (із фондів матеріалів ла- ґрунтів УНДІГА)

стану (середні для орного і шарів)				
вологість в'янення, %	найменша вологоєм- ність, %	діапазон активної вологи, %	агрегатний склад, %	
			сухі агре- гати 10— 0,25 мм	водотривкі >0,25 мм

3,6

22,0

18,4

41,9

42,0

14,1

24,2

10,1

56,2

44,0

15,4

30,2

14,8

61,6

54,4

# ґрунтів Степу України (із фондів матеріалів лабора- торії УНДІГА)

стану (середні для орного шарів)				
вологість в'янення, %	найменша вологоєм- ність, %	діапазон активної вологи, %	агрегатний склад, %	
			сухі агре- гати 10— 0,25 мм	водотривкі >0,25 мм

12,1

29,4

17,3

75,0

55,6

12,1

28,8

16,7

69,9

53,4

11,8

26,4

14,6

44,8

48,9

9,6

27,7

18,1

65,3

44,0

## 20. Діагностичні критерії рівнів окультуреності чорноземів за агрофізичними показниками в орному шарі

Рівень окультуреності	Структурно-агрегатний склад, %		Рівноважна щільність, г/см <sup>3</sup>	Водопроникність, мм/год (середня за 6 год спостережень)
	повітряно-сухі агрегати від 10 до 0,25 мм, %	водотривкі агрегати крупніше 0,25 мм, %		
Високий	70—80	45—55	1,1—1,2	60—90
Середній	60—70	35—45	1,2—1,3	30—60
Низький	<60	<35	>1,3	<30

сування органічних добрив, кальційвмісних меліорантів, мінімалізації обробітку, травосіяння. До негативних факторів слід віднести надмірно інтенсивний механічний обробіток, ущільнюючу дію сільськогосподарської техніки і безконтрольне зрошення. В узагальненому вигляді дію різних факторів показано на рисунку 3, де зміни основних агрофізичних властивостей наведено відносно до умовного еталону. Останній приблизно відповідає середньому рівню окультуреності чорноземних ґрунтів (Медведев В. В., 1982).

Механічний обробіток є провідним фактором, особливо при низькій культурі землеробства, коли інші фактори проявляються слабо. В цьому разі мінімалізація обробітку (заміна оранки поверхневим обробітком) або відмова від будь-якого обробітку набуває великого значення. За узагальненими даними В. В. Медведева (1982), в результаті таких агроприймів на чорноземах підвищується вологозабезпеченість рослин (до 5 мм вологи в шарі

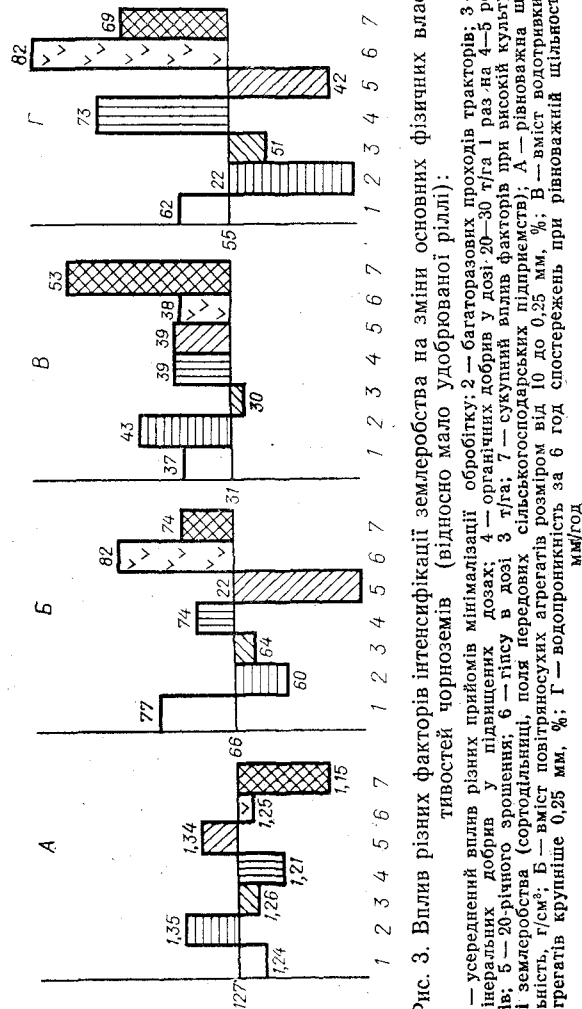


Рис. 3. Вплив різних факторів інтенсифікації землеробства на зміни основних фізичних властивостей чорноземів (відносно мало удобрюваної ріллі):

1 — усереднений вплив різних прийомів мінімалізації обробітку; 2 — багаторазових проходів тракторів; 3 — мінеральних добрив у підвищених дозах; 4 — типу в дозі 3 т/га; 5 — 20-річного зрошення; 6 — типу в дозі 3 т/га; 7 — сукупний вплив факторів при високій культурі землеробства (сортодільниці, поля передових сільськогосподарських підприємств); А — рівноважна щільність, г/см<sup>3</sup>; Б — вміст повітряносухих агрегатів розміром від 10 до 0,25 мм, %; В — вміст водотривких агрегатів крупніше 0,25 мм, %; Г — водопроникність за 6 год спостережень при рівноважній щільності, мм/год

21. Картохеми піддатливості орних

Ступінь схильності до ущільнення	Оцінний бал	Гранулометричний склад
Дуже слабкий	1	Піщаний і глинисто-піщаний
Слабкий	2	Супіщаний
Середній	3	Легкосуглинковий
Високий	4	Середньосуглинковий
Дуже високий	5	Важкосуглинковий і глинистий

0—10 см), поліпшується структурний стан ґрунту (до 17 % за вмістом агрономічно цінної фракції), досягає оптимальних значень щільність складення орного шару ґрунту та істотно знижується (на 0,1 г/см<sup>3</sup>) в підорному.

Дія тракторів на ґрунт при традиційній технології вирощування сільськогосподарських культур призводить до погіршення агрофізичних властивостей. Встановлено, що в колії всіх тракторів, і в першу чергу колісних типу Т-150К, щільність ґрунту до глибини 20—30 см може досягати 1,30—1,40 г/см<sup>3</sup>, тобто порівняно з неущільненим аналогом зростає в середньому на 0,18 г/см<sup>3</sup>. Вміст повітря при цьому майже вдвоє нижчий за критичний, твердість зростає в 3—4 рази, а водопроникність зменшується в 3—5 разів. Різко погіршуються параметри таких показників, як між- і внутріагрегатна шпаруватість; спостерігається помітне ущільнення окремих агрегатів (Медведев В. В., 1982).

Обробіток ущільненого ґрунту знижує його щільність до 0,9—1 г/см<sup>3</sup>, однак супроводжу-

ґрунтів до ущільнення МТА

Вологість ґрунтів у частках від вологості, що відповідає фізичній спільності при обробітку		Клас ріллі за схильністю до ущільнення за картохемою, зведений бал
передпосівному	основному	
0,6—0,7	0,6—0,7	1 <sup>3</sup> = 1
0,7—0,8	0,7—0,8	2 <sup>3</sup> = 8 (2—8)
0,8—0,9	0,8—0,9	3 <sup>3</sup> = 27 (9—27)
0,9—1,0	0,9—1,0	4 <sup>3</sup> = 64 (28—64)
1,0	1,0	5 <sup>3</sup> = 125 (65—125)

ється утворенням брил навіть у стані фізичної спільності. Негативні наслідки ущільнення спостерігаються до глибини 50—60 см.

Ступінь ущільнення ґрунтів під впливом машинно-тракторних агрегатів залежить від численних факторів. Однак схильність до цього насамперед залежить від гранулометричного складу і стану зволоження на час обробітку, які визначають потенційну стійкість ґрунтів проти деформації. Відомо, що найбільше ущільнюються вологі ґрунти важкого гранулометричного складу і набагато менше — сухі — легкого. Виходячи з цього принципу, всі орні ґрунти України за ступенем схильності до ущільнення поділені на п'ять класів (Медведев В. В. та ін., 1988). Цю класифікацію наведено в таблиці 21. Картографічний варіант прогнозу щільності складення орних земель України показано на рисунку 4.

У найменшій мірі ущільненню МТА піддаються ґрунти північної частини республіки (Полісся і північний Лісостеп), в найбільшій — ґрунти західних районів, причому неза-

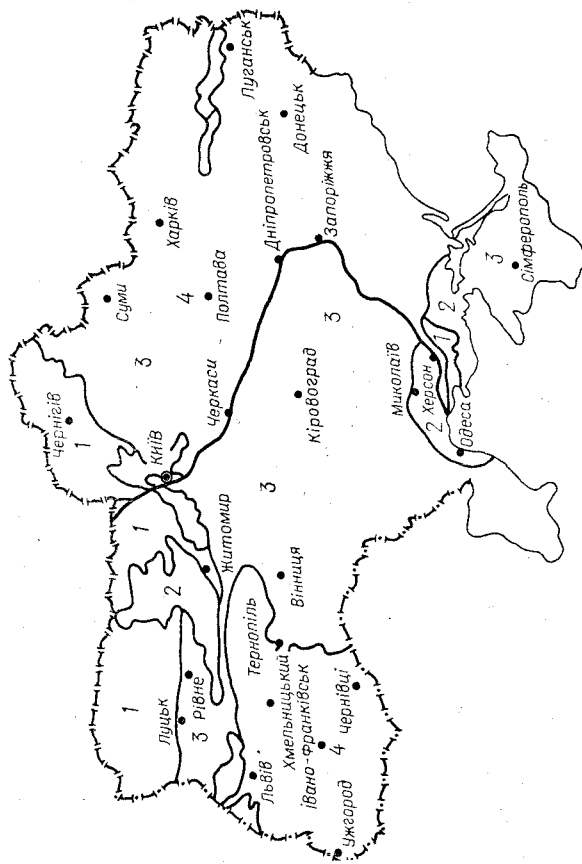


Рис. 4. Картохема піддатливості ґрунтів України до ущільнення машинно-тракторними агрегатами. Ступінь піддатливості:  
1 — слабкий; 2 — середній; 3 — високий; 4 — дуже високий.

лежно від часу обробітку. Основна частина території республіки, де переважають середньо- і важкосуглинкові ґрунти, характеризується досить високим ступенем піддатливості до ущільнення. При вирішенні питання технології механізованих робіт цей фактор слід обов'язково враховувати з тим, щоб у першу чергу на ґрунтах, які найбільш ущільнюються, запроваджувати мінімалізацію обробітку. Крім того, на піддатливість ґрунтів до ущільнення слід зважувати ще на стадії конструювання з тим, щоб мати полегшені варіанти МТА при сівбі.

До важливих факторів антропогенного впливу на фізичний стан ґрунтів слід віднести також зрошення, яке останнім часом широко застосовують не тільки на півдні, а й у лісостеповій частині. Полив річковою водою протягом відносно нетривалого періоду (не більше 20 років) призводить до деградації фізичних властивостей чорноземів: різко (вдвоє) зменшується в них вміст агрономічно цінної структури, погіршується кришіння маси ґрунту під дією існуючих пасивних робочих органів сільськогосподарських знарядь, зростає щільність (під час сівби на  $0,12 \text{ г/см}^3$  і при збиранні на  $0,07 \text{ г/см}^3$ , а окремих агрегатів і на  $0,06—0,11 \text{ г/см}^3$ ; майже в 1,5 раза зростають різні види опору, поширюється діапазон вологості, з якою проявляється липкість (Медведев В.В., 1982). При поливі стоками тваринницьких комплексів негативні зміни в агрофізичних властивостях відчуються вже через три роки (Медведев В. В., Коваленко Е. О., 1977).

Результат дії мінеральних добрив на агрофізичний стан ґрунтів залежить від виду добрив, їх дози, тривалості взаємодії з ґрунтом.

Як правило, підвищення доз (понад 100 кг), і особливо азотних, сприяє посиленню руйнування структури, диспергації ґрунту і заповненню ґрунтових пор тонкодисперсною частиною, що врешті зумовлює підвищення щільності ґрунту (Медведев В. В., 1982). У чорноземі південному такі негативні зміни більш відчутні, ніж у звичайному і типовому.

Через 2—3 роки після внесення мінеральних добрив відчувається часткове відновлення вихідного рівня оструктуреності, але водостійкість структури і разом з нею водопроникність знижуються.

Існує чимало даних, що свідчать про позитивний вплив на агрофізичні властивості ґрунтів культур звичайної рядкової сівби і про негативну дію чорного пару. Деякі негативні зміни викликають також просапні культури (цукрові буряки, кукурудза, картопля). Все це необхідно враховувати при визначенні оптимізуючих заходів, спрямованих на поліпшення агрофізичного стану ґрунтів.

Позитивна роль органічних добрив на агрофізичні властивості ґрунтів проявляється через їх дію на стан ґрунтової органічної речовини. Ті нормативи, що рекомендовані для створення бездефіцитного і позитивного балансу гумусу по всіх природних зонах республіки, можна вважати оптимальними і відносно агрофізичних властивостей ґрунтів. Для їх стабілізації достатньо використовувати навіть де-що понижені (на 20—30 %) норми, але при систематичному внесенні (три рази за ротацию) високоякісного гною. Практичний результат в цьому плані може спостерігатися вже при внесенні гною в дозі 6—9 т/га на рік.

Середня ефективність 1 т гною за такої дози оцінюється приростом водостійких агрегатів у кількості 0,2—0,5 % відносно неудобреного ґрунту (Медведев В. В., Лактіонова Т. М., 1987). На підставі цього нормативу можна прогнозувати структурний стан ґрунтів України. Такий розрахунок по зонах наведено в таблицях 22 і 23. До уваги брали деякі умови. По-перше, поліпшення агрегованості можна чекати, головним чином, від підстилкового гною, частка якого в загальній кількості не більше 70 %. По-друге, середня ефективність 1 т (нормативний приріст водотривких агрегатів), що прийнята для чорноземів, відносно нечорноземних ґрунтів знижена згідно з їх здатністю до структуроутворення під впливом органічних добрив.

Зберегти і поліпшити агрофізичний стан ґрунтів при інтенсивному землеробстві можна за рахунок зменшення числа проходів машин по полю шляхом суміщення операцій і застосування гербіцидів, удосконалення конструкції сільськогосподарської техніки, внесення різних органічних матеріалів і меліоруючих хімічних речовин.

### 3.5. ПРОЦЕСИ ВОДНОЇ І ВІТРОВОЇ ЕРОЗІЇ

**Водна ерозія.** На сільськогосподарські угіддя України щорічно випадає близько 50 млрд м<sup>3</sup> опадів. Частина з них (від 5 до 10 млрд м<sup>3</sup>) через зливовий характер і значну порізаність рельєфу стікає в ріки і ставки. Разом із стоком з орних земель щорічно виноситься близько 186 млн т дрібнозему, а за весь період земле-

## 22. Прогноз зміни параметрів агрегатного складу ґрунтів Лісостепу

Ґрунти та їх питома вага в орних землях зони	Заплановані дози внесення гною, т/га на рік	Буде внесено гною за 20 років, т/га	Параметри агрегатного складу (водотривкість), %		
			сучасний стан	приріст від запланованих доз гною за 20 років	передбачається

92

Сірі та ясно-сірі лісові, 12,4 %  
(супіщані й легкосуглинкові)

7 140 42,0 5,9 47,9

Темно-сірі й чорноземи опідзолені,  
24,7 % (середньосуглинкові)

7 140 44,0 12,3 56,3

Чорноземи типові, 54,6 % (середньосуглинкові)

7 140 54,4 15,1 69,5

## 23. Прогноз зміни параметрів агрегатного складу ґрунтів Степу

Ґрунти та їх питома вага в орних землях зони	Заплановані дози внесення гною, т/га на рік	Буде внесено гною за 20 років, т/га	Параметри агрегатного складу (водотривкість), %		
			сучасний стан	приріст від запланованих доз гною за 20 років	передбачається

Чорноземи звичайні, 59,2 % (важкосуглинкові й глинністі)

6 120 55,6 13,4 69,0

Чорноземи південні 21,3 % (важкосуглинкові й глинністі)

6 120 53,4 12,7 66,1

Темно-каштанові й каштанові со-  
сонцюваті, 7,9 % (важкосуглинко-  
ві)

6 120 48,9 5,9 54,8

Чорноземи лучні, лучно-чорнозем-  
ні та їх слабосолонцюваті види,  
3,5 % (важкосуглинкові)

6 120 44,0 5,3 49,3

93

## 24. Винос ґрунту і валових форм азоту, фосфору

Зона	Крутизна схилу, град	Винос дрібнозему, т/га	Вміст	
			азоту	
			%	кг/га
Полісся	0,5—2	7—8	0,08—0,11	6—8
	2—5	17—20	0,05—0,07	8—15
	5—10	50—65	0,03—0,05	16—25
Лісостеп	10	115—140	0,02—0,03	23—30
	0,5—2	6—10	0,16—0,20	10—16
	2—5	17—37	0,13—0,15	22—30
Степ	5—10	60—95	0,08—0,10	48—76
	10	145—190	0,05—0,07	72—105
	0,5—2	1,5—4,5	0,16—0,24	3—11
	2—5	6—15	0,13—0,20	8—30
	5—10	23—45	0,09—0,15	21—67
	10	60—120	0,07—0,10	42—120

робства було втрачено 30—35 млрд т. Цієї кількості вистачило б для створення 30-сантиметрового родючого шару на площі 15—17 млн га. Через низький рівень родючості еродованих земель Україна щорічно недобирає 3—5 млн т зерна.

На руйнування ґрунтів впливають такі основні фактори: вид обробітку і вирощуваної сільськогосподарської культури, вбирна здатність і протиерозійна стійкість ґрунту, енергія рельєфу, а також талих і зливових вод. Провідну роль в цьому відношенні відіграють рельєф і кінетична енергія опадів. Ці два показники наведено в таблиці 24, в якій, зокрема, узагальнено дані по орних землях щодо змиву ґрунтів і вмісту в них валових форм азоту, фосфору і калію.

Загальний шар зливових опадів за рік на території України становить 30—50 мм у При-

## і калію водною ерозією з 1 га схилів земель

елементів у дрібноземі			
фосфору		калію	
%	кг/га	%	кг/га
0,08—0,10	5—8	1,0—1,1	0,7—1,0
0,07—0,08	12—16	0,9—1,1	1,8—3,0
0,06—0,07	30—45	1,2—1,3	6,6—9,0
0,06—0,07	69—112	1,3—1,5	14,9—20,0
0,14—0,16	8—13	1,6—2,0	1,0—2,0
0,11—0,12	19—34	1,8—2,3	3,2—8,5
0,09—0,10	54—80	2,0—2,4	12,0—23,0
0,09—0,10	100—180	2,2—2,5	32,0—48,0
0,13—0,16	2—7	2,3—2,4	0,3—1,0
0,12—0,15	7—22	2,1—2,3	1,3—3,4
0,10—0,13	23—58	1,8—2,1	4,1—8,1
0,09—0,12	54—144	1,9—2,0	11,4—22,8

чорноморській низині, 150—200 мм — на заході України. Кінетична енергія цього шару на етапі проявлення краплинної ерозії варіює від 900 до 6400 Дж/м². За даними А. Б. Лавровського (1984), максимальна добова енергія зливових опадів у Закарпатті досягає 1500 Дж/м², на Волино-Подільській височині — 600—750 і в південно-східній частині України — 300—400 Дж/м².

Кінетична енергія падаючих крапель залежить від швидкості їх падіння. Останнє в свою чергу зумовлено величиною падаючих крапель. Швидкість їх зростає від 0,8 м/с при діаметрі 0,2 мм до 7,7 м/с при діаметрі 7 мм. При цьому збільшується і сила удару крапель (рис. 5). Енергія руйнування ґрунту від зливових опадів шаром 1 мм може досягати 30—40 Дж/м², а від повільних дощів — 10—85 Дж/м². Краплі зливого дощу шаром 60—90 мм можуть



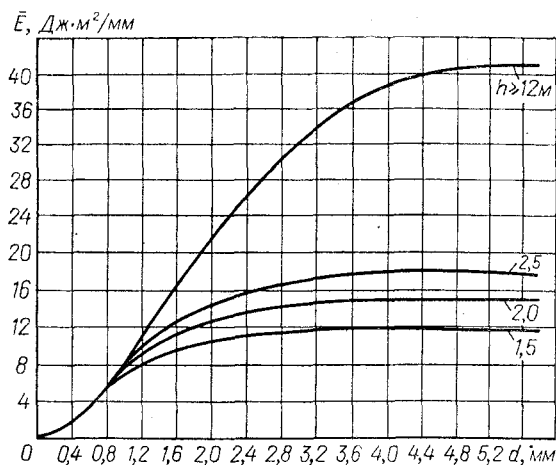


Рис. 5. Криві кінетичної енергії ( $E$ ) однорідних природних і штучних опадів залежно від діаметра ( $d$ ) і висоти падіння ( $h$ ) крапель.

змивати на відстань 10—15 см близько 170—220 т/га ґрунту.

Енергія крапель витрачається не тільки на руйнівні процеси і розкидання зруйнованих ґрунтових агрегатів, а й на закупорювання міжагрегатних пор і ущільнення верхнього шару ґрунту. Г. І. Швебс (1974) показав, що інтенсивність процесу утворення ґрунтової кірки прямо пропорційна росту питомої потужності опадів. Наприклад, при збільшенні останньої від 350 до 1052 г-см/см<sup>2</sup> товщина ґрунтової кірки зростає від 1 до 4 мм. В міру руйнування агрегатів і утворення ґрунтової кірки інтенсивність процесів відривання і перенесення твердих часток ґрунту спочатку поступово знижується, а потім стабілізується в часі.

За даними дослідів з дощуванням, які проводили на ґрунтах Харківської, Донецької і Тернопільської областей, кількість твердих часток, що транспортуються водою, на першому етапі стокоутворення на 15—30 % більша, ніж на етапі стабілізації цього процесу. Для незмитих аналогів вона становить 5—11,5 г-л/м<sup>2</sup>, для слабозмитих — 15—30 і для середньо-сильнозмитих — 40—80 г-л/м<sup>2</sup>.

Зменшення вмісту твердих часток на другому етапі Г. І. Швебс (1974) пояснює утворенням більш міцної, слабодопроnikної ґрунтової кірки з одночасним формуванням на ній захисного шару води. Із зростанням інтенсивності дощу їх у стоці стає більше (рис. 6, 7).

Для того щоб з'ясувати, за яких параметрів зливових опадів починаються руйнівні процеси, ми провели модельні дослідів з дощуванням ґрунтів при енергії крапель 25—27 Дж/м<sup>2</sup>. Результати їх показали, що на ґрунтах важкого гранулометричного складу ґрунтові агрегати руйнуються через 8—15 хв від початку стокоутворення (600—1200 Дж/м<sup>2</sup>), а на легких

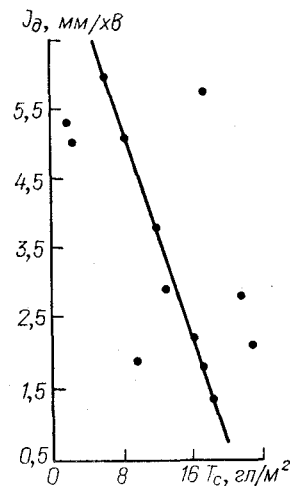


Рис. 6. Залежність вмісту твердого стоку ( $T_c$ ) чорноземів звичайних слабозмитих від інтенсивності дощування ( $I_d$ ) на схилах крутизною від 1 до 3°.

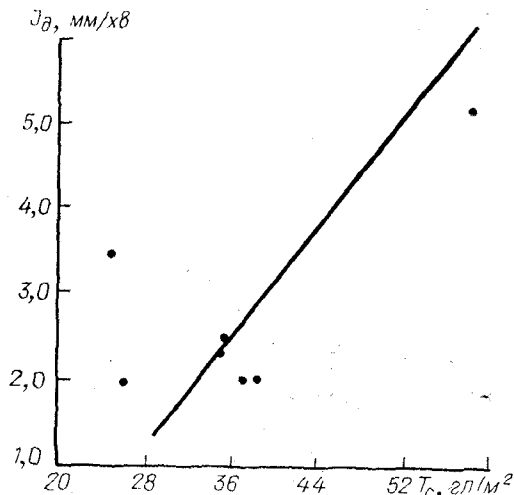


Рис. 7. Залежність вмісту твердого стоку ( $T_c$ ) чорноземів звичайних середньозмитих від інтенсивності дощування ( $I_d$ ) на схилах крутизною від 3 до 10°.

грунтах вже через 5—8 хвилин (300—600 Дж/м²).

Під дією дощу верхній шар ґрунту разом з потоками води переміщується не механічно, а вибірково. Чим легший ґрунт за гранулометричним складом, тим сильніше це виражається. Так, вміст гумусу в орному шарі чорнозему звичайного слабозмитого піщанисто-легкоглинистого гранулометричного складу виявився на 0,1—0,3 % нижчим, ніж у твердому стоці цього ж ґрунту. Збільшення вмісту гумусу в твердому стоці відбувається за рахунок його вимивання з верхнього шару, внаслідок чого утворюється білястий горизонт глибиною до

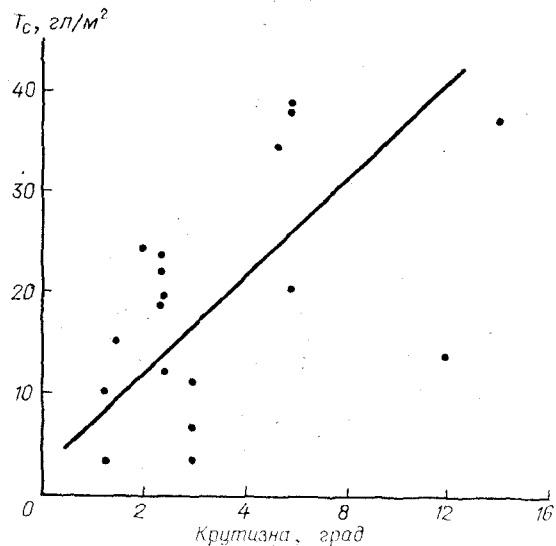


Рис. 8. Залежність вмісту твердого стоку ( $T_c$ ) від крутизни схилів при інтенсивності дощування 2—3 мм/хв.

3—5 мм, в якому вміст гумусу порівняно з орним шаром зменшується від 2,1—1,6 до 1,5—0,8 % (Гахов В. Ф., 1976). У ґрунтах важкого гранулометричного складу такої різниці практично немає.

На етапі площинної, мілкоструминної, западинно-струминної та яружної ерозій до енергії крапель дощу додається кінетична енергія водних потоків (поверхневого стоку), яка залежить від енергії рельєфу (рис. 8). Енергія руйнування водних потоків, що концентруються у струмок, як по мікро-, так і по макрозпадинах в 100—130 разів менша за енергію кра-

## 25. Стійкість суглинкових ґрунтів проти краплинної

Ґрунт	Крутизна схилу, град	Експозиція	Кількість енергії, що надійшла, ккал/см²	

### Донецька

#### Чорноземи звичайні:

рівнинні	0—0,5	—	45
»	0—0,5	—	45
водороздільно-пасмові	0—1	—	45
положистосхиліві	0,5—3	—	43—47
»	0,5—3	—	43—47
пологосхиліві холодні	3—7	З, Пн	41—43
»	—	—	41—43
пологосхиліві теплі	3—7	Пд, С	47—49
»	3—7	Пд, С	47—49
пологосхиліві холодні	7—12	З, Пн	39—43
пологосхиліві теплі	7—12	Пд, С	49—51
крутосхиліві холодні	12—20	З, Пн	35—39
крутосхиліві теплі	12—20	Пд, С	51—55

### Тернопільська

Чорнозем глибокий слабозмитий	0,5—3	Пн
Чорнозем опідзолений слабозмитий	0,5—3	Пд
Чорнозем опідзолений середньозмитий	3—7	Пн
Сірий лісовий середньозмитий	3—7	Пд
Чорнозем глибокий середньозмитий	7—12	Пн
Чорнозем опідзолений середньозмитий	7—12	Пн
Темно-сірий лісовий середньозмитий	7—12	Пн
Сірий лісовий середньозмитий	7—12	Пд

Примітка. в—с — важкосуглинковий, с—с — середньосуглин

## площинної ерозії під час зливових опадів

Гранулометричний склад ґрунтів	Кількість увібраних ґрунтом опадів, мм		Водопроникність, мм/хв	Вміст твердих часток у стоці, г-л/м³
	літні	зимові		

### і Харківська області

в—с, с—с	340	30	0,2—0,3	1—5
л—с, с—п	340	30	0,3—0,4	2—7
в—с, с—с	320	9	0,2—0,3	2—7
в—с, с—с	300—318	30—70	0,15—0,25	5—10
л—с, с—п	—	—	0,2—0,3	7—14
в—с, с—с	295—305	40—70	0,1—0,15	10—18
л—с, с—п	295—305	40—70	0,15—0,2	15—28
в—с, с—с	270—280	34—40	0,05—0,1	12—22
л—с, с—п	270—280	34—40	0,1—0,15	18—35
в—с, с—с	358—380	90—110	0,01—0,05	30—50
л—с, с—п	240—270	30—70	0,05—0,1	40—70
	365—415			
	280—315			

### область

с—с	0,2	15—20
с—с	0,2	15—25
с—с	0,15	30—40
с—с	0,15	35—45
с—с	0,1	40—60
с—с	0,05	50—80
с—с	0,03	60—90
с—с	0,03	80—100

ковий, л—с — легкосуглинковий, с—п — супіщаний.

плинної ерозії (Гудзян Н., 1974). Але на схилах крутизною 1—2° вона все ж таки досягає 12—20 тис. Дж/га, а при 9—10° зростає до 1,5—1,7 млн Дж/га.

Внаслідок руйнування ґрунтових агрегатів краплями дощу пори закупорюються. З посиленням енергії краплин інтенсивність руйнування агрегатів і ущільнення верхнього шару ґрунту з утворенням ґрунтової кірки зростає, а водопроникність при цьому знижується. Щодо останньої величини, то, за даними Ф. Г. Абрамова, на чорноземах вона знижувалася в 2,1 раза при збільшенні краплин дощу від 0,5 до 1,5—1,8 мм і в 3,6 раза при 2,4—2,9 мм. Крім того, водопроникність ґрунту може лімітуватися не тільки ґрунтовою кіркою, а й підпужною підшовою, пористістю окремих генетичних горизонтів і негативними водно-фізичними властивостями підстилаючої породи. На величину вбирної здатності ґрунту непрямо впливає і експозиція схилу (табл. 25). Ґрунти північних і західних схилів мають більш високу порівняно з південними і східними водо-вбирну здатність завдяки густому травостою, який перехоплює і вбирає поверхневий стік. На широті 50° ґрунти північних схилів крутизною 5, 10 і 15° містять відповідно на 13; 24 і 33 % більше запасів вологи, ніж такі самі південних схилів. На північних та західних схилах, як правило, випадає на 3—7 % більше літніх і на 5—15 % зимових опадів. Ці особливості формування поверхневого стоку необхідно враховувати при організації моніторингу.

Основним показником, що визначає стійкість ґрунтів проти водної ерозії, є кількість відірваних від ґрунту часток, які потім транс-

портуються водним потоком. Величина їх зумовлена інтенсивністю цього процесу, на який у свою чергу впливає, з одного боку, зв'язність ґрунтових часток, а з другого — кінетична енергія крапель і водних потоків.

Відносно повну характеристику змитих ґрунтів за їх протиерозійною стійкістю (використані дані по 56 стокових майданчиках) ми розробили для чорноземів звичайних (табл. 26).

Встановлено, що стійкість ґрунтів проти краплинно-площинної ерозії знижується від незмитих до слабо- і середньозмитих їх аналогів, а в межах одного ступеня змитості — від ґрунтів важкого гранулометричного складу до легкого. В цьому напрямку протиерозійна стійкість змінюється і залежно від крутизни схилу. Найбільш низький цей показник у ґрунтів, що формуються на схилах південної і східної експозицій, порівняно з тими, що розміщені на схилах північної і західної експозицій.

Втрати гумусу, що спричинені площинною ерозією, при весняному стоці талих вод зростають від незмитих до змитих ґрунтів. Однак величини, що характерні для північних і західних схилів, не відповідають встановленій закономірності відносно стійкості ґрунтів проти площинної ерозії. Це можна пояснити більшим нагромадженням снігу на цих схилах.

Враховуючи різний характер площинної (визначається по всій площі схилу) і струминної ерозій (тільки по тальвегах і мікрозападах — метод С. С. Соболева), ми диференціювали ґрунти за їх протиерозійною стійкістю проти струминної ерозії (табл. 27). При цьому відзначена така закономірність: із зростанням

## 26. Стійкість чорноземів звичайних важкосуглинкових

Грунт	Ступінь змитості	Крутизна схилу, град	Експозиція схилу
Чорноземи звичайні:			
водороздільно-пасмові	Незмитий	0—1	Пд
пологосхилові	Слабкий	2,5—3	Пд
положистосхилові	Середній	5—6	Пд
рівнинні	Незмитий	0—0,5	Пн
положистосхилові	Слабкий	2,5—3	Пн
пологосхилові	Середній	5—6	Пн
водороздільно-пасмові	Незмитий	0—1	С
положистосхилові	Слабкий	2,5—3	С
пологосхилові	Середній	5—6	С
рівнинні	Незмитий	0—0,5	З
положистосхилові	Слабкий	2,5—3	З
пологосхилові	Середній	5—6	З

## проти площинної ерозії талих вод

Запаси води в снігу, м³/га	Рідкий стік, м³/га	Змив ґрунту, т/га	Урожайність озимої пшениці, ц/га
143	2,3	0,5	19,2
424	17,7	0,8	15,4
867	156,5	7,6	12,3
225	15,1	0,3	21,0
567	97,4	5,8	19,5
1074	213,0	12,4	18,4
95	1,2	0,0	20,7
368	20,2	0,9	19,3
408	155,9	3,4	14,5
336	14,6	0,8	20,1
772	88,7	3,6	18,6
1240	174,3	10,7	17,4

ступеня змитості інтенсивність руйнування ґрунтів струминною ерозією різко збільшується. Однак темпи цього процесу неоднакові, в основному вони залежать від крутизни схилу, гранулометричного складу, ступеня підпушення ґрунтів, вмісту гумусу і від типу вирощуваної сільськогосподарської культури.

Вбирна здатність, стік і змив ґрунтів зумовлені здатністю ґрунту вбирати атмосферні опади. Спостереження за динамікою цього процесу дали можливість виділити в ньому три фази, або періоди. Перша фаза починається з моменту надходження опадів у ґрунт і закінчується появою на його поверхні ознак водоутворення і початку стоку. Кількість увібраних опадів за цей час характеризує вбирну здатність ґрунтів як безерозійну. Другий, або проміжний, період включає початок утворення поверхневого стоку, який продовжується доти,

поки процес вбирання стабілізується в часі. Для нього характерно поступове або швидке зниження інтенсивності процесу вбирання опадів і одночасно поступове або швидке зростання інтенсивності утворення поверхневого стоку.

На третій фазі інтенсивність вбирання знижується до мінімальних значень і практично мало змінюється в часі. Величина поверхневого стоку при цьому досягає максимуму.

Другий і третій періоди, як правило, швидко настають при прискореному утворенні ущільненого слабопроникного верхнього шару ґрунту, тобто при утворенні ґрунтової кірки.

Об'єм увібраних ґрунтом опадів зумовлений в основному величиною об'ємної маси орного шару й меншою мірою — гранулометричним складом і ступенем змитості ґрунту (табл. 28). Найбільше опадів до утворення поверхневого стоку поглинається незмитими і

# 27. Групування ґрунтів за ступенем стійкості проти

Ранжування ґрунтів за ступенем стійкості	Чорноземи південні, звичайні, типові, опідзолені та коричневі гірські ґрунти		
	за гранулометричним складом		
	Гл, В-С	С-С	Л-С, С-П
1	2	3	4

Високий:			
дуже високий	Полого-схилові (1—3°)	—	—
помірно високий	Полого-схилові (3—5°)	Полого-схилові (1—3°)	—
високий	Полого-схилові (5—7°)	Полого-схилові (3—5°)	Полого-схилові (1—3°)
Середній:			
першої категорії	Полого-схилові (7—10°)	Полого-схилові (5—7°)	Полого-схилові (3—5°)
другої категорії	Круто-схилові (10—15°)	Полого-схилові (7—10°)	Полого-схилові (5—7°)
третьої категорії	—	Круто-схилові (10—15°)	Полого-схилові (7—10°)
Низький:			
низький	—	—	Круто-схилові (10—15°)
помірно-низький	—	—	—
дуже низький	—	—	—

# струминної ерозії (струминні розмиви) залежно від агрофонів

Темно-сірі лісові, дернові опідзолені, бурі остеповлі		Сірі лісові, карбонатні, перегнійно-карбонатні		Ясно-сірі лісові, дернові опідзолені, буроземно-підзолисті	
та крутизною схилу					
С—С	Л—С, С—П	С—С	Л—С, С—П	С—С	Л—С, С—П
5	6	7	8	9	10

—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
Полого-схилові (1—3°)	—	—	—	—	—
Полого-схилові (3—5°)	—	—	—	Полого-схилові (1—3°)	—
Полого-схилові (5—7°)	—	—	—	Полого-схилові (3—5°)	Полого-схилові (1—3°)
Полого-схилові (7—10°)	—	—	—	Полого-схилові (5—7°)	Полого-схилові (3—5°)
Круто-схилові (10—15°)	—	—	—	Полого-схилові (7—10°)	Полого-схилові (5—7°)
—	—	—	—	Круто-схилові (10—15°)	Полого-схилові (7—10°)

Ранжування грунтів за сту- пенем стійкості	Дерново- підзолисті, супіщані та глинисто- піщані	Змив		
		талі води		
		бага- торіч- ні тра- ви	озимі куль- тури	зяб
1	11	12	13	14

грунту, т/га		
зливові опади		
багаторічні трави	озимі культури	просапні культури
15	16	17

## Високий:

дуже висо-  
кий

—

0—0

0—1

0—0

0—0

0—1

0—3

помірно  
високий

—

0—0

1—3

0—3

0—0

1—2

1—7

високий

—

0—1

1—7

2—7

0—0

1—4

5—15

## Середній:

першої ка-  
тегорії

—

0—2

3—10

5—15

0—1

2—7

7—20

другої ка-  
тегорії

—

1—3

5—15

10—30

0—2

3—10

10—30

третьої ка-  
тегорії

—

1—4

7—20

15—40

1—3

5—15

15—70

## Низький:

низький

Полого-  
схилові  
(1—3°)

2—5

10—30

20—60

1—4

7—20

20—130

помірно-  
низькийПолого-  
схилові  
(3—5°)

3—8

15—40

30—80

2—5

10—30

30—200

дуже низь-  
кийПолого-  
схилові  
(5—7°)

5—12

20—50

40—100

3—7

15—40

50—250

## 28. Вбирання зливових опадів суглинковими

Грунт	Ступінь змитості	Крутизна схилу, град.	Розпушення КІПГ-250	Агрофон,	
				Оранка плугом	
				неборонована	боронована

### Харківська і До

Чорнозем звичайний	Незмитий	0—1	—	20—30	11—17
важкосуглинковий	Слабкий	1—3	26—30	18—26	10—14
	Середній	3—7	—	16—22	8—11
Чорнозем звичайний	Слабкий	1—3	—	18—20	12
середньосуглинковий	Середній	3—7	—	—	—
Чорнозем звичайний	Слабкий	1—3	—	18—21	—
	Середній	3—7	—	17—20	—
	Сильний	7—12	—	19	10

слабозмитими ґрунтами, які зорані на глибину до 20—30 см. Із збільшенням ступеня змитості ґрунту поглинення опадів поступово знижується до 16—22 мм. Відзначимо, що інтенсивність цього процесу зростає при посиленні інтенсивності дощу і, навпаки, знижується в міру зростання крутизни схилу (рис. 9, 10).

Польова вологоємність ґрунтів знижується із збільшенням ступеня їх еродованості (Шикла М. К., 1962). Максимально можливі запаси продуктивної вологи в метровому шарі становлять для слабоеродованого ґрунту 94 %, середньоеродованого — 79 і сильноеродованого — 61 % запасів вологи на нееродованих аналогах.

## ґрунтами до початку стоку, мм

культура						
Чистий пар		Розпушення стерні БІГ-3			Озима пшениця	
до культивування	після культивування	озима пшениця	ячмінь	горох	сходи	кущіння

### нецька області

6—8	13—16	—	—	—	—	10
5—7	12—14	—	—	—	5—7	—
5—6	10	—	—	—	—	—
7	11—13	8	—	—	7	13
—	—	—	16	14	7—13	—
6	10—12	—	—	—	7	10
—	—	—	—	—	8	—
—	—	—	—	—	—	—

Продуктивна волога протягом вегетаційного періоду також витрачається нерівномірно. Якщо навесні різниця в її запасах досягає 100—230 м³/га, то восени — 170—334 м³/га. На еродованих ґрунтах випаровування вологи відбувається більш інтенсивно. На нееродованих ґрунтах кількість випаровуваної вологи, за даними М. Ф. Севастьянова (1963), становить 650 м³/га, на сильноеродованих — 750 м³/га.

Незалежно від типу ґрунтів із збільшенням їх еродованості різко підвищується максимальна гігроскопічна вологість і щільність складення (Шикла М. К., 1962; Скородумов А. С., 1973), знижується загальна і капілярна шпаруватість (Костюченко П. А., 1973), а також



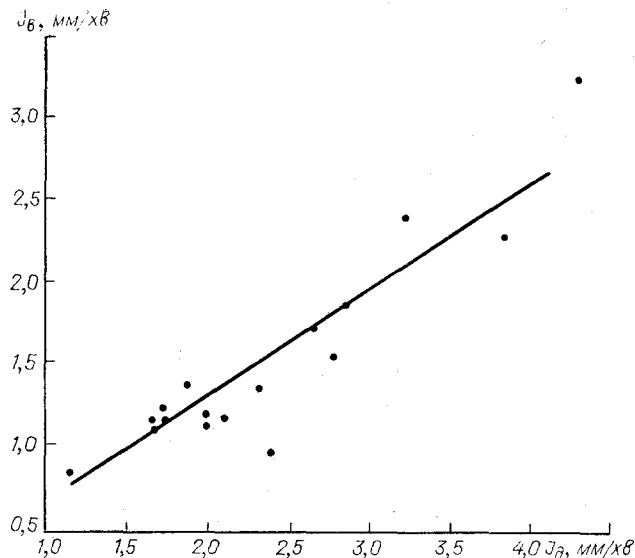


Рис. 9. Кількість опадів ( $I_v$ ), поглинутих чорноземом типовим до моменту утворення стоку залежно від їхньої інтенсивності ( $I_d$ ) при крутизні схилу 1—3°.

пластичність (Онопрієнко В. Г., 1967; Шикула М. К., 1962, та ін.).

Зростання ступеня змитості зумовлює зниження водостійких агрегатів у ґрунтах (Шикула М. К., 1962; Бракін С. С., Скат В. Г., 1967; Галаган В. І., 1973; Кульбашний І. М., 1973, та ін.).

Еродовані ґрунти містять набагато менше гумусу, азоту, фосфору та інших елементів живлення рослин. Так, у шарі 0—20 см слабоеродованих ґрунтів валових запасів менше на 8—24 %, а в середньоеродованих — на 6—45 % порівняно з нееродованими. Азоту відпо-

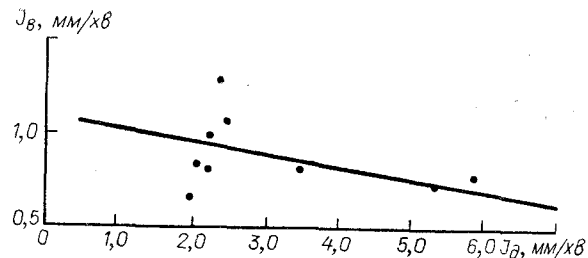


Рис. 10. Кількість опадів ( $I_v$ ), поглинутих чорноземом звичайним до моменту утворення стоку залежно від їхньої інтенсивності ( $I_d$ ) при крутизні схилу 3—10°.

відно менше на 2—24 і 10—32 % (Юрко К. П., 1978). Фосфатні й калійні фони, на відміну від азотного, зазнають менших змін від ерозії (Кривоносова Г. М., 1980; Воробйова А. К., 1980).

**Вітрова ерозія.** Суть вітрової ерозії полягає в тому, що вітровий потік тисне на частки ґрунту, в результаті чого виникає підйомна сила, яка описується формулою:

$$V = \sqrt{2gf},$$

де  $V$  — швидкість вітру;  $g$  — сила ваги;  $f$  — сила тиску вітру на частки ґрунту.

Отже, характер руху ґрунтових часток залежить від швидкості потоку, його характеру і маси часток.

Вертикальна структура пило-повітряного потоку неоднорідна і для кожного її шару характерний відповідний тип руху часток. Так, дані, які одержані за допомогою аеродинамічної установки ПАУ-3 Д. О. Тимченка, показують (рис. 11), що під дією вітрового потоку швидкістю 13,5 м/с на чорноземі південному

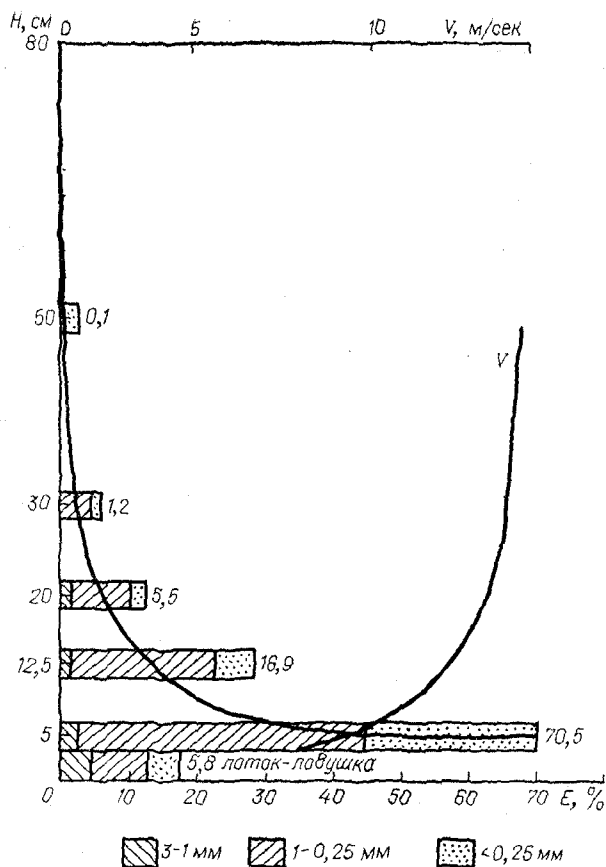


Рис. 11. Структура пило-повітряного потоку над чорноземом південним легкоглинистим у польовій аеродинамічній установці ПАУ-3: H — висота, см; E — загальна кількість ґрунтових часток, %; V — швидкість повітряного потоку, м/с.

легкосуглинковому волочинням переміщувалося 5,8 % мігруючої маси розміром 0,25—1 мм. На висоті 5 см рухалося стрибкоподібно і у завислому стані 70,5 % маси, яка на 60—65 % складалася з часток 0,25—1 мм, на 35 % — з часток менше 0,25 мм і тільки 2—3 % було часток більше 1 мм у діаметрі. З віддаленням від основи майданчика загальна кількість мігруючого матеріалу зменшувалася і відносно збільшувався вміст дрібної фракції. На висоті 50 см ця маса майже цілком складалася з фракції менше 0,25 мм. У відкритій атмосфері висота підняття пилу набагато більша. Частки, що рухаються шляхом ефлакції, екструзії і детрузії, віддаляються на досить невелику відстань, причому в найнижчому біляземному шарі потоку вони осідають навіть при незначному зниженні швидкості повітряного потоку. Ті частки, що пересуваються у завислому стані, можуть підніматися на істотну висоту і переноситися на відстань від десятків до кількох сотень кілометрів.

У цьому відношенні досить переконливі матеріали І. М. Островського (1963) про зміни агрегатного складу свіжих наносів у лісових смугах (табл. 29). На навітрених частинах наносів міститься максимальна кількість крупних агрегатів, які відклалися відразу, як тільки швидкість вітру починала знижуватися. Частки менше 0,5 мм в основному відкладалися у міру проходження пило-повітряного потоку через лісову смугу і за нею, де швидкість вітру зменшувалася ще більше. Основна маса часток менше 0,25 мм відносилася далі й не затримувалася лісосуугою. Саме вони і складають «безповоротні» втрати ґрунту, причому

29. Агрегатний склад свіжих наносів дрібнозему після пилової бурі 1960 р. (Островський І. М., 1963), %

Місце відбору зразків	Фракції, мм					
	≥ 2,0	2,0–1,0	1,0–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	< 0,1
Дефльована рілля	24,3	27,1	14,0	17,8	10,2	6,6
Початок навітряного схилу перед смугою	6,8	32,2	17,9	19,6	14,2	9,3
Висока частина навітряного схилу	1,6	27,6	24,2	21,7	11,9	13,0
Вища точка навітряного схилу	1,5	26,1	21,6	24,7	20,0	6,1
Бровка еолової форми	0,9	28,6	14,3	22,0	25,3	8,9
Завітряний схил	2,6	10,9	14,9	26,4	25,0	20,2

не тільки для поля, з якого вони винесені, а й для регіону, особливо під час таких сильних пилових бур, які були в 1960, 1969 рр.

Дані 1969 р., одержані УркНДІ ґрунтознавства і агрохімії ім. О. Н. Соколовського, свідчать, що нарівні з областями, яких безпосередньо торкнулася вітрова ерозія, дрібнозем відкладався і в західних областях України, де її не було, а спостерігалася тільки імла, що утворювалася завислими частками в повітрі (табл. 30). У дрібноземі, який виносився за межі зони пилових бур, містилося гумусу від 6,53 (Хмельницька область) до 2,6 % (Волинська і Рівненська області). В середньому по 10 пунктах визначень кількість гумусу у відкладеному дрібноземі становила 4,49 %, рухомого фосфору — 16—17 мг/100 г ґрунту, калію — 19—20 мг/100 г. Таким чином, безповоротно

30. Кількість дрібнозему, що відкладалася після лютневих пилових бур 1969 р.

Область	Середня маса пилу, кг/га	Всього відкладалося дрібнозему, млн м³
Луганська	6935,9	22,224
Харківська	3948,9	14,880
Крим	3711,4	18,432
Полтавська	2111,9	7,300
Миколаївська	2293,0	6,792
Сумська	2072,0	5,916
Одеська	1123,8	4,888
Черкаська	990,0	2,472
Кіровоградська	876,0	2,580
Житомирська	542,0	1,944
Чернігівська	313,0	1,200
Вінницька	170,7	0,540
Тернопільська	111,4	0,180
Хмельницька	55,5	0,132
Рівненська	51,3	0,120
Волинська	32,3	0,077
Чернівецька	19,8	0,019

втрачений ґрунт має величезну масу і досить родючий. Решта ґрунту, що бере участь у процесі вітрової ерозії, осідає відносно близько від місця видування, часто навіть на невеликих западинах або затримується біля решток рослинності на тому самому полі та в лісосмугах.

Сортувальну роль вітру підкреслював Г. М. Висоцький (1894), ґрунтовно вивчали це питання А. А. Бичихін (1892), М. М. Сибірцев (1951). Постійна дія вітру на ґрунт зумовлює поступове руйнування всього орного шару, видування тонких і найбільш родючих ґрунтових часток, зміну фізичних властивостей ґрунту, утворення на поверхні ґрунтів вітрового елювію, що складається з крупного піску, щебеню

### 31. Структурно-агрегатний склад нееродованих і еродо-

Грунт	Розмір			
	> 10	10—7	7—5	
Чорнозем південний важ-	22,9	9,8	7,4	
косуглинковий	27,0	11,6	8,7	
Чорнозем південний кар-	31,8	8,0	5,5	
бонатний легкоглинистий	36,4	9,3	6,5	
Чорнозем південний кар-	22,8	6,2	4,7	
бонатний змитий глинистий	22,8	7,8	5,7	
Темно-каштановий со-	50,8	11,1	6,2	
лонцюватий глинистий	55,2	11,9	6,7	
Темно-каштановий кар-	9,8	4,4	6,8	
бонатний глинистий	10,5	4,6	7,3	
Темно-каштановий піща-	43,7	11,1	7,1	
нисто-легкосуглинковий	46,7	11,5	7,5	
Солонець корковий важ-	75,6	13,1	4,3	
косуглинковий	76,0	13,1	4,3	

і гальки. Внаслідок селективного видування відбувається сортування механічних елементів залежно від гранулометричного складу ґрунтів. Найбільших змін зазнають ґрунти супіщаного і легкосуглинкового складу. Вітром, головним чином, виносяться піщані частки і в меншій мірі глинисті. В піщаних ґрунтах суттєвих змін не спостерігається (Якубов Т. Ф., 1959; Чакветадзе Є. А., 1987). На середньоважкосуглинкових і глинистих ґрунтах завдяки їх високій оструктуреності та відносно високій зв'язності структурних окремоностей масовий винос пилу відсутній. М. І. Долгилевич (1978) в аеродинамічній трубі визначав структурно-агрегатний склад монолітів ґрунтів до продування і після цього (табл. 31). Його дані свідчать, що внаслідок видування структурний склад верхнього шару помітно змінюється:

ваних вітром ґрунтів півдня (Долгилевич М. І., 1978), %

агрегатів, мм					
5—3	3—2	2—1	1—0,5	0,5—0,25	< 0,25
9,2	7,1	15,4	10,1	10,8	7,3
10,7	7,8	14,2	8,3	6,9	4,8
6,6	4,8	11,4	10,8	13,2	8,7
7,9	5,7	11,7	8,8	8,5	5,2
8,0	7,4	17,7	11,2	12,0	10,0
9,2	7,6	15,7	9,2	8,7	7,3
6,2	4,3	7,1	5,0	5,5	3,8
6,7	4,3	5,8	3,3	3,5	2,7
18,6	16,4	24,5	10,7	5,9	2,9
19,9	17,3	25,1	9,4	3,9	2,0
7,8	4,8	88,7	3,9	5,9	6,9
8,0	4,8	8,3	3,1	4,5	5,6
3,4	1,2	1,0	0,4	0,3	0,7
3,4	1,2	1,0	0,3	0,2	0,5

збільшується кількість особливо крупних брил, а маса дрібних фракцій зменшується. У багатьох ґрунтах важкого гранулометричного складу істотно знижується вміст навіть крупних часток (2—1 мм). Аналогічні зміни і у легкосуглинкових ґрунтів, що можна пояснити абразією крупних часток, через що в усіх ґрунтах сильно зменшується вміст часток 0,5 мм і менше. Таким чином, видування агрегованих ґрунтів призводить до збільшення їх брилистості й збіднення на агрономічно цінну структуру, що чітко видно на зябу, який зазнав вітрової ерозії. При цьому різко збільшується і твердість брил, а на поверхні добре помітна «присипка» з агрегатів розміром 1 мм і менше, які легко відокремлюються від брил. Це також результат абразивних процесів, що відбуваються під час видування ґрунтів.

32. Дані хімічного аналізу нееродованих та еродованих ґрунтів і наносів, утворених з них (Якубов Т. Ф., 1957)

Ґрунт	Гумус, %	Азот валовий, %	Фосфор валовий, %	Калій валовий, %	Фосфор водорозчинний, мг/100 г ґрунту	Калій рухомий, мг/100 г ґрунту
<i>Чорнозем південний малогумусний супіщаний</i>						
Нееродований	3,02	0,091	0,10	0,89	10,0	42,0
Еродований	1,24	0,065	0,08	0,58	6,0	21,0
Вітровий елювій	0,39	0,032	Не визначали		1,5	22,2
Вітровий нанос	0,91	0,061	0,07	1,18	11,0	38,5
<i>Темно-каштановий супіщаний ґрунт</i>						
Нееродований	1,76	0,089	0,09	1,52	13,0	42,0
Еродований	1,41	0,074	0,08	1,18	6,0	38,5
Вітровий нанос	0,64	0,068	0,07	1,41	5,0	35,0

Зміна структурного стану ґрунтів залежить від їх зв'язності (механічної міцності). Так, у глинистих безкарбонатних ґрунтах із зв'язністю 60—80 % кількість фракції менше 0,5 мм збільшується на 0,2—2,6 %, в карбонатних глинистих із зв'язністю 40—50 % — на 1,7—4,6 %, на суглинкових і легкосуглинкових із зв'язністю 20—30 % — на 7,2—9,6 %.

Одночасно з видуванням ґрунту з нього вилучається значна кількість органічної речовини і мінеральних поживних елементів. Так, дані таблиці 32 свідчать, що збіднення еродованих вітром ґрунтів на ці важливі компоненти родючості відбувається за рахунок видування тонких часток мулу або пилу, в яких міститься основна маса поживних речовин і гумусу.

За даними Л. Ф. Смирнової (1985), втрати азоту і фосфору в орному шарі опіщаних

ґрунтів досягають 18, калію 8 %, в еолових наносах на цих ґрунтах їх міститься відповідно 44 і 22 %.

На важких еродованих чорноземах і темно-каштанових ґрунтах еолові наноси іноді мають азоту в 5 разів менше, ніж вихідний ґрунт. Це пояснюється його високою рухомістю, особливо в пітратній формі. Різкого зменшення доступного рослинам фосфору не відбувається, бо він відносно міцно з'єднаний хімічними, фізико-хімічними і біологічними зв'язками з мінеральною частиною ґрунту. Втрати калію, як і фосфору, досягають 20 % порівняно з нееродованими аналогами, оскільки він перебуває переважно в обмінному стані з колоїдною частиною ґрунту, яка легко видувається.

В опіщаних ґрунтах мінералогічний склад зазнає істотних змін. Утворюється більш широке співвідношення  $\text{SiO}_2$  до  $\text{R}_2\text{O}_3$  за рахунок зниження полуторних окисів і збільшення кремнезему. Вміст обмінних основ змінюється незначно. В мулистій фракції спостерігається зниження вмісту високодисперсних набухаючих компонентів.

Під час вітрової ерозії з поверхні ґрунтових часток зриваються плівки, які складаються в основному з гумусових речовин. Це підтверджується тим, що в наносах гумусу, як правило, менше, ніж у нееродованому ґрунті (табл. 33).

До зовнішніх ознак вітрової ерозії можна віднести білястий відтінок поверхні зябу.

Таким чином, властивості ґрунтів внаслідок їх видування погіршуються. Дещо зменшується глибина гумусового горизонту, у верхньому шарі знижується вміст гумусу, валових і рухо-

33. Середні дані за вмістом гумусу в нееродованих ґрунтах і еоловому матеріалі (Долги́левич М. І., 1978), %

Ґрунт	Нееродований	Еоловий насос
Чорнозем звичайний карбонатний легкоглинистий	4,12	3,97
Чорнозем звичайний важкосуглинковий	4,32	3,95
Чорнозем південний карбонатний легкоглинистий	3,63	3,26
Чорнозем південний важкосуглинковий і легкоглинистий	3,30	2,80
Темно-каштановий солонцюватий легкосуглинковий	3,46	3,28
Темно-каштановий солонцюватий піщанисто-легкосуглинковий	1,78	2,31

мих форм азоту, фосфору і калію, зростає твердість орного шару. Гранулометричний склад може змінитися лише тоді, коли вітрова ерозія повторюється щорічно на супіщаних і легкосуглинкових ґрунтах. Якщо вона проявляється один раз на 5—10 років, то збіднений на пилувату і мулисту фракції шар під час обробітку перемішується з нижчими шарами. Це виключає можливість проявлення ефекту оскелечування або огрубіння ґрунту.

Наші дослідження темно-каштанових ґрунтів північного Присивашся показали, що товщина гумусового горизонту на невидутих і слабовидутих аналогах дуже коливається. І хоч середні величини з 16 повторень на кожному ґрунті дуже різняться, критерій істотної різниці щодо потужності гумусового горизонту, особливо суми гумусового і гумусово-ілювіального горизонтів, дуже низький, що свідчить про неістотність цих відмінностей (табл.

34). Слабовидуті чорноземи звичайні малогумусні неглибокі Приазовської височини чітко відрізняються від середньовидутих аналогів цих ґрунтів за потужністю (глибиною генетичних горизонтів) і мають високі критерії істотності.

Ґрунтове обстеження, що провадили в 1975 р. у колгоспі «Більшовик» Чернігівського району Запорізької області (чорноземи звичайні малогумусні неглибокі й чорноземи на елювії граніту), показало таке: якщо на нееродованих ґрунтах товщина гумусового горизонту становить 20—40 см, то на слабоеродованих вона знижується до 18—35 см і включає верхній перехідний горизонт; на середньоеродованих — 17—23 см, на сильноеродованих гумусового і першого перехідного горизонтів зовсім немає, а орний шар складається з другого перехідного або в суміші його з підстилаючою породою. Найбільш еродовані ґрунти найчастіше зустрічаються на верхів'ях курганоподібних горбів, на верхніх пологих частинах схилів східної експозиції і на підвищених плоских вододілах.

Щодо вмісту гумусу в орному шарі темно-каштанових слабосолонцюватих легкоглинистих ґрунтів, то однозначного висновку зробити не можна. В середньопотужних варіантах середній ступінь видування не призводить до зменшення вмісту гумусу у верхньому (0—5 см) шарі, а глибше він навіть дещо збільшується порівняно з невидутим ґрунтом. На потужних темно-каштанових ґрунтах, перехідних до чорноземів південних, у міру зростання видутості спостерігаються значні втрати гумусу (табл. 35).

### 34. Залежність товщини верхніх горизонтів ґрунтів від ступеня їх еродованості вітром, см

Показники	Темно-каштановий солонцюватий легкоглинистий		Чорнозем звичайний малогумусний малопродуктивний	
	невидуті	слабовидуті	слабовидуті	середньовидуті
Потужність горизонту Н	21,8±2,2	11,5±6,8	32,6±1,5	24,8±1,2
Потужність горизонту Н—Нр (Нрі)	44,7±2,3	43,0±4,7	51,6±1,9	34,8±2,6
Критерій Стюдента по Н	1,43			4,09
Те саме по Н—Нр (Нрі)	3,33			5,14

124

### 35. Вміст гумусу (%) в орному шарі темно-каштанових слабосолонцюватих легкоглинистих ґрунтів залежно від ступеня їх видутості

Глибина, см	Середньопотужні		Потужні	
	невидуті	середньовидуті	слабовидуті	середньовидуті
0—5	2,73±0,04	2,76±0,02	2,99±0,06	2,73±0,02
10—15	2,34±0,05	3,22±0,08	2,99±0,06	2,06±0,05
15—25	1,70±0,04	2,27±0,01	2,19±0,05	1,91±0,05

Л. Ф. Смирнова (1985) відзначає, що при видуванні ґрунту однакової потужності гумусового горизонту, але різного за генезисом, абсолютні втрати гумусу тим вищі, чим більш родючі ґрунти (табл. 36). Гумус при вітровій ерозії не тільки втрачається, а й якісно змінюється. В його складі зменшується кількість гумінових кислот і збільшується фульвокислот. Співвідношення  $S_{гк} : S_{фк}$  зростає. Одночасно з цим змінюється чисельність ґрунтових мікроорганізмів і співвідношення їх окремих груп: знижується відносна кількість неспорутворюючих бактерій, особливо актиноміцетів. Активність інвертази, протеази і фосфатази в еродованих ґрунтах зменшується в 7—15 разів.

Об'ємна маса гумусового горизонту темно-каштанових ґрунтів північного Присивашся через три роки після видування в шарі 0—5 см становила 1,45 г/см<sup>3</sup>, а в більш глибоких шарах — 1,34—1,37 г/см<sup>3</sup>, тоді як у гумусово-ілювіальному горизонті вона не перевищувала 1,26—1,34 г/см<sup>3</sup>. Змінилися також водно-фізичні властивості всього 5-сантиметрового шару ґрунту (табл. 37), дещо підвищився навіть діапазон активної вологи. Однак значне збільшення мертвого запасу вологи в посушливих умовах негативно впливає на режим зволоження і вологонагромадження.

Видування дрібнозему на полях супроводжується відкладанням ґрунтового матеріалу в місцях зниження швидкості пило-повітряного потоку. Особливо великі наноси відкладаються біля поодинокі розташованих лісосмуг. На орних землях наноси залучаються до обробки і тому, як правило, перемішуються з верхнім шаром похованого ґрунту, тим самим

36. Вміст і втрати гумусу в ґрунтах при вігровій ерозії (Смирнова Л. Ф., 1985)

Показники	Чорнозем передкав- казький карбонатний важкосу- глинковий	Чорнозем звичайний важкосу- глинковий	Темно-ка- штановий важкосу- глинковий	Дерново- степовий підцаний
Горизонт A+B <sub>1</sub> , см	150—100	80—70	50	70
Вміст гумусу, %	4—6	5—8	3,5—4	0,5—0,8
Те саме в шарі 0—100 см, т/га	500—700	350—450	200—300	80—150
Втрати гумусу при здутості шару 10 см, т/га/%	60—90 11	75—100 20	50 20	8 10
Те саме при здутості 1/2 горизонту A, т/га/%	150 15	100 15	40 15	10 15

37. Величини деяких водно-фізичних властивостей слабо-видутого темно-каштанового легкоглинистого ґрунту, об'ємний процент

Гори- зонт	Глибина, см	МГ	ММВ	НВ	ПВ	ДАВ
Н <sub>пах</sub>	0—5	13,34	37,77	44,31	74,81	56,93
»	7—12	11,44	31,70	39,72	69,32	53,99
»	12—17	10,94	31,55	36,23	60,08	45,42
»	25—30	12,33	31,76	43,62	68,45	51,93

Примітка. МГ — максимально гігроскопічна вологемкість, ММВ — максимально молекулярна вологемкість, НВ — найменша вологемкість, ПВ — повна вологемкість, ДАВ — діапазон активної вологемкості.

збільшуючи потужність гумусового горизонту. На легких ґрунтах це призводить до зниження родючості ґрунтів за рахунок збільшення опіщаненості, втрат гумусу та інших основних елементів живлення рослин. На важких за складом ґрунтах зниження вмісту гумусу, як правило, дуже незначне. За даними Н. М. Милосердова (1974), урожай зерна ячменю і озимої пшениці на таких ґрунтах знижується на 8—10 %.

Наші дослідження в 1970—1972 рр. показали, що свіжі наноси, які відклалися в рік спостереження, характеризуються порохоподібною або дрібнозернистою (до 3 мм у діаметрі) структурою. Вміст часток менше 1 мм становить 74—98 %. Структурні окремість добре обкатані. Об'ємна маса їх не перевищує 0,8—0,9 г/см<sup>3</sup>, і тільки у верхній кірці вона зростає до 1—1,1 г/см<sup>3</sup>. В разі відкладення структурних окремістей зимовими пиловими бурями, коли дрібнозем перешаровується снігом, їх щільність складення досягає 1,1—1,5 г/см<sup>3</sup>, і



вона тим вища, чим більше було снігу в наносах.

У відкладеннях старшого віку, які покриті свіжими наносами, щільність, як правило, зростає, в них відбувається інтенсивне оструктурювання. Так, наноси 1969 р., які потім покрилися наносами 1972 р., мали в основному пилювато-грудочкувату структуру, в деяких розрізах — брилисту, а при утворенні наносу з гумусово-ілювіального горизонту — горіхувату, з чітко вираженим лакуванням структурних окремоностей. В останньому випадку об'ємна маса зростала до  $1,34\text{--}1,38\text{ г/см}^3$ , тобто була такою самою, як і в ілювіальному горизонті похованого ґрунту (рис. 12).

Поховані ґрунти також змінюються під впливом наносів дрібнозему, особливо їх верхній гумусово-елювіальний горизонт. Вже через 3—4 місяці після пилової бурі починає змінюватися його структура. У верхній частині спочатку вона стає шаруватою, а потім досить швидко (на другий рік) поступово горіхоподібною, горіхуватою і навіть призмоподібною. З'являється виразна тріщинуватість, горизонт бурі, набуває в'язкості у вологому стані й твердості в сухому. Щільність його складення часто дещо підвищується, але у більшості випадків залишається такою самою, як і до застигання дрібноземом.

Водно-фізичні властивості наносів досить сильно залежать від їх будови і структури (рис. 13). Якщо вони свіжі, то їх характеризують понижені показники максимальної молекулярної, найменшої і повної вологості порівняно з похованим ґрунтом. У метаморфованих наносах, де утворилися вторинні ілюві-

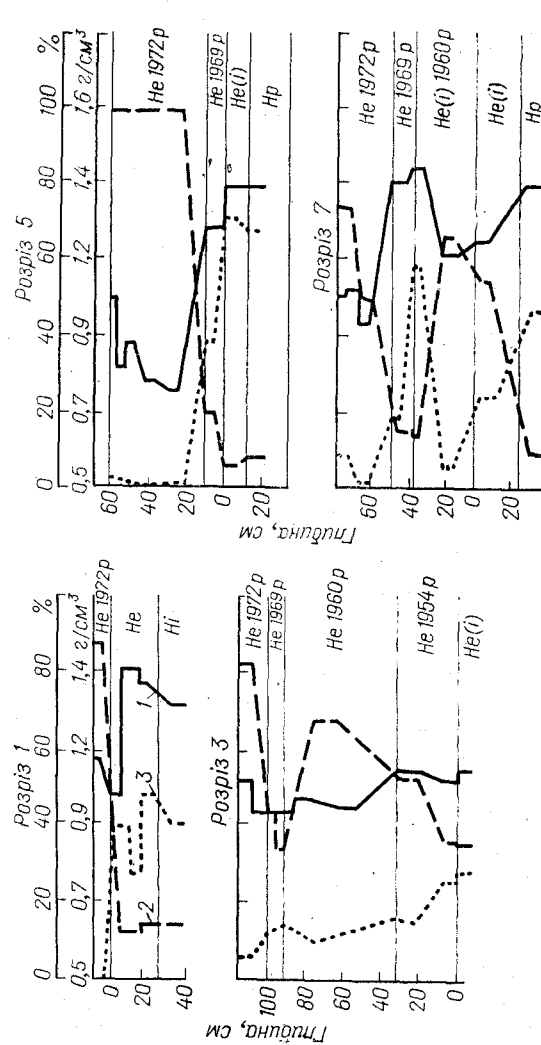


Рис. 12. Об'ємна маса і структурний склад еолових наносів і ґрунтів залежно від потужності наносів, матеріалу, з якого він складений:  
1 — об'ємна маса,  $\text{г/см}^3$ ; 2 — вміст часток менше 1 мм, %; 3 — вміст часток понад 5 мм, %.

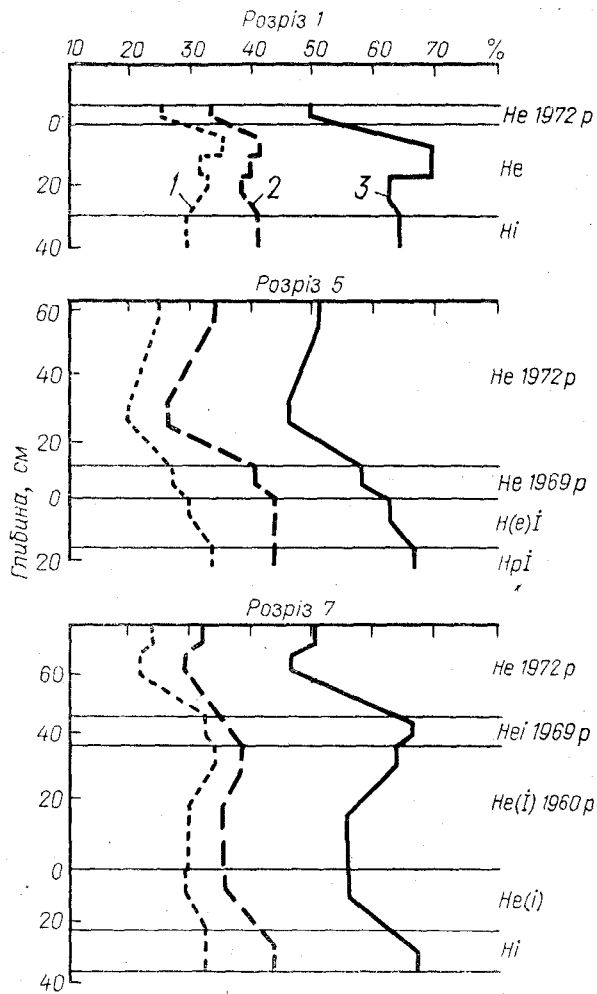


Рис. 13. Зміна максимальної молекулярної (1), найменшої (2) і повної (3) вологості залежно від виду і потужності еолових наносів, %.

альні горизонти, ці показники мають підвищені величини, що властиві ілювіальним горизонтам похованого ґрунту. Це створює умови для нагромадження в них значних запасів вологи.

Дослідження складу обмінно-увібраних основ вказують на залежність як ємкості вбирання, так і вмісту обмінних катіонів від складення і ступеня метаморфізації наносів і похованих ґрунтів. Наноси, особливо свіжі, як правило, мають дещо підвищену ємкість вбирання, що пов'язано з більшою їх пилуватістю порівняно з нееродованим ґрунтом.

На чорноземах звичайних і південних несолонцюватих легкоглинистих і важкосуглинкових такого ілювіювання не відбувається, але спостерігається значне ущільнення гумусового горизонту похованих ґрунтів і наносів з часом, а також інтенсивне структуроутворення наносів до крупнозернистої структури. У верхній частині гумусового горизонту похованого ґрунту місцями утворюється пластинчаста структура.

Таким чином, еолові наноси дрібнозему вже через 3—5 років набувають властивостей того генетичного горизонту, з якого утворився нанос. Його генетичний профіль — це мовби перевернутий профіль вихідного ґрунту з тією різницею, що межі генетичних горизонтів чітко поділені між собою тонкими, нерідко напіврозкладеними прошарками лісової підстилки або степової повстини. На орних землях наноси, як правило, перемішуються з похованими ґрунтами і виділити їх в окремий горизонт не вдається, хоч метаморфізуються вони так само, як і на неорних.

**38. Класифікація ґрунтів сухостепової зони Казахстану за їх еродованістю вітром (Смирнова Л. Ф., 1985)**

Ступінь видування	Зруйнованість гумусового горизонту	Втрата гумусу, %, горизонти		Опісаність орного шару, %
		A	A+B	
Слабкий	До 1/4 горизонту А	25	10	5
Середній	Від 1/4 до 1/2 горизонту А	25—50	10—25	5—10
Сильний	Від 1/2 до повного видування горизонту А	50	25—60	10—20
Дуже сильний	Руйнуванням охоплено горизонт В і нижчі горизонти	—	60	20

Отже, ступінь еродованості супіщаних і легкосуглинкових ґрунтів залежить від зруйнованості гумусового горизонту, ступеня його опіщаненості й від вмісту гумусу в горизонтах Н і Нр. У таблиці 38 наведено класифікацію легких ґрунтів Казахстану за їх еродованістю вітром. Для ґрунтів, що сформувалися на елювії кристалічних порід, еродованість можна визначити, крім того, ще й за збільшенням защебнювання гумусового горизонту, а для карбонатних ґрунтів за ступенем насиченості щебенем гумусового горизонту.

Для важких за гранулометричним складом ґрунтів України класифікація і діагностика еродованих вітром ґрунтів розроблена М. І. Долгиловичем (1971, 1978) і наведена в таблиці 39.

Порівняння двох наведених класифікацій дає можливість констатувати, що при видуванні важких ґрунтів втрати гумусу на 20—40 %

**39. Класифікація ґрунтів України за їх еродованістю вітром (Долгилович М. І., 1972, 1978)**

Ступінь еродованості	Зруйнованість гумусового горизонту	Втрати гумусу, %
Слабкий	1/2 перегнійно-аккумулятивного горизонту	15
Середній	1/2 перегнійно-аккумулятивного горизонту	15—40
Сильний	Повністю перегнійно-аккумулятивний горизонт і частина перехідного	40

нижчі, ніж при видуванні легких ґрунтів, а втрати мулистої фракції практично відсутні.

На схилових землях, де одночасно проявляється як вітрова, так і водна ерозія, розподілити ґрунти за ступенем їх видутості й змитості взагалі буває неможливо. В зв'язку з цим запропоновано методику діагностики еродованості ґрунтів вітром на основі врахування потужності наносів дрібнозему на завітряній частині поля або масиву (Можейко Г. О., 1983).

Піддатливість ґрунтів до вітрової ерозії визначається зв'язністю (механічною міцністю) структурних окремоостей, грудочкуватістю поверхневого шару ґрунту (вміст часток і агрегатів більше 1 мм у діаметрі) і наявністю на поверхні ґрунту рослинності або її решток. Зв'язність, яка вказує на те, скільки структурних окремоостей може бути зруйновано ударами і тертям мігруючих часток, залежить, головним чином, від співвідношення в ґрунті фракцій піску і мулу та вмісту карбонатів кальцію. Багато авторів підкреслює залежність зв'язності від вмісту гумусу та інших фізико-хімічних властивостей (Долгилович М. І.,

1977; Лавровський А. Б. та ін., 1981), однак результати наших досліджень свідчать, що залежність між зв'язністю і вмістом мулу та фізичної глини набагато вища, ніж між зв'язністю і вмістом гумусу. Коефіцієнти кореляції становлять відповідно  $0,54 \pm 0,13$  і  $0,31 \pm 0,14$ , тоді як спостерігається висока кореляція між вмістом мулу і гумусу ( $0,66 \pm 0,11$ ).

Величина зв'язності визначає інтенсивність можливих втрат на тому чи іншому ґрунті. Географію ґрунтів за різницею зв'язністю показано на рисунку 14.

Основними показниками інтенсивності деградації ґрунтів під впливом вітрової ерозії є грудочкуватість поверхневого шару ґрунту, а також наявність, характер і кількість рослин-

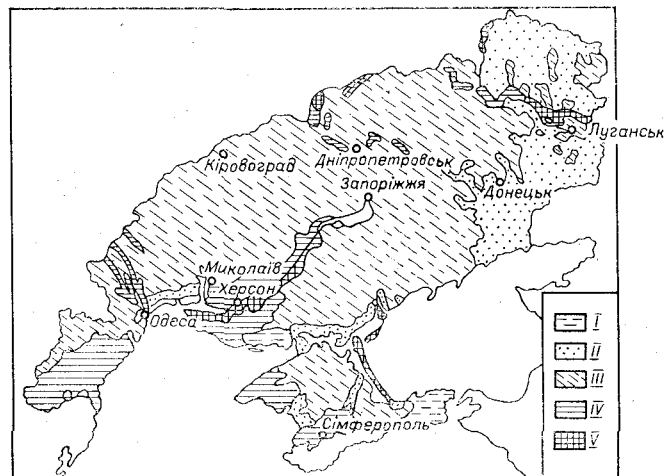


Рис. 14. Категорії зв'язності ґрунтів Степу:

I — >80 %; II — 80—80 %; III — 50—20 %; IV — 20—10 %; V — <10 %.

них решток або самої рослинності на поверхні. Кількість ґрунтової маси, що видувається, з вказаними показниками пов'язана такою залежністю (Шиятий Є. І., 1965):

$$E = 10^{A-BK-CS},$$

де  $E$  — еродованість, г/м<sup>2</sup> за 5 х в експозиції;  $K$  — грудочкуватість, %;  $S$  — кількість рослинних решток, шт./м<sup>2</sup>;  $A, B, C$  — коефіцієнти, що залежать від генезису ґрунту і рослинних решток.

Ці коефіцієнти ми розробили для основних

40. Середньорічні втрати ґрунту на ріллі від вітрової ерозії в умовах без застосування ґрунтозахисних заходів і з ними, т/га сівозмінної площі на рік

Region	Без урахування лісосмуг та інших перешкод		З урахуванням впливу лісосмуг, існуючих на 1980 р.	
	без ґрунтозахисних технологій	ґрунтозахисні технології під всі культури	без ґрунтозахисних технологій	ґрунтозахисні технології під всі культури
Донбас	49,0	18,7	24,2	18,5
Степ північний лівобережний	243,9	53,3	89,8	26,9
Степ північний правобережний	7,3	5,0	4,0	2,7
Степ південний лівобережний	347,7	112,5	160,8	51,4
Степ південний правобережний	17,3	9,1	10,3	6,3
Степ північний, всього	7221,3	305,8	3228,0	136,0
у т. ч. піски	246,2	95,4	110,2	43,4
Степ Кримський	375,0	80,2	134,4	39,9

грунтів Степу. Вони дають змогу розраховувати можливі втрати ґрунту від вітрової ерозії практично на всій території цього регіону (табл. 40).

### 3.6. ПРОЦЕСИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ

Техногенне забруднення А. Є. Ферсман (1934) визначив як суму процесів, що викликають перерозподіл хімічних елементів на поверхні землі під впливом людської діяльності. Значну частину всіх розсіяних елементів, що надходять у біосферу, становить група важких металів, концентрація яких іноді досить висока. Основними джерелами, звідки потрапляють важкі метали в ґрунт, є тверді відходи промисловості, промислові атмосферні викиди, викиди автотранспорту, стокові води тощо. Найбільше забруднюють атмосферу і ґрунт підприємства чорної і кольорової металургії. Вони щорічно викидають приблизно 150 тис. т міді, 120 т цинку, близько 90 свинцю, 12 нікелю, 800 кобальту і близько 30 т ртуті (Грушко Я. М., 1966).

Всезростаюча кількість використовуваного в наш вік палива також спричинює надходження важких металів у біосферу. Кожна тона вугільного попелу містить 700 г нікелю, 500 германію, 300 кобальту, 200 олова, 100 г свинцю. Світові витрати палива становлять близько 5 млрд т.

З вихлопними газами автотранспорту в ґрунті концентрується близько 250 тис. т свинцю. Вдовж траси з пропускною здатністю 1650 автомобілів на годину вміст свинцю в

ґрунті становить до 50 мг/кг при фоновому 12—14 мг/кг (Еколого-економічні аспекти охорони ґрунтів Української РСР.— К.: Наук. думка, 1980).

На Україні обсяг стокових вод досягає на рік 20 млрд м<sup>3</sup>, а їх осадки в кількості 25 млн м<sup>3</sup>/рік осідають на території понад 1200 га. В побутових стоках міста з населенням 2 млн чоловік щорічний вміст кадмію становить 18 т, хрому 150, міді 420, нікелю 40, свинцю 140, цинку 710 т (Плішко А. А., Майстренко М. І., 1985). Високий рівень важких металів обмежує можливості щодо широкої утилізації промислових стоків у землеробстві.

У цілому через антропогенні джерела порівняно з природними в атмосферу надходить, а потім і в ґрунт у 18 разів більше свинцю, в 8,8 раза більше кадмію і в 7,2 раза цинку.

У районах інтенсивного землеробства і високої концентрації промислового виробництва техногенна трансформація ґрунтів не тільки вже не відповідає інтенсивності природного ґрунтотворного процесу, а й набагато його перевищує. Неправильне знезараження промислових відходів призводить до настільки інтенсивного збагачення ґрунту металами, що, як зазначає М. А. Глазовська (1978), можна вже говорити про виникнення штучних біогеохімічних провінцій, техногенних ландшафтів. Між тим питання техногенного забруднення ґрунтів і спричинені цим процеси їх деградації, на жаль, ще не стали об'єктом посиленої і пильної уваги дослідників, хоч в цьому напрямку і робляться певні кроки.

Охорона ґрунтів від техногенного забруднення має свої особливості, які пов'язані на-

самперед з особливостями ґрунту як природного тіла. Відомо, що ґрунт менш динамічна і більш енергійна за своїми властивостями система, ніж вода і атмосферне повітря. Якщо останні можна відносно легко очистити від забруднення, то зробити це відносно ґрунту іноді взагалі неможливо.

Як багатозафова складна система з широким діапазоном генетичних властивостей, ґрунт являє собою ідеальне реакційне середовище для різних хімічних і фізико-хімічних процесів перетворення важких металів. Біота, вода, повітря відіграють винятково велику роль у формуванні родючості ґрунтів і беруть активну участь у взаємодії ґрунту з важкими металами, тому у нас є всі підстави розглядати ґрунт як екологічну систему.

Одна з особливостей технологічного забруднювання ґрунтів полягає в поступовому нагромадженні в них елементів-забруднювачів, що згодом призводить до значної їх концентрації. Ступінь проявлення цього процесу залежить від таких показників, як реакція ґрунтового розчину, кількість і якість гумусу, мулистості частини. Ґрунти з високою ємкістю вбирання, які насичені основами з нейтральною і лужною реакцією, більш інтенсивно нагромаджують метали, ніж кислі ґрунти з низьким вмістом гумусу і мінеральних колоїдів, недостатньою кількістю кальцію і магнію.

Форма існування і трансформування металів, що потрапили в ґрунт, також зумовлена його властивостями. В ґрунтах високогумусних з рН 7 і вище, які насичені кальцієм, вони утворюють малорозчинні сполуки та комплексні утворення і концентруються в основному у

верхніх шарах. У кислих ґрунтах важкі метали утворюють лабільні органо-мінеральні комплекси, здатні мігрувати вниз по профілю ґрунту.

Таким чином, рухомість важких металів, а значить, і вміст їх у рослинах залежать від фізико-хімічних властивостей ґрунту, які в свою чергу зумовлюють його буферність, захисні якості.

При виборі критерію оцінки ступеня забруднення ґрунту важкими металами насамперед виходять з того, як саме впливають ці забруднювачі на власне ґрунт, його властивості та в цілому на рівень родючості. М. А. Глазовська (1978) при ранжуванні забрудненості ґрунтів пропонує за основний критерій брати показник нормального функціонування ґрунтової системи, який визначається кількістю і якістю біомаси, що є продуктом ґрунту.

Потрапляючи в ґрунт, важкі метали вступають у хімічні та біохімічні процеси і у більшості випадків негативно впливають на їх спрямованість та інтенсивність. У великих концентраціях вони, як правило, викликають деградацію ґрунтової родючості. Стосовно терміну «деградація» зазначимо, що під ним ми розуміємо зміну ґрунтів з переходом їх на нижчі ступені класифікації (на основі визначення кислотності, кількості гумусу, мулу та інших, що зумовлюють родючість).

Забруднення ґрунтів важкими металами від різних промислових джерел, як правило, пов'язано з надходженням у ґрунт значної кількості окисів сірки та азоту, в результаті чого відбувається підкислення реакції ґрунтового

розчину. Помітному зрушенню рН у кислому напрямку сприяють і деякі метали, наприклад свинець. Підкислення ґрунтів нині набуло характерного явища: в індустріальних районах і навколо них відбувається локальне підкислення (Євдокимова Г. А., 1985; Аржанова В. С., 1985). Особливо це спостерігається на ґрунтах з невисокою ємкістю вбирання. Якщо в опідзолених ґрунтах Лісостепу цей вплив виражається двома і більше одиницями рН, то в чорноземах він менший.

Підкислення ґрунтового розчину супроводжується погіршенням багатьох фізико-хімічних і біохімічних показників родючості ґрунтів та інтенсифікацією мобілізаційних процесів, що, безумовно, негативно впливає на продуктивність ґрунту. Поблизу джерел забруднення в лізіметричних водах зафіксовано значне підвищення концентрації кальцію, магнію, заліза та інших елементів, причому вимиваються вони не тільки з верхніх шарів, а й за межі ґрунтового профілю. Коефіцієнти водної міграції і суспензійного потоку зростають в 3—10 разів (Гришина А. А., 1985).

Одержані дані (Еколого-економічні аспекти охорони ґрунтів Української РСР.— К.: Наук. думка, 1980) свідчать, що у чорноземів при техногенному забрудненні вимивається мінерального азоту, калію, заліза в 6—7 разів, а фосфатів кальцію і легкоокислюваної органічної речовини в 2—3 рази більше, ніж при відсутності забруднення. Внаслідок знижується ступінь насиченості ґрунтів основами, підвищується гідролітична кислотність. Відбувається також збіднення ґрунту на тонкодисперсний матеріал і деструкція ґрунтового профілю.

Крім того, змінюється характер трансформації органічної речовини: в лізіметричних водах переважають низькомолекулярні фракції.

З іншого боку, забруднення ґрунтів важкими металами зумовлює утворення важкорозчинних сполук основних елементів живлення. Свинець, вступаючи в реакцію з фосфором, утворює малорозчинний фосфат свинцю і тим самим призводить до нестачі фосфату в поживному балансі рослин. А. Д. Пинський та А. Т. Подгоріна (1986) експериментально довели, що свинець спричинює важкорозчинні осадки основних карбонатів, фосфатів або гідроксидів. Якщо у звичайних природних умовах утворення цих сполук незначне, то при забрудненні в зв'язку із збільшенням кількості вступаючих до реакції компонентів процес інтенсифікується, до того ж хімічні форми свинцю в техногенних викидах у термодинамічному відношенні менш стійкі, ніж природні, і швидше вступають у хімічні реакції, намагаючись перейти до більш сталого стану.

Рівень родючості ґрунтів значною мірою зумовлений їх біологічною активністю, направленістю та інтенсивністю діяльності «живого світу». Ця частина ґрунту найбільш чутлива до техногенного забруднення. Навіть при невисокому його рівні в негативному напрямку змінюється чисельність мікробного населення ґрунтів, співвідношення їх морфологічних груп. Особливо піддатливі інгібуючій дії важких металів сапрофітні бактерії, у той же час зростає кількість грибів (Лур'є Н. Ю., Важенин І. Г., 1985; Євдокимова Г. А., 1984; Фоміна Г. Н. та ін., 1985, та інші).

При надмірній кількості важких металів всі процеси трансформації азоту гальмуються, активність бактерій, що використовують азот, знижується. Уповільнюються і процеси розкладу в ґрунті азотовмісних речовин, пригнічуються процеси денітрифікації, синтезу вільних амінокислот. За силою впливу метали можна розташувати так:  $\text{Cr} > \text{Cd} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Pb}$  (Важенина Є. А., 1985; Євдокимова Г. А., Кислих Є. Є., 1984; Долгова Л. Г., Павлюкова Н. Ф., 1985; Chang F. H., Broden F. E., 1982).

Високу чутливість мікробіологічного населення до забруднення важкими металами широко використовують для моніторингу. Розроблено схему (Нікітіна З. І., 1985) основних його етапів, які, зокрема, включають норми-заходи для основних таксономічних і функціональних груп мікроорганізмів, вивчення їх реакції у відповідь на різні промислові токсиканти.

Показовим критерієм оцінки техногенного забруднення ґрунтів металами є ферментативна їх активність. Численними дослідженнями встановлено, що важкі метали пригнічують активність більшості ґрунтових ферментів — інвертази, уреаз, каталази, фосфотаз та інших, що відіграють величезну роль у біологічних процесах ґрунту (Панникова Є. Л., Перцовська А. Ф., 1982; Марусина Н. М., 1981; Mathur S. P., 1982). При зниженні ферментативної активності на 35—65 % техногенне забруднення ґрунтів кваліфікується як сильне. К. В. Григорян та інші вважають, що таке відбувається при перевищенні фонового вмісту металів: Мо — в 5,5 раза, Ni — в 2, Ti — в 1,6, Mn — в 1,5, Cu — в 2,7, Fe — в 1,2 раза.

Інактивація ферментної системи ґрунту знижує інтенсивність мінералізації органічної речовини і гумусоутворення, призводить до вираженої деградації ґрунтової родючості, що негативно впливає на врожай сільськогосподарських культур.

Аналіз (Еколого-економічні аспекти охорони ґрунтів УРСР. — К.: Наук. думка, 1980) багаторічних даних щодо врожайності сільськогосподарських культур, які вирощували поблизу великих міст, показав, що за умов техногенного забруднення вона знижується залежно від культури від 4 до 44 %. У середньому недобір сільськогосподарської продукції на найбільш забруднених ґрунтах становив 20—37 %. Крім того, відзначено зниження якості цієї продукції: вона містила вище за допустимий рівень токсичних металів, мала понижений вміст вітамінів, білків, вуглеводів, жирів тощо.

**Радіонуклідне забруднення ґрунтів.** Природне нагромадження радіонуклідів у ґрунті зумовлено, головним чином, вмістом їх у ґрунтоутвірній породі й характером ґрунтоутворного процесу. Кількість їх коливається від 2—7,9 мк рад/год в осадових до 12 мк рад/год у кристалічних породах. У процесі трансформації породи під впливом ґрунтоутвірних процесів у ґрунтах елювіально-гумідного ряду вихідний вміст радіонуклідів знижується, а в акумулятивно-гумідних, навпаки, зростає. В зонах недостатнього зволоження ґрунтів рівень їх незалежно від характеру рельєфу практично не змінюється, тобто розподіл по елементах рельєфу відсутній (Тюрюканова Е. Б., 1979).

Останнім часом з розвитком промисловості, насамперед тієї, що виробляє різні види



енергії, ґрунти республіки почали інтенсивно забруднюватися різними видами радіонуклідів. Особливо інтенсивно цей процес відбувається в 30-кілометрових зонах ТЕЦ на АЕС. В результаті в ґрунті поступово нагромаджуються такі радіоізотопи, як  $^{238}\text{уран}$ ,  $^{232}\text{торій}$ ,  $^{226}\text{радій}$  і  $^{14}\text{вуглець}$ . Досить істотно ґрунтові запаси радіонуклідів поповнюються через внесення фосфорних ( $^{90}\text{стронцій}$ ) і калійних ( $^{40}\text{калій}$ ) добрив. Але надзвичайно сильно забруднюються ґрунти в період проведення атомних вибухів і у випадку викиду паливної компоненти при аварії на АЕС.

Після чорнобильських подій вміст багатьох видів радіонуклідів у ґрунтах дуже збільшився. Особливу небезпеку для життя людини являють  $^{137}\text{цезій}$  (гаммовипромінювач),  $^{90}\text{стронцій}$  (бета-випромінювач) і  $^{239}\text{плутоній}$  (альфа-випромінювач).

Радіоактивне забруднення території країни внаслідок катастрофічної аварії на ЧАЕС відбувалося вкрай нерівномірно. Найбільше радіоактивного бруду випало в зоні, що прилягає до ЧАЕС, а також на західному та південному шляхах пересування атомної хмари. За ізотопним складом радіонуклідів також розподілилися нерівномірно. Якщо  $^{137}\text{цезій}$  випав на всій території, то  $^{90}\text{стронцій}$  переважно на початковому етапі південного напрямку, а  $^{239}\text{плутоній}$  — в межах 30-кілометрової зони.

Площа території, забрудненої радіонуклідами, включаючи зону відселення, де рівень активності цезію становить більше  $15 \text{ ки/км}^2$ , займає близько  $820 \text{ км}^2$ , а площа території, забрудненої цезієм в межах  $5\text{—}15 \text{ ки/км}^2$  —  $590 \text{ км}^2$ .

При перенесенні насичених на радіонукліди повітряних мас по векторах у бік від ЧАЕС найбільше радіонуклідної матриці випало на навітряних схилах макро- і мезорельєфу, а також на узліссі. Наприклад, у межах 30-кілометрової зони (стаціонар «Копачі») гамма-і бета-активності ґрунтів на північно-західному схилі моренного горба (Кавунова гора) становили відповідно  $36\text{—}44 \text{ ки/км}^2$  і  $370\text{—}480 \text{ ки/км}^2$ , а на завітряному схилі через  $20\text{—}40 \text{ м}$  гамма-активність знизилась до  $7\text{—}30 \text{ ки/км}^2$ , а бета-активність — до  $92\text{—}324 \text{ ки/км}^2$ . Через  $50\text{—}70 \text{ м}$  від горба гамма-і бета-активності знов зросли відповідно до  $51$  і  $696 \text{ ки/км}^2$  перед узліссям і до  $103$  і  $941 \text{ ки/км}^2$  на узліссі соснового лісу. Вказані відмінності цілком підтверджуються даними вимірів, які згодом були одержані при польовому обстеженні експериментальних ділянок (Прістер Б. С. та ін., 1989).

Радіоактивність ґрунтів, які залягають на рівнинній частині перед горбом, ближче до станції, не перевищувала  $10\text{—}23 \text{ ки/км}^2$  за гамма-активністю і  $114\text{—}185 \text{ ки/км}^2$  за бета-активністю.

Підвищений вміст радіонуклідів відзначено також по дну балки, що скоріше за все викликано нагромадженням радіоактивного забруднення зливовими і талими водами. На піщаному шлейфі балки гамма-і бета-активність становили відповідно  $43$  і  $383 \text{ ки/км}^2$ , а в її верхів'ях —  $75$  і  $893 \text{ ки/км}^2$ .

Процес горизонтального і вертикального поширення радіоактивного забруднення в межах ландшафтів залежить в основному від характеру рельєфу, кількості опадів і властиво-

стей ґрунтів. Наприклад, у районі стаціонару «Копачі», розташованого на південному схилі крутизною  $5^\circ$  і представленого середньозмитим ґрунтом на піщаній морені, тільки восени 1987 р. із забрудненого шару ґрунту вимилося в підґрунтові води  $1,2 \cdot 10^{-2}$  ки/км<sup>2</sup> <sup>90</sup>стронцію, а на північному схилі мореного горба крутизною  $7^\circ$ , зайнятого незмитим аналогом дерново-підзолистого ґрунту, — в 10 разів більше.

Основними факторами, що зумовлюють горизонтальну і вертикальну міграцію радіонуклідів, є поверхневий стік і ґрунтоутворні процеси. Останнє не тільки руйнує і подрібнює радіонуклідну матрицю, а й за допомогою окисно-фульвокислот вилучає радіонукліди, переводячи їх у рухомі у воді форми. Залежно від періоду року в ґрунтовий розчин (лізіметричні води) надходить  $4,2 \cdot 10^{-11}$ — $5,1 \cdot 10^{-8}$  ки/л <sup>137</sup>цезію;  $2,5 \cdot 10^{-11}$ — $1,1 \cdot 10^{-9}$  ки/л <sup>134</sup>цезію;  $3,4 \cdot 10^{-11}$ — $4,0 \cdot 10^{-9}$  ки/л <sup>106</sup>рутенію;  $2,6 \cdot 10^{-11}$ — $1,0 \cdot 10^{-8}$  ки/л <sup>144</sup>церію і  $3,0 \cdot 10^{-11}$ — $1,6 \cdot 10^{-8}$  ки/л <sup>90</sup>стронцію. Вміст цих елементів у підґрунтових водах набагато знижується через те, що певна частина адсорбується ґрунтоутворними і підстилаючими породами. Наприклад, для <sup>137</sup>цезію він становить  $1,4 \cdot 10^{-11}$ — $4,2 \cdot 10^{-10}$  ки/л. Приблизно стільки ж радіонуклідів у ставках і замкнутих водоймищах заплавл. р. Прип'ять і р. Уж, а вміст <sup>137</sup>цезію становить  $2,6 \cdot 10^{-11}$ — $4,9 \cdot 10^{-10}$  ки/л.

Згідно з даними стокових майданчиків, розташованих на різних за крутизною, експозицією і ступенем забруднення схилах, вміст радіонуклідів не перевищує  $4,4 \cdot 10^{-7}$  ки/кг у твердому і  $1,7 \cdot 10^{-9}$  ки/л у рідкому стоці.

У міру міграції радіонуклідів з внутрішньо-

ґрунтовим і поверхневим стоком значна їх частка поглинається водоносними породами або осідає у межах шлейфів водотоків і на дні водоймищ. У кінцевому підсумку, у водах Дніпровського каскаду концентрація радіонуклідів, наприклад <sup>137</sup>цезію, знижується до  $1,2$ — $1,6 \cdot 10^{-11}$  ки/л. Однак слід пам'ятати, що в місцях споживання вод цього каскаду (зрошувані землі й населені пункти) згодом ми обов'язково виявимо їх у ґрунтах і живих організмах як результат поступового нагромадження.

Звідси основним невідкладним завданням мають бути заходи, що спрямовані на зниження процесів деструкції радіонуклідної матриці, створення внутрішньогрунтових нуклідобирних прошарків і повне перехоплення і очищення поверхневого стоку. Нарівні з внесенням у ґрунт речовин, що прискорюють переведення нерозчинних форм радіонуклідів у розчинні, для посилення процесів інактивації їх рослинами необхідно також застосовувати ефективні заходи щодо захисту підґрунтових вод від забруднення радіонуклідами.

### 3.7. НЕГАТИВНІ ЯВИЩА В ҐРУНТОУТВОРЕННІ НА ОСУШЕНИХ ЗЕМЛЯХ

Осушення заболочених і болотних ґрунтів гумідних територій України, яке вже проведено на загальній площі 3 млн га, відчутно позначається на характері розвитку сучасних процесів ґрунтоутворення. Переважна більшість гідроморфних ґрунтів характеризується низькою ефективною родючістю через відсутність оптимального для культурних рослин

водно-повітряного режиму. Крім того, сильно виражені анаеробні процеси в гідроморфних ґрунтах призводять до нагромадження ряду токсичних для культурних рослин і агресивних для ґрунтоутворення речовин: редукованої органіки, закисного заліза, марганцю, сірки, газових сполук — водню, метану, сірководню тощо.

Трансформація органічної речовини відбувається за фульватним типом, консервуються «скелетні» залишки відмерлих рослинних тканин. Продукти анаеробіозису (гідроморфізму) при застійному водному режимі нагромаджуються в ґрунті, надаючи йому сизуватого кольору, ґрунт набуває в'язкої, липкої консистенції у вологому стані і зливої, твердої — у сухому. Механічний склад ґрунту сильно впливає на формування його агрофізичних властивостей при заболочуванні. Чим більш важкий (глинистий) ґрунт, тим інтенсивніше розвиваються глейові процеси. Органічні речовини прискорюють оглеєння ґрунтів.

Таким чином, гідроморфний процес ґрунтоутворення є негативним явищем, тому що він призводить до формування оглеєних низькородючих ґрунтів, які обмежено придатні для вирощування сільськогосподарських культур.

Глейові ґрунти, набувши слабкої водопроникності, створюють умови для подальшого застою води, поселення болотних рослин і як наслідок — для розвитку процесу торфоутворення. Нашарування торфу на поверхні землі як процес акумуляції сонячної енергії можна вважати позитивним явищем. Проте торфові землі в цілинному стані непридатні для використання під сільськогосподарські угіддя,

оскільки характеризуються двофазною системою (тверда, рідка фази), переважанням відновних процесів, низькою біогенністю і окисно-відновним потенціалом. Величину останнього в цілинних перезволожених ґрунтах визначають насамперед залізисті сполуки, кисень та органічні речовини.

Осушення заболочених і болотних ґрунтів передбачає інтенсифікацію їх використання в сільському виробництві, поширення площ під посіви кормових культур, і в цьому полягають його позитивні сторони. Ефективною альтернативою осушенню як способу оптимізації водно-повітряного режиму гідроморфних ґрунтів поки що немає. Проте обсяг водних меліорацій (осушення і зрошення), що виконаний в останні десятиріччя, різко перевершив можливості ведення високої культури меліоративного землеробства. Наявність названої дисгармонії, а ще й до того низький технічний рівень та якість гідромеліоративного будівництва негативно вплинули на розвиток сучасного ґрунтоутворення, спрямувавши його в регресивний напрям. При цьому основна мета осушення — підвищення продуктивності ґрунтів — не досягається або досягається шляхом невиправдано високих еколого-економічних витрат.

Осушення земель у республіці охопило широкий спектр різних видів заболочених і болотних ґрунтів, характерною ознакою яких є висока просторова їх мозаїчність, складна типологічна та геолого-гідрологічна структура. Це є однією з причин того, що в структурі меліоративного фонду опинилося до 15—25 % ґрунтів, які не підлягають гідротехнічній меліорації. Серед осушених ґрунтів ґрунти з різним

бонітетом, ступенем оглеєності, екологічною уразливістю. Нерідко загальний бонітетний бал дерново-підзолистих і дернових зв'язнопіщаних і супіщаних глеюватих ґрунтів після осушення знижується (Сміян М. І., 1980; Романова Т. А., Меєровський А. С., 1989, та інші) на кілька одиниць.

Враховуючи неоднорідність ґрунтового покриву і виходячи з різної реакції осушених ґрунтів на природні й антропогенні впливи, слід виділити такі основні агроекологічні групи осушених земель України: землі з переважанням низинних торфових ґрунтів слабкислої та кислої реакції; землі з переважанням торфових карбонатних, залізисто-карбонатних чи засолених, середньо- та багатозольних ґрунтів; землі неоднорідного ґрунтового покриву, в якому поєднуються ділянки неглибоких торфових та торфово-глейових ґрунтів з дерновими і дерново-підзолистими оглеєними піщаними та супіщаними; землі з переважанням дернових карбонатних оглеєних ґрунтів, які живляться жорсткими підґрунтовими водами; землі з переважанням дерново-підзолистих глейових та дерново-глейових зв'язнопіщаних і супіщаних ґрунтів; землі з переважанням дерново-глейових лучних і лучно-болотних ґрунтів важкого гранулометричного складу.

За даними першого крупномасштабного обстеження ґрунтів України, в складі сільськогосподарських угідь налічувалося 1 млн 173 тис. га різних видів болотних ґрунтів, не враховуючи приблизно 320 тис. га торфових боліт у межах держлісфонду. Площа торфових земель, в яких глибина органічних шарів перевищує 100 см, становила 690 тис. га.

За нашими даними, а також даними ряду дослідників (Євдокімова Н. В., 1976; Гордійчук А. С., 1978; Бескровний А. К., Цюпа Н. Г., 1973, та інші), щорічно і безповоротно в умовах лучнопольового використання в середньому мінералізується 7—9 т торфу на одному осушеному гектарі. Внаслідок цього за останні три десятиріччя відбулося зменшення торфових ресурсів на Україні на 120—150 млн т. Слід відзначити, що загальні запаси торфу в перерахунку на суху масу становили на початок осушувальних меліорацій 960 млн т. Крім того, на Україні для різних потреб і, перш за все, на добрива щорічно видобувають до 20 млн т торфу. Таким чином, триває безсистемне використання цінних енергоємких торфових ресурсів, що в недалекій перспективі може призвести до їх повного вичерпання. Все це потребує термінової розробки і переходу на екологічно вивірену систему раціонального використання торфових земель. На жаль, прямих даних щодо трансформації осушених торфових ґрунтів через відсутність моніторингу немає. В той же час на практиці нерідко спостерігається повна трансформація торф'янисто- і торфоглейових ґрунтів (глибиною торфу менше 30 см) в мінерально-піщані землі.

Спрацювання осушених торфових ґрунтів є об'єктивним природним явищем і воно буде продовжуватися. Проте його темпи можна максимально загальмувати, а сам процес видозмінити в напрямку поступового формування біохімічно стійких перегнійних ґрунтів. Звідси головною метою регульованого ґрунтоутворення на осушених торфовищах є максимальне посилення процесів гуміфікації торфової

маси, рослинних решток, гумусофіксації і формування стійкого органічно-мінерального ґрунтового комплексу.

Таке негативне явище, як спрацювання торфовищ, не слід недооцінювати, тому що після їх мінералізації умови і можливості для цілеспрямованого ґрунтоутворення дуже ускладнюються, а то й зовсім можуть зникнути. Між тим вони мають величезне значення для підвищення родючості ґрунтів. Так, з 1 т середньорозкладеного торфу утворюється до 350—400 кг гумусових речовин, в той час як із свіжих рослинних решток не більше 120—150 кг. Вихід перегною із сильно розкладеного торфу може досягати 550—750 кг, що в 4—5 разів вище, ніж із свіжого рослинного опад.

Цікаві результати одержані білоруськими ґрунтознавцями (Бамбалов М. М., 1984; Бамбалов М. М., Кліцунова В. А., 1985, та інші) щодо залежності природи гумусових речовин торфу від видового ботанічного складу рослин-торфоутворювачів. Вони встановили, що торфи деревинного і очеретяного ботанічного складу більш схильні до перетворення у перегнійні, вони стійкіші проти мінералізації, ніж група осокових і мохових торфів. Останні під час осушення виявляють біохімічну нестійкість, швидко мінералізуються, а ступінь гуміфікованості їх при використанні підвищується слабо. Ці явища пов'язані з різним співвідношенням ароматичних і вуглеводнево-поліпептидних фрагментів у будові молекул органічних сполук. Збагачені на ароматичні фрагменти гумусові речовини більш стійкі проти мінералізації, ніж гумусові речовини з переважанням вуглеводнево-поліпептидних ланцюгів.

Виявлені закономірності щодо впливу ботанічного складу торфу на процес його гуміфікації передбачають відповідну диференціацію способів окультурення та використання.

Великої шкоди осушенням землям, крім спрацювання торфовищ, завдає також вторинне озалізнення, окарбоначення та осолонцювання ґрунтів. Після осушення в аерованому шарі ґрунту вміст залізистих сполук збільшується (табл. 41). В період літнього сезону, коли переважає випітний водний режим, рухомі закисні форми залізистих сполук, піднімаючись з капілярним потоком, випадають в осад на межі різкого перепаду окисно-відновного потенціалу. Процес озалізнення охоплює кореневмісний шар ґрунту і призводить до утворення залізистих і рудякових мінеральних ґрунтів з несприятливими для рослин фізико-хімічними та агрофізичними властивостями. На глибині 20—40 см у дерново-глейових, лучно-болотних та інших ґрунтах формується суцільний рудяковий горизонт, дуже щільний, слабо водопроникний, з низькою родючістю. На цьому горизонті застоюється верховодка і відбувається повторне заболочення осушених ґрунтів. Озалізнення їх є одним з найбільш поширених негативних явищ в ґрунтоутворенні і вимагає вчасного запобігання і знешкодження шляхом впровадження комплексу агро меліоративних заходів. На території Турийсько-Ковельського агроґрунтового району Волинської області на окремих ділянках осушених заплавних земель утворилися торфові «залізисті солончаки», в яких вміст валових форм заліза досягає 40—50 вагових процентів, а то й більше.

#### 41. Зміна вмісту заліза в торфових ґрунтах України після осушення

Назва ґрунтів і об'єктів	Глибина, см	Валовий вміст заліза, %	Аморфне залізо за Таммом	
			мг/100 г ґрунту	% валовий від валового вмісту
Торфовий глибокий цілинний; болото «Замглай», Чернігівська область	0—20 40—60	2,63 1,77	510 189	19,4 10,7
Той самий, але осушений	0—20	2,75	569	20,7
18-річного використання	40—60	2,36	368	15,6
Торфовий глибокий карбонатний цілинний; заплава р. Верхній Єзуч, Сумська область	0—20 40—60	3,00 2,80	459 372	15,3 13,3
Той самий, але осушений	0—20	4,95	1129	22,8
5-річного використання	40—60	3,75	971	25,9
Торфовий середньоглибокий карбонатний, цілинний; заплава р. Турія, Волинська область	0—50	1,45	249	17,2
Той самий, але осушений	0—50	18,5	3978	21,5
20-річного використання				

Закритий матеріальний дренаж у залізистих ґрунтах швидко захохрюється, особливо в гірловій частині, і виходить з ладу.

Аналогічно до залізистих акумуляцій в осушених ґрунтах нагромаджується карбонат кальцію, вміст якого нерідко перевищує 60 %. У профілі ґрунту утворюються також чисті карбонатні прошарки.

Сильне окарбоначення та озалізнєння осушених ґрунтів погіршують їх водний і пожив-

ний режими. В посушливі періоди на цих ґрунтах швидко настає дефіцит вологи, ґрунт легко піддається вітровій ерозії. На залізистих, залізисто-карбонатних і карбонатних ґрунтах відбувається необмінна фіксація фосфатних іонів, які скріплюються ґрунтом у мало доступні для рослин форми. Для цих ґрунтів характерні надлишкові газові втрати азоту. Оптимізація азотного режиму на сильно карбонатних ґрунтах має свої особливості й спрямована перш за все на інтенсифікацію процесів іммобілізації азотних сполук.

Крім озалізнєння та окарбоначення, в осушених ґрунтах можуть посилюватися такі негативні процеси, як осолонцювання і залуження. Останні явища мають місце в осушених ґрунтах заплавлів лівобережного Лісостепу, де поширені різного ступеня засолені ґрунти. Осушення певною мірою торкнулося і тих ґрунтів, які ми зустрічаємо на Трубизькій, Оржицькій, Хорольській, Смолянській та інших меліоративних системах. Після їх осушення зона максимальної акумуляції водорозчинних солей дещо знижується, одночасно посилюється напруженість у процесах галоморфізму та міграційна пульсація солевих горизонтів ґрунту. Все це призводить до утворення солонцюватих солончакових різновидів осушених ґрунтів з близьким заляганням мінералізованих підґрунтових вод. Наявність натрієвих солей погіршує агрофізичний стан ґрунту, особливо мінерального важкого гранулометричного складу. Торфові засолені ґрунти внаслідок нейтралізуючої дії органічних речовин і високої вологості не проявляють вираженого шкідливого впливу на продуктивність заплавлівних культурних лук,

проте вони швидко деградують в умовах розорювання та використання під просапні культури: мінералізація й осолонцювання ґрунту посилюються.

Закритий матеріальний дренаж вважається більш технічно досконалим і прогресивним способом осушення земель. Проте чим більше дренаваний ґрунт, особливо легко гранулометричного складу з високою фільтраційною здатністю, тим сильніше вимиваються поживні речовини, органічні сполуки і продукти їх розкладу, залишки агрохімікатів. Це призводить, з одного боку, до збіднення ґрунту, а з другого — до забруднення водотоків і водоймищ меліоративних систем продуктами виносу. За даними багатьох авторів Пелешенко В. І., 1975; Рябцева Г. П., 1981; Трускавецький Р. С., 1989, та інші), мінералізація поверхневих і підґрунтових вод на дренаваних окультурених мінеральних ґрунтах підвищується в 1,5—2 рази.

Посилення елювіальних процесів в осушених ґрунтах знижує коефіцієнт використання мінеральних та органічних добрив, збільшує матеріальні збитки на підтримання балансової рівноваги поживних елементів ґрунту в культурному землеробстві. Але, з іншого боку, добре дренаваний ґрунт утворює кращі умови для його окультурення і автоматизованого водорегулювання.

Посилення елювіального процесу і виносу речовин у дренаваному ґрунті необхідно компенсувати відповідним збільшенням ємкості вбирного комплексу. На осушених оглеєних ґрунтах важкого гранулометричного складу внесення органічних добрив у великих дозах може призвести до нагромадження редукова-

них шкідливих для рослин сполук. На фоні глибокого підпушування ці негативні явища знешкоджуються.

Зміни в гранулометричному складі окремих горизонтів мінеральних осушених ґрунтів також негативно можуть вплинути на умови вирощування сільськогосподарських культур. За повідомленням В. Р. Булдея і С. Т. Вознюка (1987), у верхньому горизонті (0—30 см) зменшується вміст мулистих часток, а в нижньому (30—60 см) він помітно зростає. Це значить, що дренавання ґрунту призводить до формування текстурно-диференційованого його профілю. В більш легких ґрунтах відбуваються втрати колоїдних часток з дренажними водами, вони осідають у дренах. Разом з ними втрачаються поживні і водорозчинні органічні речовини. При цьому осушений ґрунт поступово підкислюється, що є причиною розвитку підзолистого процесу.

Отже, враховуючи характер динаміки сучасних процесів у дренаваних ґрунтах, необхідно передбачати відповідні заходи з оптимізації їх родючості й захисту від деградації.

У кінцевому підсумку відзначимо, що всі негативні процеси в осушених землях піддаються регулюванню і своєчасному запобіганню, але правильне їх окультурення і управління має здійснюватися на базі якісної інформації про зміну їх ґрунтово-меліоративного стану, яку можна одержати в результаті постійно діючого ґрунтового моніторингу.

## 4. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИНЦИПІВ І НАУКОВО-ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОСНОВ МОНІТОРИНГУ ҐРУНТОВОЇ РОДЮЧОСТІ

### 4.1. ЗАХОДИ, ЩО ЗАПОБІГАЮТЬ ДЕГУМУФІКАЦІЇ ҐРУНТІВ

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, збільшення обсягів застосування мінеральних добрив при недостатньому рівні внесення органічних призвели до посилення багатьох деградаційних явищ у ґрунті й насамперед тих, що пов'язані із зниженням вмісту в ньому гумусу.

Зменшення витрат гумусу, стабілізації його вмісту можна досягти шляхом застосування таких заходів: внесення органічних і мінеральних добрив; сівба багаторічних трав, залишення високої стерні зернових культур; мінімалізація обробітку ґрунту; створення оптимального співвідношення культур у сівозмінах, застосування меліорантів (вапна, дефекату, гіпсу та ін).

Серед прийомів, що сприяють забезпеченню бездефіцитного балансу гумусу, створенню багатого на гумус біологічно активного структурного горизонту, найважливіша роль належить рослинним решткам і органічним добривам.

Польові культури за впливом на рівень гумусного стану ґрунту можна поділити на три групи: багаторічні трави, однорічні зернові та зернобобові, однорічні просапні культури. Позитивний вплив першої групи рослин залежить від ґрунтово-кліматичних умов, рівня врожаю, сорту і густоти рослин. Коренева маса багато-

річних трав у перший рік використання (на другий рік життя) в 1,5 раза, а на другий рік — в 2 рази перевищує масу коренів і стерні однорічних зернових культур. Гумус утворюється в умовах послаблення аеробних процесів внаслідок ущільнення ґрунту і обмеженого в зв'язку з цим припливу кисню, що насамперед збільшує гумуфікацію рослинних решток.

У другій групі озимі зернові більше, ніж ярі й зернобобові, забезпечують надходження до ґрунту решток (15—30 ц/га). Просапні культури (третя група) залишають у ґрунті найменшу кількість рослинних решток, а також характеризуються більшим виносом поживних речовин і більшою вимогливістю до рівня гумусованості й родючості ґрунту. Витрати гумусу під ними вдвоє вищі за культури звичайної рядкової сівби. Кількість його залежить від природи органічних матеріалів і умов розкладу.

Sebilotte (1967) розрахував та звані ізогумусові коефіцієнти, що характеризують масову кількість гумусу (% на суху речовину), який утворюється в ґрунті з різних органічних джерел. Наприклад, для соломи ізогумусовий коефіцієнт становить 10 %, для коренів і корених шийок рослин — 18, для гною — 20—40 %, для дуже молодих рослин і зеленого добрива — близько нуля.

Отже, до заходів, що надають можливість збільшити надходження органічної речовини до ґрунту, слід віднести поширення посівів багаторічних трав, особливо бобових, вирощування проміжних культур, сидератів, заміну чистих парів зайнятими.



Основою регулювання кругообігу речовин у землеробстві й досягнення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах є раціональне застосування органічних добрив. За узагальненими даними М. М. Конової (1963), коефіцієнт гуміфікації органічних добрив становить 0,2—0,3. За даними Г. Я. Чесняка, коефіцієнт гуміфікації ґною в чорноземі типовому лівобережного Лісостепу дорівнює 0,23. При сумісному внесенні ґною і мінеральних добрив гумусу в ґрунті нагромаджується на 10—15 % більше, ніж при внесенні лише ґною (Єгоров В. Є., 1978).

Найефективніша доза внесення ґною в Лісостепу і на Поліссі під просапні культури — 30—50 т/га, під озимі — 20—30, в Степу відповідно 30—40 і 20—25 т/га. Перевищення їх супроводжується значним зменшенням (у 1,5—2 рази) окупності витрат і рентабельності, погіршенням якості продукції вирощуваних культур, а також призводить до негативних екологічних наслідків, пов'язаних із забрудненням середовища і зниженням меліоруючої дії органічних добрив.

Наші дослідження процесів гуміфікації і мінералізації рослинних субстратів з використанням кінетичної моделі трансформації показують, що кожному агротехнічному заходу відповідає свій рівень самостабілізації гумусу, причому дози органічних речовин повинні збільшуватися за тим самим законом, за яким відбувається розклад. Намагання форсувати цей процес не дає бажаних результатів у зв'язку з різким збільшенням процесів мінералізації і призводить лише до марнотратства як органічних речовин, так і поживних елементів.

Значно впливає на процеси гумусоутворення спосіб внесення органічних добрив у ґрунт: при поверхневому — посилюються мінералізаційні процеси, при заорюванні — зменшуються. Як показують дослідження О. Д. Фокіна (1977), виконані за допомогою ізотопного мічення вуглецю, при поверхневій локалізації органічних речовин зони надходження гумусоутворювачів і зони їх ефективної гуміфікації просторово не збігаються. При внутрішньогрунтового надходженні органічних речовин вони розкладаються в 2—3 рази швидше, ніж при поверхневому.

Механічний обробіток — один із найефективніших факторів, що впливає на гумусовий стан ґрунтів. Процеси перетворення органічної речовини ґрунту втрачають акумуляційний і набувають мінералізаційний напрямок, внаслідок чого азот вимивається з ґрунту або відновлюється до вільного.

Узагальнення даних тривалих дослідів стосовно впливу безполіцевого обробітку на гумусний стан ґрунтів свідчать, що зменшення глибини біологічно активного шару ґрунту не супроводжується зменшенням вмісту гумусу в нижчих шарах. Отже, не сама по собі гумусованість має першочергове значення в досягненні високого рівня врожаїв та їх стабільності, а насамперед глибина гумусованого кореневмісного шару ґрунту. Тому найдоцільніше з цієї точки зору раціонально поєднувати мінімальний обробіток з оранкою й удобренням.

Поліпшує гумусний стан ґрунтів внесення кальційвмісних сполук — вапна і гіпсу. Вапнування ґрунтів насамперед позитивно впливає на склад гумусу, особливо в дерново-підзоли-

стих, збільшуючи вміст у ньому гумінових кислот, поширюючи співвідношення ГК : ФК. Гній у поєднанні з вапном певним чином змінює тип утворення гумусу в дерново-підзолистому ґрунті, наближаючи його до дернового, але водночас останній продовжує зберігати ряд властивостей, характерних для ґрунтів цього типу.

Численними дослідженнями встановлено значне зростання вмісту гуматів кальцію при вапнуванні сірих і темно-сірих лісових ґрунтів. В. Є. Єгоров (1985) відзначає, що нині треба використовувати кальційвмісні меліоранти не тільки як меліоранти кислих ґрунтів, а й як засоби закріплення новоутворених гумусових сполук. У цьому відношенні гіпс краще за вапно закріплює органічні речовини в ґрунті.

За даними Т. О. Гринченка (1972), внесення на темно-сірих лісових ґрунтах Рівненської області 20 т/га гною на фоні 3 т/га вапна супроводжувалося збільшенням вмісту гумусу на 0,12 % порівняно з неудобреними варіантами. При застосуванні гною на фоні дії і післядії 2,5 т/га гіпсу відмічалось більш стабільне (на 0,4 %) підвищення загального вмісту гумусу в орному шарі неудообрених ділянок і на 0,21 % порівняно з варіантом, де вносили гній. У варіанті гній + гіпс фіксувалося чіткіше збільшення вуглецю гумусових кислот.

Отже, дефіцит балансу органічної речовини ґрунту при інтенсифікації сільськогосподарського виробництва можна ліквідувати за рахунок інтенсивного біологічного кругообігу речовин у системі ґрунт — рослини. Основою такого регулювання є агротехнічні заходи, які сприяють більшому надходженню до ґрунту

органічних речовин у вигляді кореневих, післяживних решток і органічних добрив, а також створюють сприятливіші умови їх гуміфікації.

#### 4.2. ПРИЙОМИ УПРАВЛІННЯ РОДЮЧІСТЮ ҐРУНТІВ МЕЛІОРАТИВНОГО ФОНДУ

Меліорація земель — це процес прискореного окультурення малопродуктивних ґрунтів та підвищення їх родючості. Серед меліоративних впливів треба розрізняти дві групи: докорінне поліпшення будови, складу та властивостей ґрунтів і безпосередня оптимізація ґрунтових процесів, основних режимів. До першої групи ми відносимо такі види меліорацій, як хімічні, структурні, культуртехнічні, колідно-хімічні, техногенні (рекультивация земель) та ін. До другої — водні меліорації (зрошення та осушення), застосування високонцентрованих мінеральних добрив, безполіцевого розпушування ґрунту тощо.

Першу групу меліоративних впливів, що регулює режим ґрунту непрямо, а через відповідну реорганізацію ґрунтової структури, раціонально поєднувати з другою, бо сама по собі вона нерідко призводить до негативних явищ у ґрунтоутворенні.

Низькородючі землі, що потребують тих чи інших меліоративних заходів, займають на Україні значні площі: перспективні землі фонду зрошення — 14 млн га, осушення — 4,5, вапнування — до 12, гіпсування — до 4 млн га та ін.

Меліорація земель, яка здійснюється на науковій основі, створює сприятливі умови для подальшої інтенсифікації землеробства, стабі-

лізації урожайності та зниження непродуктивних витрат матеріальних і енергетичних ресурсів у технологічному циклі вирощування сільськогосподарських культур.

**Зрошувані землі.** Зрошенням на Україні нині охоплено близько 2,6 млн га земель. На Поліссі їх близько 1 %, в Лісостепу — 14, північному Степу — 31, південному Степу — 28, сухому Степу — 25 і в гірській зоні близько 1 % загальної площі республіки (Кукоба П. І. і співавтори, 1989). Основний фонд орних зрошуваних ґрунтів (понад 60 %) представлений чорноземними ґрунтами (чорноземи південні, типові й опідзолені).

Головним джерелом зрошення в республіці є води Дніпра і водосховищ дніпровського каскаду; широко використовують також води Дунаю, Дністра, Південного Бугу та менших річок і водоймищ.

Більшість водних джерел зрошення мають мінералізацію менш як 1 г/л, склад їх переважно гідрокарбонатно-кальцієвий і змішаний за катіонами. Співвідношення активностей іонів натрію і кальцію  $\frac{a_{\text{Na}}}{V a_{\text{Ca}}}$ , а також потенціалів  $\frac{\text{pH} - \text{pNa}}{\text{pNa} - 0,5\text{pCa}}$ , що запропоновані для іри-

гаційної оцінки як показники відносної потенційної адсорбції натрію, як правило, всюди відповідно вищі за одиницю і чотири. Вони класифікуються як «обмежено придатні» для зрошення через можливість залуження і осолонцювання (Кукоба П. І. і співавтори, 1989).

Зрошення на ґрунтові режими і ґрунтоутворенні процеси впливає по-різному. За високої культури зрошуваного землеробства сприятливі властивості й режими ґрунтів можуть до-

сить тривалий час зберігатися (Балюк С. А., 1987; Балюк С. А. і співавтори, 1988), але є чимало прикладів щодо негативних змін, які зумовлені зрошенням. Причиною останнього є підйом рівня підґрунтових вод і зміна природних автоморфних умов ґрунтоутворення на напівгідроморфні і гідроморфні. Площа підтоплених земель з глибиною залягання підґрунтових вод 1,5 м і менше становить 3 % площі зрошення, в тому числі вторинно підтопленнях — близько 1 % (Баєр Р. О., 1987).

Зрошення призводить до помітної трансформації якісного складу солей. При цьому зростає загальна і токсична лужність, вміст водорозчинного натрію і внаслідок цього звужується відношення кальцію до натрію (від 3—10:1 до 1—3:1).

На інтенсивність осолонцювання суттєво впливають якість зрошувальних вод та меліоративні умови. При зрошенні автоморфних ґрунтів вміст увібраного натрію, як правило, зростає від 0,6—1 до 2—3 % суми увібраних катіонів, а співвідношення  $\frac{a_{\text{Na}}}{V a_{\text{Ca}}}$  від 0,3—0,5 до 0,7—3. В гідроморфних умовах ці процеси відбуваються ще інтенсивніше.

В умовах зрошення зміни щодо вмісту гумусу, головним чином, визначаються структурою посівних площ і рівнем застосування органічних добрив. У сівозмінах без багаторічних трав і гною баланс гумусу негативний, у тих самих сівозмінах, але з внесенням 10—15 т/га гною направленість гумусоутворення не змінюється, знижуються тільки темпи втрат; у сівозмінах з багаторічними травами (25—30 %) без гною помітна тенденція до негативного балансу гумусу, а з багаторічними травами і

гноєм (10—15 т/га) він стає бездефіцитним.

Зміни агрофізичних властивостей зрошуваних ґрунтів зумовлені як фізико-хімічними процесами (залуження, осолонцювання), так і механічною дією поливної води і сільськогосподарської техніки. Вони мають сезонно-зворотний характер з дрейфом у багаторічному режимі зрошення в напрямку погіршення: підвищується об'ємна маса, брилистість, зменшується коефіцієнт структурності й водопроникності.

Таким чином, ступінь зміни властивостей зрошуваних ґрунтів різний: від слабкого до досить сильного, що залежить, головним чином, від якості поливних вод, властивостей ґрунтів і культури землеробства. Встановлені закономірності щодо трансформації властивостей зрошуваних ґрунтів дають змогу намітити конкретні шляхи їх поліпшення і підтримання в сприятливому інтервалі значень. Для правильного вибору заходів необхідно визначити ступінь їх окультуреності або деградації. Діагностичні критерії щодо чорноземів у незрошуваних умовах наведено в роботах В. В. Медведєва (1983, 1988), Г. Я. Чесняка (1983) та інших. На основі узагальнення експериментального матеріалу розроблено діагностичні критерії ступеня деградації зрошуваних чорноземів (звичайних і типових), які необхідно використовувати при вирішенні питань контролю і управління родючістю зрошуваних ґрунтів (табл. 42).

В загальному вигляді заходи з управління родючістю ґрунтів залежно від якості зрошувальних вод і ступеня деградації зрошуваних чорноземів наведено в таблиці 43.

42. Діагностичні критерії ступеня деградації чорноземів за основними властивостями в орному шарі

Показники	Ступінь деградації і параметри її показників		
	слабкий	середній	сильний
Вміст токсичних солей у водній витяжці, %	0,1—0,2	0,2—0,3	>0,3
Відношення Са до Na	1,5—1,3	0,5—1,5	<0,5
Вміст іонів, мекв/100 г ґрунту:			
HCO <sub>3</sub> — Са	0,3—0,7	0,7—1,0	>1,0
Cl	0,2—0,5	0,5—1,0	>1,0
Вміст обмінних Na+ +K, % від суми	2,5—4,0	4,0—8,0	>8,0
Відношення $aNa/V^{aC}Ia$	0,5—1,5	1,5—4,0	>4,0
pH водний	7,5—8,0	8,0—8,5	>8,5
Зменшення вмісту гумусу, % від вихідного	До 5	5—20	>20
Структурно-агрегатний склад, %:			
повітряносухі агрегати 0,25—10 мм	60—75	50—60	<50
водостійкі агрегати	35—45	25—35	<25
Рівноважна щільність, г/см <sup>3</sup>	1,30—1,40	1,40—1,50	>1,50
Водопроникність, мм/год за першу годину	50—100	30—50	<30

Заходи з управління родючістю ґрунтів набувають більшої ємкості й насичення в міру погіршення якості поливних вод і підвищення ступеня деградації ґрунтів. Диференційована з врахуванням конкретних ґрунтово-меліоративних та загальних екологічних умов система агромеліоративних заходів включає різні напрямки, а саме: хімічну меліорацію, фітомелі-

43. Заходи по збереженню і поліпшенню властивостей чорноземів залежно від ступеня деградації і якості зрошувальних вод

Клас води за методикою УНДІГА	Ступінь деградації	Заходи
I Придатні для зрошення	Недегрований	Заходи спрямовані на збереження властивостей і включають мінімалізацію обробітку, систематичне застосування гною в дозах, що забезпечують бездефіцитний баланс органічної речовини, суворо нормовану подачу поливної води, сівозміни з люцерною, періодичне (1 раз на 10—15 років) внесення кальційвмісних речовин
II Обмежено придатні внаслідок осолонцювання, залуження й засолення	Слабосередній	Заходи спрямовані на поліпшення властивостей і запобігання деградаційним змінам і включають комплексне застосування прийомів: систематичне внесення підвищених (на 10—20 %) доз органічних добрив; прийоми хімічної меліорації ґрунтів або зрошувальних вод; впровадження сівозмін із значною часткою (>30 %) багаторічних бобових трав; елементи мінімалізації обробітку; водозберігаючі режими зрошення; промивання методом дощування на фоні дренажу; внесення мінеральних добрив з поливною водою

Продовження

Клас води за методикою УНДІГА	Ступінь деградації	Заходи
III Умовно придатні для зрошення	Середній — сильний	Те саме + більш високі дози меліорантів і переважно з поливною водою, одноразове внесення великих доз органічних добрив (до 80—100 т/га), підбір культур

орачію і сівозміни, нормативні дози добрив і раціональні прийоми їх внесення, «зберігаючі» режими зрошення та ін.

Застосування прийомів хімічної меліорації на чорноземних ґрунтах залежить від якості зрошувальних вод (як правило, це обмежено придатні для зрошення через можливість залуження і осолонцювання); осолонцювання ґрунтів розвивається необоротно і повсюдно.

Існує кілька принципово різних способів поліпшення якості води: опріснення (демінералізація), детоксикація, біологічна й хімічна меліорація, розведення, активація та ін. Найбільш практичне значення має обробка вод кислотами (сірчаною, азотною), фосфогіпсом, гіпсом, нітратом кальцію і сумішшю азотнокислих солей (Авторські свідоцтва № 1025715, 1432085).

Найбільш ефективно впливають на ґрунт фосфогіпс, гіпс, вапняні матеріали, в тому числі дефекат, нітрат кальцію, сірчанокисле залізо, лігнін сумісно з кальцієвим меліорантом та ін. Дози меліорантів розраховують за спеціально розробленими формулами (Кукоба П. І. із

співавторами, 1989). Такі прийоми поліпшують фізико-хімічні та агрофізичні властивості зрошуваних ґрунтів, знижують рухомість органічної речовини і в кінцевому підсумку забезпечують від 3—5 до 10—20 % приросту врожаїв.

Для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу, як уже вказувалося вище, в зрошуваних ґрунтах необхідно вносити не менше як 10—15 т/га гною (при обов'язковій наявності бобових трав). З органічних добрив використовують всі види гною, соломі, зелене добриво, лігнін сумісно з азотними добривами (на 1 т лігніну 1,5—2 кг азоту) і кальцієвими меліорантами, донні відклади і відходи фітохімічного виробництва (Савенков П. Ф. і співавтори, 1990). Технологія використання останніх включає залежно від складу відходів засоби буртування, проморожування, підсушування, змішування з мінеральними добривами і меліорантами (Балюк С. А. і співавтори, 1989). З метою зниження втрат поживних елементів доцільно також приготування на основі гною, лігніну і відходів фітохімічного виробництва сипких або гранульованих органо-мінеральних добрив (ГОМд) з регульованим співвідношенням компонентів.

Головна особливість удобрення зрошуваних земель полягає в необхідності роздільного внесення елементів живлення з врахуванням фаз розвитку рослин. Підживлення з поливною водою (фертигація) здійснюють як однокомпонентними добривами, так і різними їх сумішами. Особливу цінність при цьому являють рідкі добрива: рідкі комплексні добрива (РКД), розчин карбамідно-аміачної суміші

(КАС), рідкі азотні добрива на основі відходів — концентрованих розчинів іонообмінних смол (ТУ 113-04-05-2-85), які містять 12—15 % азоту (вони відомі під назвою Первомайські азотні добрива — ПАД). Змішуючи в певних співвідношеннях ПАД і РКД або КАС і РКД, можна одержувати ефективну суміш.

Способи, строки і дози використання рідких добрив при зрошенні залежать від біологічних особливостей культур і ґрунтово-меліоративних умов. Для цього складають суміщений графік поливу і внесення добрив. Найбільшого ефекту досягають при поєднанні звичайного способу внесення добрив (50 % розрахункової дози) і фертигації.

Добрива разом з поливною водою вносять за допомогою дозуючих пристроїв (гідропідживлювачами, установками «Фрегат», «Волжанка», «Днепр» тощо) (Івашкін В. І., 1986). УкрНДІ зрошуваного землеробства створено високопродуктивну гідроциклонну установку ГУД/250-30 «Геничанка» для дозованої подачі добрив і хімічних меліорантів. УкрНДІ ґрунтознавства і агрохімії (Балюк С. А. і співавтори, 1988) розроблено технологію внесення рідких добрив і меліорантів з поливною водою, згідно з якою введення розчину добрив у поливну воду здійснюється за допомогою плунжерного насоса-дозатора типу НД. Дослідженнями встановлено, що така технологія сприяє зменшенню надлишкової кількості азоту в ґрунті й рослинах. Втрати при цьому в 2—3 рази нижчі, ніж при розкидному способі внесення добрив.

Одна з особливостей системи удобрення на зрошуваних землях полягає в необхідності ди-

ференціації доз і способів внесення добрив з врахуванням вмісту поживних елементів в зрошувальних і підгрунтових водах і глибини їх залягання. Обстеження багатьох джерел зрошування показало, що вміст  $N - NO_3$  у них коливається від 0,1—0,5 до 1,5—5 мг/л;  $N - NH_4$  від 0,1—0,4 до 0,9—1,5;  $P_2O_5$  — від 0,1—0,5 до 1,0—2 і калію до 3—12 мг/л. При зрошувальній нормі 2000—3000 м<sup>3</sup>/га в ґрунт може потрапляти до 10—18 кг/га азоту, 3—4 фосфору і до 20—30 кг/га калію. Звідси випливає необхідність постійного контролю за вмістом поживних елементів у зрошувальних водах і коригування доз добрив, особливо азотних і калійних.

Диференціацію доз провадять також на основі врахування глибини залягання підгрунтових вод і вмісту в них поживних речовин. Встановлено, що при рівні підгрунтових вод менше 3—5 м азот мігрує до них і забруднює їх. На таких ділянках його слід вносити не більше 80 % рекомендованих доз, причому роздрібненим способом (50 % в основне внесення і 50 % в підживлення); при глибині менше 2—3 м застосовують 50—80 % розрахункової дози і також, як правило, роздрібнено, а поливна норма при цьому має бути безстоковою.

Розміри надходження поживних елементів з підгрунтових вод у кореневмісну зону залежать від глибини їх залягання, від концентрації поживних елементів і метеорологічних умов (а саме: від величини сумарного випарування). Якщо в підгрунтових водах міститься 10—12 мг/л азоту, то в ґрунт його потрапляє 12—30 кг/га при рівні підгрунтових вод 1—2 м і 5—15 кг/га при 2—3 м. Розрахункові величи-

ни підтверджуються даними натурних досліджень. Враховуючи те, що на ряді зрошуваних масивів підгрунтові води містять 20—30 мг/л і більше азоту, а площі земель з глибиною підгрунтових вод менше 3 м становлять до 20 %, то неважко уявити розміри концентрації цього елемента в ґрунтовому профілі. Ці фактори необхідно враховувати при розробці системи удобрення на зрошуваних землях і ґрунтувати її на принципі еколого-агрохімічного районування з підготовкою карт вмісту поживних елементів у ґрунтових і зрошувальних водах.

Як свідчать попередні дані, зрошувальні норми можуть бути зменшені на 15—30 % без достовірного зниження врожаю. Цього досягають за рахунок зменшення розрахункового шару зволоження від 50—100 до 40—50 см, впровадження економічних способів зрошення, насамперед краплинного і синхронно-імпульсного, а також удосконалення конструкцій зрошувальних систем. Техніка і технологія зрошення чорноземів має відповідати їх біологічним, фізико-хімічним і агрофізичним властивостям і забезпечувати непромивний режим зволоження, який наближається до природного. Економію поливних вод до 20 % можна одержати також шляхом диференціації поливних норм залежно від РГВ. При глибині менше 5 м вводять поправочні коефіцієнти від 0,5—0,7 до 0,8—0,9. Впровадження водозберігаючих режимів зрошення дає змогу зробити інфільтраційне живлення і обсяг дренажного стоку мінімальним. Щодо останнього, то на сьогодні це складна екологічна проблема. Площа дренажної мережі на Україні перевищила 500 тис. га, при цьому обсяг дренажних вод, що відводять-

ся із зрошуваних масивів, досягає 500—700 млн м<sup>3</sup>.

Управління поширеним відтворюванням родючості зрошуваних ґрунтів ґрунтується на прогностичних дослідженнях сукупного впливу антропогенних факторів на властивості ґрунту та його режими. Основним методом є багатофакторний польовий експеримент цільового призначення. В дослідях, що закладали за схемами математичного планування експеримента (BF<sub>4</sub>, Бокс, Фішер, 4 фактори), вивчали диференційований і комплексний вплив таких факторів: глибина обробітку (від 5 до 60 см), доза мінеральних (NPK від 170 до 960 кг/га діючої речовини) і органічних (від 20 до 120 т/га) добрив, а також меліорантів (від 1 до 9 т/га). Систематичне застосування мінеральних добрив зумовило значне поліпшення поживного режиму ґрунту і зростання врожайності на 45—80 % (зона оптимуму, що забезпечує збереження якості рослинної продукції — N<sub>120—180</sub>P<sub>80—120</sub>K<sub>120—180</sub>). Органічні добрива (зона оптимуму 40—60 т/га) сприяли підвищенню врожайності від 5—10 до 25 % (частка від загального приросту врожаю), глибина обробітку — від 5—10 до 25 %, а дози меліорантів (гіпс, вапно) — від 3—5 до 10 % (зона оптимуму 3—5 т/га). В цілому комплекс агротехнічних і агроеліоративних прийомів (сівозміна, NPK, гній, меліоранти, водозберігаючі режими зрошення) гарантує за рахунок відтворення родючості ґрунтів одержання високих, якісних і сталих урожаїв.

**Осушені землі.** Ефективне управління родючості осушених земель ґрунтується на правильному врахуванні специфіки ґрунтового по-

криву, на їх агроекологічний та агровиробничий характеристики.

На Поліссі дуже поширені дернові та дерново-підзолисті глейові ґрунти піщаного і зв'язнопіщаного гранулометричного складу. Цим ґрунтам властива висока щільність, низька вологоємкість, водопідйомна здатність та ємкість вбирання. Саморегуляція водного режиму майже відсутня. Він нестійкий і повністю залежить від рівня надійності системи водорегулювання, кількості та розподілу атмосферних опадів. Висока водопрopusкна здатність ґрунтів є причиною вимивання органічних сполук і мінеральних солей у дренажно-підґрунтові води. Вміст гумусу в них становить 0,6—1,2 %. Виходячи з названих особливостей, зазначимо, що дані ґрунти потребують дуже обережного підходу щодо розробки нормативів їх водорегулювання, інакше можуть відбуватися необоротні втрати продуктивної вологи в ґрунті.

Найбільш оптимальними нормами осушення гідроморфних ґрунтів піщаного гранулометричного складу є такі величини: 40—50 см на початку весняних польових робіт і 60—80 см у літній період вегетації.

Низький бонітет піщаних ґрунтів сильно подовжує строк окупності затрат на їх осушення. Деякою мірою компенсувати їх можна шляхом глинування та удобрення. Для цього слід застосовувати сапропель, торф, місцеві суглинково-глинисті породи, гное-земляні компости, низькопроцентні (сиромолоті) мінеральні добрива.

Внесення глинистих порід для оптимізації родючості піщаних ґрунтів сприяє помітному



збільшенню вологостійкості й вбирної здатності орного шару цих ґрунтів. Внесення цеолітів, за даними Г. А. Мазура і співавторів (1984), в дозі 10—15 т/га зрушує рН в бік нейтрального на 1—1,3 одиниці, ємкість обміну підвищується на 0,9—2,1 мекв, вологостійкість — на 50—55 %. Цеолітове борошно зменшує непродуктивні втрати поживних речовин і підвищує урожай сільськогосподарських культур на 31—79 %. Проте застосування глинистих порід економічно вигідне при транспортуванні на відстань не більш як 30—50 км.

Сапропель також слід вважати високоефективним меліорантом і органічним добривом на піщаних ґрунтах. Він містить до 80 % органічної речовини, характеризується високою водовбирною здатністю і ємкістю вбирання.

Внесення 60 т/га сапропелю або гное-сапропелевих компостів забезпечує підвищення врожайності основних сільськогосподарських культур на 20—30 % (Бацула О. О. і співавт., 1989; Величко В. А. і співавт., 1980, та інші).

Надмірне осушення піщаних ґрунтів знижує їх протіерозійну стійкість, що призводить до розвитку вітрової ерозії. Щоб цьому вчасно запобігти, слід використовувати плоскорізи замість плуга. За даними Волинського НВО «Еліта», це не тільки зберігає ґрунт від вітрової ерозії, а й забезпечує 18—23 % приросту врожаю ярих зернових культур.

Дернові та дерново-підзолисті глейові ґрунти супіщаного і легкосуглинкового гранулометричного складу, на відміну від попередніх, характеризуються більш високим рівнем природної родючості, який зумовлений збільшенням вмісту фізичної глини, а відповідно й

інших елементів родючості. Основні показники водних властивостей, запаси продуктивної вологи в цих групах більш високі, ніж у піщаних осушених ґрунтах. У зв'язку з цим водний режим даних ґрунтів більш стабільний. Продуктивна волога при осушенні втрачається повільніше, ніж у піщаних ґрунтах. Оптимальні норми осушення для супіщаних і суглинкових ґрунтів такі: на початку весняних польових робіт для зернових 45—55 см, багаторічних трав 35—45 см; у літній період вегетації відповідно 90—100 і 80—90 см. У посушливі роки рівні підґрунтових вод можна зменшити на 5—10 см, а у вологі — збільшити.

Нерідко серед ґрунтів легкого гранулометричного складу зустрічаються осушені гідроморфні ґрунти із щільною упаковкою гранулометричних часток і низьким рівнем пористості. Повітряний режим таких ґрунтів не відрегульований. Тому глибоке меліоративне підпушування їх, а також ґрунтів з прошарками суглинку є одним із ефективних заходів щодо оптимізації їх родючості.

Серед супіщаних та суглинкових дернових глейових ґрунтів на Поліссі та в Лісостепу поширені карбонатні їх різновиди, що залягають на карбонатних породах. Підвищений вміст карбонатів кальцію в ґрунтах створює відповідні зміни в режимі нормального мінерального живлення рослин. На цих ґрунтах рослини відчувають фосфорне голодування, а також високу потребу в деяких мікроелементах. Після осушення сильно інтенсифікується процес мінералізації гумусу і ґрунт швидко втрачає його запаси вже в перші 3—5 років використання. Ефективно для цих ґрунтів локально

застосовувати фосфорні добрива, сіяти бобові трави і гіпсувати (2—3 т/га), вносити органічні добрива не менше як 13—14 т на 1 га сівозмінної площі.

Внесення фосфогіпсу на осушених карбонатних ґрунтах різних типів (дернових, торфових) дає змогу не тільки оптимізувати рН ґрунтового середовища, а й поліпшити азотний режим ґрунтів, зменшити непродуктивні газові втрати азоту.

Великих витрат потребує окультурення і оптимізація родючості гідроморфних мінеральних ґрунтів важкого гранулометричного складу (важкосуглинкових і глинистих). Високий вміст глини сприяє злипанню ґрунтових часток у суцільну, в'язку масу, різко погіршує повітряний режим ґрунту. В цих ґрунтах, перш за все поверхневого зволоження, нагромаджується багато конкреційних форм заліза, а в дощові періоди утворюється верховодка, розвиваються глейові процеси. В зв'язку з цим внесення органічних добрив у них поєднують з нормативним вапнуванням або фосфоритуванням і з глибоким підпушуванням ґрунту. Останнє належить до найбільш важливих заходів оптимізації родючості оглеєних дернових, дерново-підзолистих, сірих лісових та інших ґрунтів суглинкового і глинистого складу. За даними Тютюнника Д. А. (1972), урожай багатьох культур (кукурудзи на силос, картоплі, льону, озимої пшениці, багаторічних трав) підвищується під впливом глибокого підпушування на глейових дерново-підзолистих ґрунтах Передкарпаття на 15—28 %. Це також знижує об'ємну масу ґрунту від 1,3 до 1,28 г/см<sup>3</sup>, підвищує пористість від 44,1 до

52,1 % і коефіцієнт фільтрації — від 0,11 до 0,26 м/добу (Тютюнник Д. А., 1972; Назаренко І. І., 1981). Крім того, запобігає міграції залізистих сполук в орний шар і тим самим гальмується процес озалізнення ґрунту, а закислі сполуки знешкоджуються.

Велике занепокоєння викликають процеси подальшого спрацьовування осушених торфовищ та розвиток вітрової ерозії на осушених землях. Щоб припинити названі руйнівні процеси, науковці давно вже одностайно прийшли до висновку, що торфові землі слід осушувати тільки для організації високопродуктивного культурного лукивництва. Посіви пророслих культур на торфовищах з екологічних міркувань слід припинити. У разі великої необхідності їх вирощування (наприклад, овочі в приміській зоні) треба використовувати засоби структурної меліорації торфових земель, які досить детально висвітлено в ряді робіт (Білковський В. І., 1985; Трускавелький Р. С., 1980; Вознюк С. Т. і співавтори, 1984; Скоропанов Г. С. і співавтори, 1987, та інші). Головне завдання цих засобів полягає в збагаченні орного шару торфовищ на мінеральний ґрунт, в результаті чого докорінно перетворюється торф.

Сьогоденна практика меліоративного землеробства пропонує ефективні технології структурної меліорації торфових ґрунтів. Залежно від морфології останніх застосовують як завезення мінерального ґрунту на торфові землі, так і вигортання його з-під ґрунту на поверхню за допомогою надглибокої оранки (до 1,5 м). Для цієї мети створені спеціальні меліоративні плуги як вітчизняних, так і іно-

земних конструкцій. Одноразова меліоративна глибока оранка формує торфово-мінеральний ґрунт, якому властиві стійкість щодо спрацювання та вітрової ерозії та саморегулюючий водно-повітряний режим.

Майже на всіх видах осушених ґрунтів високоефективним заходом оптимізації теплового та повітряного режимів є гребенево-пасмова технологія вирощування сільськогосподарських культур, завдяки якій прискорюється відведення поверхневих надлишкових вод, краще прогрівається ґрунт і посилюється його біологічна активність.

Результати дослідів, проведених УНДІГА сумісно з Чернігівським НВО «Еліта» у 1985—1989 рр., показали, що продуктивність одного осушеного гектара під впливом гребенево-пасмової технології вирощування сільськогосподарських культур на дерново-підзолистому глейовому супіщаному ґрунті підвищилася на 25—35 %, а розраховані енергетичні витрати на одиницю вирощеної продукції рослинництва зменшилися на 15—20 %.

Таким чином, впровадження на осушених землях диференційованих заходів щодо управління їх родючістю є ефективним напрямком на шляху стабілізації процесів ґрунтоутворення та формування високопродуктивних агро-екосистем.

**Лужні ґрунти.** Аналіз сучасних умов і процесів ґрунтоутворення, складу і властивостей солонцевих ґрунтів України, що мають лужну реакцію, дає змогу диференціювати комплекс прийомів підвищення їх родючості.

Для підвищення родючості содовозасолених солонцевих ґрунтів північного Лісостепу і

Чернігівського Полісся рекомендується хімічна меліорація шляхом внесення гіпсу або фосфогіпсу в дозі 5 т/га на солонцях і 1,5—3 т/га на лучно-чорноземних солонцюватих ґрунтах на фоні органічних добрив. Радикально змінити направленість ґрунтоутворення можна за умов відриву капілярної смуги від кореневмісної зони за допомогою дренажу і підтримання підґрунтових вод нижче за критичний рівень.

Ефективно також застосовувати кислування ґрунтів. Використання для цих цілей сірчаної кислоти ґрунтується на теоретичних положеннях К. К. Гедройця. Її вносять у солонцеві ґрунти, що містять у поверхневому шарі карбонати кальцію. При взаємодії останніх з кислотою утворюється гіпс, кальцій якого витісняє натрій із вбирного комплексу солонця. Крім того, при цьому відбувається швидка нейтралізація лужності ґрунтового розчину.

Досліди з кислуванням содових солонців, солончаків і широке впровадження в сільськогосподарське виробництво цього методу здійснені у Вірменії. На Україні дослід з внесенням концентрованої сірчаної кислоти на фоні гончарного дренажу вперше провели на Бариському стаціонарі співробітники УкрНДІ зрошуваного землеробства (Грабовський Н. П., 1984). Результати їх показали, що в орному шарі відбулося зниження рН на 1—1,7, вмісту увібраного натрію від 31,7 до 7,8 в шарі 0—10 см і від 29 до 9,6 % від ємкості обміну в шарі 10—20 см. Внаслідок трирічної дії кислоти содовий солонець трансформувався у слабосолонцюватий ґрунт. Однак широкого впровадження цей метод не одержав.

На сильнозасолених солонцевих ґрунтах з близьким заляганням підґрунтових вод, які використовують під поліпшені луки і на пасовища, не слід провадити полицеву оранку, а необхідно обмежитися глибоким безполицевим підпушенням. Найбільш ефективні на таких ґрунтах фізіологічно і хімічно кислі форми мінеральних добрив.

У південному Лісостепу на солонцях, де підґрунтові води досягають глибини 2—3 м, доцільно вносити гіпс у дозі 10—12 т/га, на глибокосолонцюватих чорноземах — 3—4 т/га сумісно з органічними і мінеральними добривами. За даними Н. П. Грабовського (1984), при внесенні гіпсу в дозі 10 т/га знижуються токсична лужність, вміст обмінного натрію — від 25 до 9,6 % ємкості обміну, рН від 9—10 до 7,6, поліпшуються агрофізичні властивості, що в кінцевому підсумку сприяє зростанню врожайності сільськогосподарських культур.

На заплавлених терасах з близьким заляганням підґрунтових вод (2 м), де дренаж запровадити дуже важко, доцільно застосовувати агротехнічні й біологічні методи окультурювання солонцевих ґрунтів (Чапко П. М., 1984): безполицевий обробіток, сівба соле- і солонцестійких трав (буркун білий, суданська трава, люцерна, лядвенець рогатий, костриця лучна, стоколос безостий, покісниця розставлена).

При освоєнні цілинних лучних солонців рекомендуються такі сівозміни: однорічні трави (буркун), коренеплоди, сорго і кукурудза на силос, однорічні трави на зелений корм, а також внесення фосфогіпсу (8 т/га) у поєднанні з гноєм (20 т/га).

Прийоми меліоративного поліпшення со-

лонцевих ґрунтів Степу дещо відрізняються від таких для Лісостепу. На найнижчих ділянках приморських рівнин з близьким (менш як 3 м) заляганням підґрунтових вод, де поширені лучні солонці та їх комплекси, необхідне штучне дренажування, внесення кальційвмісних меліорантів (3—4 т/га) при неглибокій оранці (18—20 см, сівба соло- і солонцестійких трав). Кальційвмісні меліоранти (гіпс, фосфогіпс, кальцієва селітра та ін.) комплексно впливають на ґрунт і рослини. Кальцій сприяє утворенню агрономічно цінної структури ґрунту і перешкоджає пептизації гумусу, а також перерозподілу колоїдів у ґрунтового профілі. При цьому знижуються рН ґрунтового середовища, кількість обмінного натрію, підвищується біологічна активність, активізуються ґрунтові режими. Все це в цілому зумовлює підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

На підвищеній частині Присивашся з глибиною підґрунтових вод 3—7 м, де розвиваються лучно-степові солонцеві комплекси з послабленою міграцією солей, близьким заляганням карбонатного горизонту (40—50 см), основним прийомом окультурювання є глибока меліоративна оранка на глибину 60 см, за якої в орний шар втягується карбонатний або гіпсовий горизонт на глибині 40—45 см, тобто використовуються власні ресурси ґрунту.

Плантажування сприяє утворенню глибокого орного шару, в якому солонцевий горизонт переміщується з карбонатним. Як свідчать наші дані, при плантажній оранці на поверхню вилучається 2,3 %  $\text{CaCO}_3$  (табл. 44), при цьому підвищується активність іонів кальцію і зменшується активність іонів натрію від 2,2

44. Вплив плантажної оранки на деякі показники властивостей темно-каштанового ґрунту (15-й рік післядії)

Шар ґрунту, см	СаСО <sub>3</sub> , %	ґумус за Тюрінгом, %	Активність натрію, мекв/л	Об'ємна маса, г/см <sup>3</sup>	Водопроникність за 6 год спостережень, мм/хв	Коефіцієнт водостійкості
<i>Звичайна оранка (контроль)</i>						
0—10	0,2	1,9	2,2	1,3	1,1	0,4
20—30	0,2	1,7	2,3	1,3		0,4
40—50	0,2	1,2	3,0	1,4		
<i>Плантажна оранка на глибину 60 см</i>						
0—10	2,3	1,9	0,7	1,1	2,5	0,3
20—30	1,0	1,7	1,0	1,1		0,5
40—50	0,4	1,6	1,6	1,2		

до 0,7 ммоль/л. Набагато знижується об'ємна маса, яка на глибині 0—20 см становить 1,15 г/см<sup>3</sup>, що близько до її оптимальних значень. Це в свою чергу утворює сприятливе для рослин співвідношення вільної і капілярної порозності, оптимальний повітряний режим. Спостерігається збільшення кількості водостійких структурних агрегатів, про що свідчить коефіцієнт водостійкості, який по плантажу в 1,3 раза вище за звичайну оранку. Позитивна дія плантажної оранки триває протягом 15—20 років.

На найвищих ділянках Кримського та Херсонського Присивашся, представлених степовими солонцевими комплексами, при заляганні карбонатів на глибині 45—50 см плантажна оранка ефективна на глибину 50—60 см. Якщо карбонати залягають ще глибше, необхідно вносити гіпс (5—6 т/га) по звичайній або глибокій (30—40 см) оранці.

На ділянках з вторинним залуженням і осолонцюванням ґрунтів застосовують комплекс диференційованих прийомів, враховуючи різні шляхи проявлення содового засолення. На високих рівнинах Причорномор'я, де підвищена лужність зумовлена десорбцією натрію, процес його витіснення прискорюють шляхом кальційвмісних меліорантів (гіпс, фосфогіпс), а розчинність карбонату кальцію посилюють внесенням підвищених доз гною або сівбою сидератів. Ці прийоми проводять на фоні зрошення, створюючи періодичний промивний режим при штучному дренаванні й відведенні із зрошуваної території підґрунтових вод, що містять воду. Необхідно також вносити фізіологічно і хімічно кислі мінеральні добрива.

На терасі — дельті Дніпра, де місцями сода з'являється під впливом напірних вод содового хімізму, рекомендується влаштовувати дренаж, вносити суміш фосфогіпсу й сірчано-кислого заліза на фоні органічних і мінеральних добрив. За рахунок останнього досягається більш ефективна дія меліорантів на ґрунтово-вбирний комплекс: фосфогіпс, з одного боку, підвищує насиченість ґрунтів на кальцій, а сірчано-кисле залізо, з другого боку, сприяє нейтралізації лужності й оструктуруванню ґрунтової маси.

На ділянках подів, особливо під посівами затоплюваного рису, де содопроявлення пов'язане із сульфатредукцією, потрібні заходи, спрямовані на посилення аерації (глибоке підпушення), внесення окислювачів (перманганату калію та інших) та кальцієвих меліорантів (хлористий кальцій). Позитивно впливає фос-

форитне борошно, яке послаблює рухомість алюмінію і знижує його токсичну дію на рослини. Дуже важливо на рисових ділянках дотримуватися правильних сівозмін, не допускаючи тривалої монокультури рису, обов'язково вводити посіви люцерни та інших багаторічних трав з метою їх фітомеліоративного впливу.

При використанні для зрошення вод підвищеної лужності рекомендується попередня їх меліорація (Ладних В. Я., 1988).

Реградовані (вторинно засолені) солонцеві ґрунти потребують дренажу, гіпсування, удобрення, промивання дощуванням і сівбу солевитривалих культур.

За умов своєчасного і якісного впровадження всіх вищеназваних прийомів можна сподіватися на поліпшення властивостей і режимів солонцевих ґрунтів, що зумовить поширене відтворення їх родючості. В республіці планується в 1990—1996 рр. охопити гіпсуванням 1430 тис. га земель, а в наступні 10 років подвоїти цю площу. В перші 5 років після внесення гіпсу слід чекати зменшення вмісту увібраного натрію на 30—50 % від вихідного і зниження лужності ґрунтів. Там, де можлива реставрація процесів осолонцювання, необхідно провести повторне гіпсування.

Відповідно до зон України розроблені нормативні прирости врожаю від проведення гіпсування. Так, у Лісостепу на черноземно-лучних солонцях, солончакових і солончакуватих, сульфатно-содових і содових при дозі 10 т/га гіпсу по групі зернових культур вони мають становити 6—7 ц/га, для цукрових буряків — 70 ц/га, однорічних трав — 26,8 ц/га. На зональних лучно-чорноземних солонцюватих

ґрунтах внесення гіпсу в дозі 6—8 т/га повинно в середньому підвищувати продуктивність зернових на 3,5 ц/га, цукрових буряків — на 67 і однорічних трав — на 30,7 ц/га.

У Степу нормативний приріст урожаю зернових у богарних умовах на солонцях каштанових степових при внесенні 5 т/га гіпсу становить 3,3 ц/га, на зональних темно-каштанових ґрунтах — 3 ц/га.

На Україні глибоку плантажну оранку проведено на площі 200 тис. га. В перспективі до 2010 р. планується щорічно її впроваджувати на площі 7 тис. га. Результати прогнозу відносно даного прийому досить позитивні. При цьому передбачаються такі нормативні прирости врожаїв зернових: 4,2 ц/га на богарі і 10,2 ц/га при зрошенні.

**Кислі ґрунти.** Загальновізвано, що вапнування є ефективним меліоруючим засобом, що докорінно змінює стан колоїдного комплексу з кислою реакцією. Механізм дії кальційвмісних меліорантів на ґрунт і рослини полягає в такому. По-перше, кальцій виконує коагулюючу роль для ґрунтових колоїдів, що в свою чергу сприяє утворенню агрономічно більш цінної структури і перешкоджає пептизації гумусу, а також перерозподілу колоїдів у ґрунтовому профілі. По-друге, за рахунок збільшення рівня насиченості колоїдного комплексу ґрунтів (ККГ) на кальцій змінюється склад іонів обмінних катіонів, що суттєво впливає на десорбцію іонів. При цьому для фізико-хімічних процесів ґрунтів немаловажний і той факт, що знижується вміст обмінно здатних іонів водню, алюмінію, заліза, марганцю. По-третє, за цих умов зумовлюється так

званий рН-ефект, тобто при підвищенні рН у ґрунті зростає відношення рН-залежного негативного заряду до постійного. Із збільшенням рН за межі 5—5,5 залежні від рН негативні заряди активізуються поступово. В цьому інтервалі рН енергія заміщення для катіонів максимальна, тобто  $\Delta Me/\Delta H = 1$ . При рН нижче за 5 відношення  $\Delta Me$  до  $\Delta H$  менше за одиницю. Все це викликає зміни багатьох інших властивостей ґрунтів.

Родючість ґрунтів і їх раціональне використання в сільськогосподарському виробництві багато в чому визначається інтенсивністю і спрямованістю біохімічної діяльності мікроорганізмів. Провідна роль при цьому належить синтезу і мінералізації гумусу, агрономічна цінність якого, головним чином, залежить від співвідношення в ньому гумінових і фульвокислот.

У ґрунтах Полісся розклад свіжої органічної речовини триває в умовах дефіциту такого біогенного елемента, як кальцій зокрема і основ взагалі, а також при домінуванні формування кислих продуктів розкладу, тому супроводжується синтезом менш цінного для ґрунтової родючості фульвокислотного гумусу. Внесення кальційвмісних меліорантів змінює направленість біохімічної діяльності мікроорганізмів у бік синтезу гумінових кислот (табл. 45). При цьому прискорюється процес переходу розчинних органічних сполук у нерозчинну форму; відбувається ферментативне окислення, тобто перетворення лігніну та інших неспецифічних речовин у нерозчинну форму «гуміни» і початкова полімеризація фульвокислот; надійно зберігаються утво-

**45. Вплив різних форм кальцію на коефіцієнти гуміфікації рослинної маси в дерново-підзолистому супіщаному ґрунті (Берестецький О. А. та ін., 1984)**

Строк відбо- ру зразків, днів	NPK			NPK + CaCO <sub>3</sub>			NPK + CaSO <sub>4</sub>		
	Включено вуглецю рослинних решток до складу, %								
	ГК	ФК	Гу- мус	ГК	ФК	Гу- мус	ГК	ФК	Гу- мус

*Рослинні рештки ячменю*

15	3,4	2,1	5,5	3,5	2,5	6,0	3,9	2,2	6,1
45	4,5	3,1	7,2	5,8	4,0	9,8	6,1	3,4	9,5
108	5,5	3,8	9,3	8,0	5,6	13,6	9,6	5,3	14,9

*Рослинні рештки люпину*

15	3,1	2,1	5,2	3,4	2,6	6,0	3,6	1,9	5,5
45	4,9	3,3	8,2	5,2	4,9	10,1	6,4	4,5	10,9
108	7,1	5,0	12,1	8,0	5,9	13,9	8,7	5,2	13,9

рені таким чином гумусові сполуки шляхом уповільнення їх біологічного розкладу.

У поєднанні з мінеральною і органічною системами удобрення вапнування забезпечує найвищий окультурюючий вплив на кислі ґрунти, набагато збільшуючи загальну чисельність мікрофлори, хоч стійкість окремих груп мікроорганізмів до кислої реакції середовища досить різна. Вапнування різко збільшує кількість бульбачкових бактерій не тільки під бобовими, а й під іншими культурами сівозміни. Особливо відчутна його дія на такі важливі мікроорганізми, як нітрифікатори, клостридіум і целюлозоруйнівні, що відіграють важливу роль у підвищенні родючості ґрунтів. При цьому знижується негативна дія великих доз мінеральних добрив на ґрунтову мікрофлору.

До позитивних результатів вапнування кислих ґрунтів слід віднести мобілізацію фосфатів ґрунту. За даними Т. Н. Кулаковської (1990), у дерново-підзолистих ґрунтах при цьому зростає в 3—4 рази рухомість ґрунтових фосфатів і на 43 % вміст фосфатів кальцію першої групи, а фосфатів алюмінію знижується на 15—17 %.

Відносно ґрунтового калію встановлено, що на дерново-підзолистих ґрунтах піщаного і супіщаного гранулометричного складу рівень активності іонів залежить не від рівня вапнування як у прямій, так і в післядії, а від доз мінеральних добрив. З обважненням гранулометричного складу ця закономірність в основному зберігається, але водночас спостерігається зниження активності іону калію при внесенні кальційвмісних меліорантів, підвищення рівня калійного потенціалу (Гринченко Т. О., 1986). Необхідно також враховувати, що при сполученні калію і кальцію в колоїдному комплексі ґрунтів істотне значення має черговість введення цих катіонів у ґрунт. Якщо калій надходить після внесення вапна, то його доступність рослинам підвищується за рахунок того, що він займає зовнішні позиції на елементах поверхні ґрунтових колоїдів і легше вступає в реакції обміну. На співвідношення кальцію і калію в багатьох культурних рослинах азотні добрива можуть впливати як позитивно, так і негативно залежно від форми основного джерела доступного азоту ( $\text{NO}_3^-$  або  $\text{NH}_4^+$ ).

Вапнування утворює сприятливі умови для використання аміачних добрив, підвищує стійкість рослин проти хвороб, змінює склад і кіль-

46. Нормативи витрати  $\text{CaCO}_3$  на кислих ґрунтах, т/га

Зона	Вихідні значення рН	Норматив оптимального значення рН	ΔрН	Норматив витрати $\text{CaCO}_3$ для зрушення рН на 0,1	Витрати $\text{CaCO}_3$ на ΔрН
Полісся	До 4,5	5,5	1,2	0,45	5,40
	4,6—5,0	5,5	0,7	0,61	4,27
	5,1—5,5	5,5	0,2	0,63	1,26
Лісостеп	До 4,5	6,0	1,7	0,66	11,20
	4,6—5,0	6,0	1,2	0,80	9,60
	5,1—5,5	6,0	0,7	0,91	6,37
Передгірні й гірські райони	До 4,5	6,0	1,7	0,71	12,07
	4,6—5,0	6,0	1,2	0,81	9,72
	5,1—5,5	6,0	0,7	0,84	5,88

кість бур'янів на полях. Але при невмілому його проведенні наслідки можуть бути і негативними, зокрема надмірні дози кальційвмісних меліорантів зумовлюють нестачу в ґрунті таких мікроелементів, як бор, кобальт, марганець, літій та ін.

Отже, потрібно науково обґрунтоване планування поставок меліорантів з врахуванням генетичних особливостей ґрунтів, рівня їх окультуреності. Для Полісся, Лісостепу, передгірних і гірських районів нормативи витрати вапна на кислих ґрунтах наведено в таблиці 46. Вони розраховані за результатами 90 дослідів-років спеціалізованих (нормативних) польових дослідів і подані як середньозважені для кожного типу ґрунтів у межах інтервалів рН: менше 4,5; 4,6—5; 5,1—5,5. Встановлено, що середньозважена потреба 1 га для України з рН нижче 5,6 дорівнює 6,3 т  $\text{CaCO}_3$ .

При складанні проектно-кошторисної документації на вапнування ґрунтів рекомендується



ся використовувати розроблені нормативи витрати  $\text{CaCO}_3$  для зрушення рН на 0,1, які дають змогу компенсувати втрати на нейтралізацію мінеральних добрив, на вимивання кальцію з ґрунту та його винос з урожаєм сільськогосподарських культур.

У перспективі градації потреби кислих ґрунтів у кальційвмісних меліорантах, методи розрахунку їх доз можуть бути переглянуті на основі використання сучасних досягнень у теорії іонного обміну в ґрунтах. Це відноситься і до розрахунку доз гіпсу для ґрунтів солонцевого ряду.

Враховуючи, що для поліпшення властивостей ґрунтів необхідно створення заданої активності в колоїдному комплексі ґрунтів (ККГ) і в розчині іонів  $\text{Ca}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{H}$  або заданої частки в ККГ цих іонів, дози вапна і гіпсу можна розраховувати як кількість  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{CaSO}_4$  при внесенні якої у ґрунт досягається задана активність кальцію і задана міцність зв'язку кальцію з ККГ і планованою швидкістю виходу кальцію з ККГ в розчин (Панов Н. П., Савич В. І., 1981; Гринченко Т. О., 1986).

Вже сьогодні на Україні нагромаджено певний досвід щодо розрахунку потреби у вапні на основі вищезгаданого принципу. Наприклад, для дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтів Полісся для зрушення активності іонів кальцію на 0,1 потрібно 0,8 т/га вапна. Внесення меліорантів за цими нормативами дає змогу забезпечити оптимальні параметри активності кальцію, насиченості ґрунтів на основі і величини рН.

На сучасному етапі інтенсифікації сільсько-

господарського виробництва можливості окультурювання ґрунтів згідно з вимогами вирощування рослин, охорони природи, основними агроекологічними умовами використовуються ще далеко не повністю. Наприклад, в Українському Поліссі врожаї зернових культур зросли вдвоє, а картоплі, льону і люпину майже не змінилися. Саме через це і обмежуються темпи вапнування кислих ґрунтів, особливо високими дозами  $\text{CaCO}_3$ . Водночас багаторічними польовими дослідженнями встановлено високу економічну ефективність на кислих ґрунтах нетрадиційного меліоранту — гіпсу і фосфогіпсу. Особливо високі результати досягнуто за умов сумісного внесення гіпсу і вапна по півнормі (Гринченко Т. О.; 1966; 1970; 1973; 1986; Яцук В. Л., 1979; Іванов В. Ф. та ін., 1984). При цьому менш різко порівняно з внесенням тільки  $\text{CaCO}_3$  змінюється рН ґрунту, істотніше підвищується активність іонів  $\text{Ca}$  в ґрунтовому розчині, забезпечується високий ефект добрив, особливо щодо азотного живлення рослин, і послаблюється процес ретроградації фосфатів, що вносяться. Як наслідок урожайність сільськогосподарських культур суттєво зростає, що особливо проявляється на дерново-підзолистих ґрунтах легкого гранулометричного складу з вихідним інтервалом рН 5,2—5,5.

Таким чином, створення оптимальних культурних екологічних систем — раціональних агропедоценозів (Муха В. Д., 1979) має здійснюватися на комплексній основі, тобто з врахуванням всіх агроекологічних факторів, гармонійне поєднання яких дає змогу одержувати високі й сталі врожаї культур.

#### 4.3. ЗАХОДИ, ЩО ЗАПОБІГАЮТЬ АГРОФІЗИЧНИЙ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ

Як уже відзначалося, тривале, нерідко нерациональне сільськогосподарське використання ґрунтів, надмірний їх механічний обробіток, застосування важкої техніки, фізіологічно кислих форм мінеральних добрив, з одного боку, і недостатнє внесення органічних добрив, використання ґрунтозахисних технологій, з іншого, призводять до втрати загального гумусу, погіршення агрегуючих його властивостей. Внаслідок цього в ґрунті відбуваються глибокі кількісні зміни структури: послаблюється інтенсивність макроагрегації, повсюдно перещільнюється кореневмісний шар, погіршуються режими води і повітря. Якщо ці явища набувають сталого характеру і не усуваються в процесі динамічної трансформації ґрунтів при зволоженні — висушуванні, розущільненні, замерзанні — розмерзанні та під дією інших природних факторів агрегації, то є всі підстави констатувати агрофізичну деградацію ґрунтів. Наявні літературні матеріали (Ковда В. А., 1982, та ін.) дають змогу стверджувати, що практично всі староорні ґрунти країни в агрофізичному відношенні деградовані. Разом з тим відомо, що добре угноювані ґрунти за умов мінімалізації механічної обробки, застосування меліорантів та інших окультурюючих прийомів мають кращі агрофізичні властивості порівняно з виснаженою, погано удобрюваною ріллею. Отже, можна припустити, що за рахунок високої культури землеробства можна не тільки не допустити їх погіршення, а й забезпечити поліпшення.

Про таку реальність свідчать дослідження Н. В. Орловського та інших (1965), Г. Н. Балахчева та інших (1977), які вивчали агрофізичні властивості чорноземів на держсортодільницях, де застосовується метод комплексного окультурення (своєчасний обробіток ґрунту, систематичне внесення в рекомендованих дозах органічних і мінеральних добрив, дотримання сівозмін тощо). Порівняно з розташованими поблизу землями сільськогосподарських підприємств чорноземи сортодільниць мають більш високу водопроникність, пористість, водостійкість структурних окремостей, вологоємність, більші запаси доступної вологи і меншу щільність складення. Роботи М. А. Винокурова та ін. (1966), Н. І. Богданова (1969) та інших також містять таку інформацію.

Разом з цим такі поняття, як «висока» і «низька» культура землеробства, хоч і застосовують досить широко, але практично на сьогодні позбавлені конкретного змісту і мають відносний характер, оскільки ґрунти різних регіонів використовуються в сільському господарстві неоднаковий час, мають різний рівень застосування на них добрив, техніки, а також різні вирощувані культури. Звідси важко порівнювати агрофізичні властивості ґрунтів, що перебувають у різних умовах сільськогосподарського використання.

Дослідження, що проводили на Сумській і Чкаловській (Херсонська область) держсортодільницях, а також на суміжних з ними полях сільськогосподарських підприємств, показали, що 20—30-річне використання чорноземів при високій насиченості добривами зумо-

# 47. Агрофізичні властивості й мікроструктура чорнозем

Грунт	Варіант	Вміст гумусу, %	Рівноважна щільність, г/см³
-------	---------	-----------------	-----------------------------

Чорнозем типовий (Сумська область)	Контроль	4,58	1,26
	80 т/га гною + N <sub>240</sub> P <sub>440</sub> K <sub>440</sub> за ро- тацію	4,70	1,12
	Сортодільниця	4,68	1,14
Чорнозем південний (Херсонська область)	Рілля	3,22	1,27
	Сортодільниця	3,40	1,16
Чорнозем звичайний (Харківська область, радгосп ім. Комін- терну)	Рілля	5,41	1,16
Чорнозем звичайний (Харківська область, колгосп ім. Дзержин- ського)	Рілля	4,15	1,27

\* Водостійкість структури після попереднього 6-годинного  
 \*\* У двадцяти випадково обраних об'єктах.

вило деяке їх збагачення на органічну речо-  
 вину (+0,14 % на чорноземі типовому і  
 +0,19 % на чорноземі південному) і зменшен-  
 ня рівноважної щільності (від 1,26—1,27 до

# них ґрунтів за умов високої і низької культури земле- землеробства

Структурно-агрегатний склад, %		Водопроникність при рівноважній щіль- ності, мм/год	Показники мікробудови		
10—0,25 сухі агрегати	> 0,25 водо- стійкі		співвідношення агрегатів високо- го і низького порядків **	кількість агрега- тів розміром < 0,05 мм/в порах	співвідношення між- і внутрі- агрегатних пор

72	46	53	12:8 $\left( \begin{smallmatrix} >4 \\ <4 \end{smallmatrix} \right)$	28	1,75
76	60	75	15:5 $\left( \begin{smallmatrix} >4 \\ <4 \end{smallmatrix} \right)$	22	1,25
78	58	70	11:9 $\left( \begin{smallmatrix} >4 \\ <4 \end{smallmatrix} \right)$	28	1,40
59	24	50	15:5 $\left( \begin{smallmatrix} >2 \\ <2 \end{smallmatrix} \right)$	50	2,0
74	56	60	13:7 $\left( \begin{smallmatrix} >3 \\ <3 \end{smallmatrix} \right)$	32	1,50
75	55/58*	70	16:4 $\left( \begin{smallmatrix} >4 \\ <4 \end{smallmatrix} \right)$	20	1,00
68	54/47*	62	8:12 $\left( \begin{smallmatrix} >4 \\ <4 \end{smallmatrix} \right)$	27	1,40

намочування ґрунту у воді.

1,12—1,18 г/см³) порівняно з контрольними ва-  
 ріантами. Помітно (достовірно) поліпшилися  
 структурно-агрегатний склад, показники мік-  
 робудови, зросла водопроникність (табл. 47).

За умов високої культури землеробства гній компенсує деяку негативну дію мінеральних добрив на фізичні властивості й на елементи мікробудови, що проявляється вже в перший-другий рік після їх внесення. Показники мікробудови чорноземів при цьому стабільні й наближаються до кращих угноюваних фонів.

У виробничих умовах на чорноземі звичайному агрофізичні властивості та мікробудова також залежать від рівня культури землеробства і, головним чином, від доз гною. В радгоспі ім. Комінтерну його вносили протягом 20 років у середньому в дозі 6 т/га, а в колгоспі ім. Дзержинського — по 3,5 т/га щорічно.

Деякий дисонанс вносить лише показник водостійкості ґрунтової структури, величини якої були однаковими в обох господарствах. Для пояснення цього протиріччя ми спробували слідом за Н. А. Качинським з'ясувати природу водостійкості ґрунтових агрегатів, застосовувавши ще більш жорсткий, ніж метод Н. І. Савінова, аналіз структурно-агрегатного складу (намочування зразків протягом 6 год, замість 10 хв перед їх мокрим просіюванням). З'ясувалось, що при підвищених дозах гною формується агрономічно більш цінна нерозмочувана структура (І тип ґрунтової структури, яка утворюється за рахунок необоротного хімічного і фізико-хімічного закріплення колоїдів). Навпаки, за умов пониженого внесення гною водостійкість деякої частини агрегатів пояснюється відсутністю в них активних пор. Після тривалого намочування у воді внаслідок набухання така структура розпадається, що зумовлює її більш низьку агрономічну цінність.

Отже, роль гною в поліпшенні агрофізичних властивостей цілком очевидна. В кінцевому підсумку це впливає на їх продуктивність. Так, матеріали господарської діяльності двох суміжних господарств (радгосп ім. Комінтерну і колгосп ім. Дзержинського), які розташовані на чорноземі звичайному і мають приблизно площу ріллі, виробничу направленість і забезпеченість основними засобами, свідчать, що за рівнем урожайності, рентабельності й чистим доходом більш високої ефективності досягли в радгоспі ім. Комінтерну, де систематично застосовували більш високі дози гною. Порівняно з сусіднім господарством урожайність провідних сільськогосподарських культур тут підвищилась на 27 %.

Важливе значення для поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту має сільськогосподарська культура. Н. М. Тулайков (1963) цілком слушно вважав, що її поліпшуюча роль тим вища, чим більша нагромаджувана нею маса (підземних і надземних) решток. Добре відома також роль культур, які мають глибоку кореневу систему і здатні адаптуватися в умовах ущільнення, перезволоження або пересушення, а також можуть активно пристосовувати до своїх вимог кореневмісний шар.

З числа досліджуваних культур найкращою щодо агрофізичних властивостей слід вважати озиму пшеницю, під якою вже навесні показники структурно-агрегатного складу і щільності складення мають оптимальний діапазон — 1,1—1,3 г/см<sup>3</sup> (табл. 48). Надалі, в міру її розвитку структурно-агрегатний склад продовжує поліпшуватися і щільність залишається в межах оптимальних величин. Зазначимо, що дія

48. Структурно-агрегатний склад і щільність складення орного шару чорноземів під різними сільськогосподарськими культурами (середньобагаторічні дані)

Грунт	Варіант	Вміст агрегатів розміром 10—0,25 мм (чисельник), та їх водостійкість (знаменник). %		Щільність складення, г/см <sup>3</sup>	
		навесні після сівби або під час відновлення вегетації озимої пшениці	наприкінці літа, під час збирання врожаю	навесні	наприкінці літа
Чорнозем типовий глибокий (Сумська область)	Картопля	52/41	57/49	1,02	1,24
	Цукрові буряки	55/40	62/44	1,09	1,31
	Кукурудза	51/40	61/47	1,08	1,28
	МВС				
Чорнозем типовий глибокий (Харківська область)	Озима пшениця	60/46	75/54	1,16	1,19
	Чорний пар	61/40	48/35	1,08	1,24
	Кукурудза				
	МВС	58/42	59/32	1,11	1,24
Чорнозем південний (Херсонська область)	Озима пшениця	71/40	68/40	1,15	1,20
	Чорний пар	45/20	51/19	1,09	1,22
	Кукурудза	48/22	58/25	1,11	1,35
	Озима пшениця	53/25	65/32	1,26	1,24

озимої пшениці на фізичні властивості ґрунту небагато чим поступається дії гною.

Кукурудза, цукрові буряки і картопля протягом вегетації також позитивно впливають на

структурний склад, але в меншій мірі, ніж озима пшениця. Щільність складення в цьому разі наприкінці вегетації досягає 1,35 г/см<sup>3</sup>. Це можна пояснити використанням для їх вирощування механічних обробітків, прискореним розкладом органічних речовин і меншою кількістю рослинних решток, що залишаються на полі від цих культур. Отже, якщо в сівозміні переважають просапні культури, необхідно передбачати заходи, що усувають їх несприятливий вплив на фізичні властивості.

Під чорним паром результати гірші, ніж під просапними культурами. Отже, доцільність чорного пару в агрофізичному відношенні досить сумнівна. Очевидно, за цих умов, як відзначають багато дослідників, посилення мікробіологічної діяльності (Пилнер, 1976) призводить до втрати органічної речовини, диспергації ґрунту, а значить, і до погіршення його агрофізичних властивостей і режимів у цілому.

Не менш істотне значення має більш широке використання кальційвмісних речовин. Про необхідність цього заходу свідчать такі положення: декальціювання (втрати кальцію) відбуваються в ґрунтах повсюдно в найрізноманітніших умовах (Лактіонов М. І., 1972); для сучасних орних ґрунтів також характерно посилення рухомості (мобільності, реакційної здатності) органічної речовини (Гринченко О. М. та ін., 1963; Муха В. Д., 1979).

Протягом 30—70-х років поточного століття значні дослідження в цьому напрямку виконані групою співробітників УкрНДІ ґрунтознавства і агрохімії ім. О. Н. Соколовського і кафедри ґрунтознавства Харківського СГІ ім. В. В. Докучаєва під керівництвом проф.

О. М. Гринченка. Вони показали високу ефективність гіпсу на різних ґрунтах, у тому числі й на чорноземах типових глибоких і південних (Гринченко О. М. та ін., 1958, 1959, 1961). Урожай зернових культур при цьому збільшився на 30 % і вище порівняно з контролем, що пояснювалося посиленням біологічної і ферментативної активності ризосферного шару ґрунту, підвищенням рухомості основних поживних елементів, прямою дією гіпсу як джерела сірки та активного кальцію. Спеціальні мікробіологічні дослідження підтвердили ці припущення (Образцова О. А. та ін., 1961).

Дослідники, що вивчали вплив гіпсу як сірковмісного добрива на чорноземах, також відзначають його багатогранну окультурюючу дію, що врешті проявлялося в досить значних приростах урожаїв (Сирий М. М. та ін., 1973). За даними Медведєва В. В. (1988), гіпс здатний поліпшити структурно-агрегатний склад, щільність складення, водно-фізичні властивості й мікроструктуру чорноземних ґрунтів. Особливу ефективність показав гіпс на зрошуваних землях (Гоголев І. М., 1978). Згідно з рекомендаціями (Чесняк Г. Я., 1977) на чорноземах кальційвмісні речовини необхідно вносити один раз на 10 років у дозі 3 т/га.

Найбільш важливе значення для орних ґрунтів мають заходи, що зменшують негативні наслідки переущільнення ґрунтів важкою сільськогосподарською технікою. Головне при цьому, як свідчать останні публікації (Медведєв В. В., 1988, та ін.), — не використовувати на полях техніку з питомим тиском вище за допустимі норми (близько 1 кгс/см<sup>2</sup> при зволоженні, що дорівнює 0,7 фізичної сплості й

близько 0,5 кгс/см<sup>2</sup> при 1 фізичної сплості). Якщо це практично неможливо, наприклад для всієї енергонасиченої техніки (особливо тракторів К-700, Т-150К і навіть МТЗ-82, комбайнів, причепів, автомобілів, великовагових засобів для внесення рідких мінеральних добрив), тиск якої на ґрунт перевищує допустимий в 2—4 рази, то необхідно вживати прийоми з мінімалізації кількості проходів (так звана маршрутизація руху машинно-тракторних агрегатів) або такі, що збільшують площу контакту ходової системи з ґрунтом (здвоювання коліс або використання пневматичних широкопрофільних шин). Результативні також заходи, що підвищують опір ґрунтів ущільненню (внесення гною, кальційвмісних сполук та інших оструктурюючих меліорантів) і прискорюють його розушлювання (активне підпушення, фітомеліорація тощо).

У загальному вигляді всі заходи, що спрямовані на знешкодження агрофізичної деградації, наведено в таблиці 49. Особливість їх полягає в тому, що вони диференційовані залежно від рівня окультуреності ґрунтів. Визначити необхідний рівень можна за розробленими нами критеріями (див. табл. 16). Зазначимо, що із зменшенням рівня окультуреності вміст прийомів, що застосовуємо, стає все більш емким. Однак і в протилежному разі обсяг робіт залишається значним. Необхідність у цьому диктується встановленим положенням про те, що навіть за умов високої окультуреності агрофізичні властивості більшості ґрунтів поки що не задовольняють вимогам культур для забезпечення їх максимальної продуктивності. Особливо це важливо при зрошенні ґрун-

**49. Заходи по збереженню і поліпшенню агрофізичних властивостей ґрунтів залежно від рівня їх окультуреності**

Рівень окультуреності	Заходи
Високий	Заходи спрямовані на збереження агрофізичних властивостей ґрунтів і включають мінімалізацію обробітку (заміна оранки поверхневим обробітком під окремі культури сівозміни, поєднання операцій; зменшення кількості міжрядних обробітків у посівах просапних культур, поліпшення організації робіт та ін.); систематичне внесення ґною в дозах, що забезпечують бездефіцитний баланс органічної речовини (приблизно по 25—35 т/га один раз на 4 роки); в зрошуваних умовах — точно нормована подача поливної води; обробіток ґрунту активними робочими органами; зменшення питомого тиску МТА на ґрунт
Середній	Заходи спрямовані на поліпшення агрофізичних властивостей і включають комплексне застосування прийомів високої культури землеробства, в першу чергу систематичне внесення підвищених доз органічних добрив, впровадження спеціалізованих сівозмін із значною часткою культур звичайної рядкової сівби, бобових культур, всіх елементів мінімалізації обробітку, використання кальційвмісних речовин
Низький	Те саме + систематичне внесення підвищених доз органічних добрив

тив і при багаторазових проходах МТА, коли навіть за умов високої культури землеробства агрофізичний стан ґрунтів погіршується більшою мірою. Основний зміст заходів полягає в поліпшенні організації виконання механізова-

них польових робіт і у впровадженні нових технічних засобів для обробітку ґрунтів.

Великі резерви поліпшення агрофізичних властивостей криються в мінімалізації обробітку і насамперед у використанні комбінованих машин, бо мінімалізація обробітку, поєднання операцій для більшості ґрунтів обмежується лише періодом сівби. Нарешті, не втрачають свого значення органічні добрива, а також кальційвмісні сполуки, які поки що недооцінюються. Ці прийоми є провідними при вирішенні проблеми управління агрофізичними властивостями ґрунтів.

#### 4.4. КОМПЛЕКС ЗАХОДІВ ПО ВІДНОВЛЕННЮ РОДЮЧОСТІ ЕРОДОВАНИХ ҐРУНТІВ

Лісо- і гідромеліоративні заходи постійної дії як основні засоби ґрунтозахисної агроландшафтної меліорації. Проблема відтворення і підвищення родючості ґрунтів не можна вирішувати ізолювано від проблеми припинення прискореної ерозії і дефляції ґрунтів. Саме ці ґрунторуйнівні процеси через свою повсюдність та інтенсивність завдають найбільшої шкоди сільськогосподарському виробництву. Тому є всі підстави наполягати на першочерговій необхідності єдиної ґрунтозахисно-меліоративної (ГЗ-М) оптимізації природних факторів сільськогосподарського виробництва.

На відміну від комплексу заходів, що спрямовані на захист ґрунтів від ерозії (вони, як правило, проводяться на всій площі орних або пасовищних угідь і вимагають систематичного повторення), мета ГЗ-М системи полягає в забезпеченні оптимальних умов для постійного

функціонування раціональної рослинницької технології, спеціальних ґрунтозахисних агротехнічних і агромеліоративних заходів, за рахунок яких досягаються відтворення і підвищення родючості ґрунтів.

ГЗ-М оптимізація повинна мати максимальну тривалість дії, бути ландшафтно істотною і ландшафтно стабільною. Реалізується це тільки в агроландшафті (АЛ) — в інтегрованій антропогенно-природній, природно-виробничій територіальній системі, яка проектується і створюється спеціально з метою екологічно раціонального і економічного ведення сільськогосподарського виробництва, для охорони і неухильно прогресуючої оптимізації його природних основ.

Саме агроландшафтна меліорація і має стати основним етапом створення АЛ, на якому повсюдно формується ландшафтно стабільна ГЗ-М структура шляхом раціональної організації всієї території сільськогосподарських (і суміжних) земель. В результаті мають бути сформовані робочі ділянки (РД), які дійсно ландшафтно стабільні і екологічно обґрунтовані, придатні для роботи автоматичних систем машин і поступового оснащення більш досконалими технічними та енергетичними засобами. Кожна РД — справжній «польовий цех» з однорідно поліпшеними природно-виробничими умовами. Тільки таким чином можна забезпечити реальні можливості для ефективного контролю і управління поточним режимом умов вирощування культур.

У сучасних умовах, коли поля, особливо на рівнинних землях, нарізають майже безсистемно, не може бути й мови про ефективність

контролю за ситуацією і про управління нею. Такі поля в зв'язку з своєю прямокутно-прямолінійною конфігурацією і надзвичайно великими розмірами є конгломератами ландшафтних виділів, «усічених» за рахунок біоти, а потім і ґрунту. Їх характеризує гетерогенність умов рельєфу, зволоження, мікроклімату, ґрунтів. Вони слабо враховують схилу мікророзональність, утворюють простір для еродуючих стокових і дефлюючих вітрових потоків. Сучасні заходи постійної дії (ЗПД) через їх несистемність ще більше посилюють гетерогенність умов. Розглянемо, які ГЗ-М системи лісо- і гідромеліоративних ЗПД потрібні й достатні для формування і надійного закріплення просторової структури АЛ. При цьому будемо спиратися в основному на матеріал, який узагальнено в роботі Г. П. Дубинського і В. І. Буракова (1985).

**Система полезахисних смуг (ПЗС), на пасовищах — пасовище-захисних смуг і живо-плотів.** Основний критерій ГЗ-М системності: відстань між ПЗС не перевищує 10—15 висот дерев (тобто в Лісостепу і Степу близько 200 м). Це забезпечує максимальний ґрунтозахисний та агрономічний вплив, яким охоплюється увесь міжсмуговий простір. Альтернативні варіанти розміщення ПЗС (на більшій відстані одна від одної), якщо застосовувати, головним чином, однорядні деревинно-кущові смуги-куліси, відпадають: останні займатимуть не більше 2—3 % ріллі.

Основний зміст важливих меліоративних впливів систем ПЗС полягає в послабленні вітру і турбулентного обміну в приґрунтовому шарі повітря, а якщо трактувати його більш



широко, то він зводиться до такого: стримування дефляції ґрунтів, зупинка і закріплення приведеного в рух ґрунтового матеріалу; зменшення «краплинної ерозії» завдяки послабленню вітру при зливах, звідси — підвищення вбирної здатності ґрунту і послаблення зливової ерозії; зменшення непродуктивного випаровування з поверхні ґрунту, снігу (при хуртовинах); підвищення продукційної ефективності транспірації; рівномірне снігозатримання, звідси — збільшення вологозапасів у ґрунті завдяки припиненню здування снігу і кращого вбирання талих вод в убережений від сильного промерзання ґрунт; послаблення надмірного зволоження нижніх частин схилів, днищ балок; опелююча дія в ранньовесняний період; послаблення виходу за межі приґрунтового шару повітря  $\text{CO}_2$ , який утворюється в біологічно активному ґрунті; надходження в ґрунт органічної речовини листків.

Сприятливий загальноекологічний вплив ПЗС цим не вичерпується, вони можуть мати і безпосередню господарську користь (деревина, мульчматеріал, гілковий корм, плоди і ягоди тощо). Але навіть якщо б і не було у цієї системи стільки переваг, її створення не підлягає сумніву, бо, крім неї, більш надійного інженерно-біологічного засобу закріплення меж робочих ділянок і спрямовуючих ліній контурного обробітку поки що просто не існує. З втіленням її у життя цілком реальною стає можливість загінного випасу і раціональної пасовищезміни.

Структуроформуюча роль ПЗС проявляється у двох основних формах.

1. На землях, де відсутня ерозія або небез-

печний поверхневий стік (переважно це привододільні землі й верхні частини випуклих схилів при крутизні менш як  $0,5-1^\circ$  і при обмеженій довжині схилу цієї крутизни), ПЗС — єдиний і достатній ґрунтозахисно-меліоративний захід постійної дії, який визначає смугову структуру цієї частини АЛ. Вона складається із смугових РД з паралельними довгими сторонами, які перпендикулярні основному напрямку шкідливих вітрів. У цьому випадку проектування ПЗС по відношенню до РД первинне. Коли ж конфігурація РД і, наприклад, закріплюючих їх ПЗС вимушено зумовлені особливостями конфігурації відносно невеликого масиву привододільних земель, то проектування ПЗС вторинне.

2. На схилах у зв'язку з необхідністю контурної (поперечносхилової) організації території система ПЗС теж повинна бути контурною. Відповідно в схильній частині АЛ потрібна контурно-смугова структура АЛ, контурно-смугові РД, з технологічно заданою паралельністю поперечносхильових меж. Проектування контурно-смугової структури АЛ первинне по відношенню до проектування ПЗС. Однак при цьому ширину контурно-смугових РД (у вздовжсхильовому напрямку), як і на «безерозійних» землях, зумовлює дальність меліоративного впливу ПЗС (контроль за поверхневим стоком, його відведення забезпечується, головним чином, гідромеліоративними заходами).

На пасовищах нижніх схилів крутизною понад  $5-6^\circ$  система пасовищезахисних смуг і живоплотів може складатися з лінійних насаджень, які майже точно відповідають горизон-

талям рельєфу, оскільки тут немає необхідності в паралельності довгих поперечносхиливих меж РД.

**Лісогідромеліоративна система водорегулюючих (протиерозійних) смуг.** Багаторядні лісові смуги потребують значної площі орних земель, а підвищена тільки інфільтраційна здатність набувається ґрунтом під насадженням поступово. Водночас через особливості орного нанорельєфу і неможливість точно повторити лісовими смугами рисунок горизонталей утруднюється надходження вод поверхневого стоку в лісову смугу по всій її довжині (тим більше, що цьому перешкоджає поперечний напрямок обробітку ґрунту і посіву). У лісових смуг відсутні аеродинамічні властивості смуг-куліс, що необхідно для повноцінного виконання ползахисних функцій. Тому створювати на орних землях водорегулюючі лісові смуги недоцільно, за винятком специфічних позицій в АЛ (наприклад, відокремлення ріллі від пасовищ багаторядною лісовою смугою щільної конструкції, що непрохідна для тварин). З лісових смуг потрібні прибалкові, поблизу ярів і придорожні.

Залісення ланок стоковідвідної інфраструктури може повноцінно замінити поперечні смуги в системі ПЗС.

**Система гідромеліоративних ЗПД.** Проект цієї системи зумовлений проектом контурно-смугової структури АЛ в його схильній частині. Проект може бути націлений на повне затримання стоку або на його часткове затримання і на безпечний відвід за межі поля цієї частини, яка не може бути увібрана ґрунтом на шляху уповільненого відводу. Практика по-

казала, що перший принцип пов'язаний з небезпекою прориву затриманих вод вниз по схилу і недопустимий навіть у зонах недостатнього зволоження. Напроти, дотримання другого принципу робить контурно-смугову структуру АЛ цілком практичною, в тому числі і в зонах тимчасового надмірного зволоження. Повне затримання поверхневого стоку можна рекомендувати на нижній межі привододільного безерозійного простору, де не потрібна контурно-смугова організація території (споруда замкнутого водозатримуючого вала або його напівзамкнутих фрагментів).

Фактичною частиною системи гідромеліоративних заходів є контурний нанорельєф ріллі, який діалектично трансформується з агротехнічного заходу короточасної дії у ЗПД, оскільки обробіток ґрунту не в контурному напрямку на контурно-смугових РД практично неможливий. «Польові» ЗПД, що дублюють контурно-смугову організацію території, утворюють «запас міцності» її ґрунтозахисної дії — ЗПД вздовж поперечно-схиливих меж РД і ПЗС, що закріплюють ці границі (вали-тераси збільшеної висоти, вали-канави), і всередині РД (системи оброблюваних валів-терас з широкою основою, паралельних до поперечносхиливих меж). І нарешті, нижню ланку системи «стоковідвідної інфраструктури» обладнують для безпечного приймання й відведення стоку з ріллі по улоговинах стоку вздовж флангових (вздовжсхиливих) меж схиливих блоків контурно-смугових РД. Для «запасу» протиерозійної міцності в улоговинах, як правило, створюють каскади малих протиерозійних ставків і проводять залісення. Якщо водотік знаходить-

ся поза улоговиною, то його можна закріплювати лісовою смугою.

Оптимізуючий вплив ГЗ-М систем ЗПД на родючість ґрунтів проявляється в різних аспектах.

1. Створюються технологічно сприятливі й однорідні РД: на вирівняних землях — смугові з прямолінійними паралельними межами, на схилах — контурно-смугові з паралельними поперечносхилowymi межами плавної кривизни великого радіуса; контурно-смугові загони пасовищезмін. Завдяки невеликій ширині кожної РД перебуває практично в однакових умовах за крутизною схилу, змитістю і властивостями ґрунтів, їх поживним режимом тощо. Зрозуміло, що кожний блок схилів РД повинен займати сектор схилу однорідної експозиції, що забезпечує гомогенність інсоляційного фактора мікроклімату. Все це надає можливість використовувати диференційовані, а тому і найбільш ефективні заходи підвищення родючості ґрунтів. Навіть при досить складному рельєфі реальною є можливість створення РД з мінімально безпечним нахилом робочих ходів і довжиною, достатньою для продуктивної роботи машин.

2. Різко зменшуються ерозійно-дефляційні втрати не тільки родючого верхнього ґрунту, а й добрив, меліорантів, пестицидів.

3. Скорочуються потреби в зрошуванні й в зрошувальній воді, зменшується небезпека вторинного засолення ґрунтів.

4. Підвищується врожайність завдяки кращій вологозабезпеченості культур і оптимізації мікроклімату, збільшується маса коренів, а також надземна маса рослин, яку можна ви-

користовувати для поверхневого і щільного мульчування з метою відновлення втраченого гумусу.

5. У поліпшених умовах вологозабезпеченості й мікроклімату зростає економічна ефективність вирощування багаторічних трав; площі цього ґрунтозахисного і меліоративного фону можна істотно розширити.

6. Збільшується ґрунтозахисне значення озимих культур завдяки їх меншій загибелі.

7. Контроль над поверхневим стоком робить більш перспективними роботи з ліквідації розмивів і ярів, оскільки відпадає необхідність у їх повторенні. Доцільні навіть великі, але одноразові витрати на планування «гофрованої» поверхні схилів (з попереднім зняттям гумусового матеріалу і подальшим його повертанням). Малі вздовжсхиліві форми ерозійного нанорельєфу можуть бути ліквідовані поступово завдяки постійному поперечносхилowому обробітку ґрунтів.

8. Підвищується ефективність агро меліоративних (ґрунтозахисних і вологонагромаджувальних) заходів у складі раціональної рослинницької технології. Зараз вони позбавлені необхідної просторової основи для свого застосування, що особливо чітко простежується на прикладі прийомів створення водозатримуючого нанорельєфу. Широко відома оранка «впоперек основного напрямку схилу» в зв'язку з улоговинністю схилів і повсюдною кривизною їх поверхні може вважатися дійсно поперечною тільки на частині площі, а на решті підводить стік до улоговин, не перешкоджаючи його концентрації, яка особливо небезпечна в ерозійному відношенні. Те саме відноситься і

до інших лінійно орієнтованих форм нанорельєфу — від переривчастих борозен до щилин (для їх створення необхідні контурні спрямовуючі лінії). Такий «неорієнтований» прийом, як лункування, здавалося б, здатний нейтралізувати невідповідність робочих ходів агрегатів контурному напрямку, однак у багатоводні роки він неефективний, бо внаслідок переповнення лунок повсюдно виникає еродуючий поверхневий стік, який посилюється лавиноподібно вниз по схилу. Контурно-смугова структура АЛ, яка забезпечує ерозійно безпечні нахили робочих ходів, гідромеліоративні ЗПД, що перехоплюють і відводять стік, можуть відродити практичний інтерес до водозатримуючого нанорельєфу, який дискредитований в умовах прямокутно-прямолінійних полів.

Підкреслимо, що все зазначене вище не ставить за мету применшити значення раціональної рослинницької технології і спеціальних агромеліоративних прийомів. Ідеальне таке становище, коли саме завдяки технологічним прийомам у переважній більшості випадків забезпечується максимально можлива інфільтрація вологи в ґрунт і майже повний захист ґрунту від ерозії і дефляції, а дія ЗПД проявляється наявно тільки за особливо несприятливих сполучень факторів ґрунторуйнівних процесів. Однак не можна не рахуватися з постійною можливістю «відмови» технологічних прийомів, що може статися в разі відсутності умов для виконання ними своїх функцій або навіть при неможливості своєчасно і якісно їх реалізувати. Підкреслимо, що недосконалість технологічних заходів особливо відчутна в катастрофічних ситуаціях. Отже, повністю під-

порядковувати їх екологічним цілям, надати безпосередню економічну направленість неможливо. Мова при цьому може йти тільки про необхідність введення технології у певні екологічні рамки. Певною мірою це стосується видів ґрунтозахисних мульчуючих обробітків ґрунту, в тому числі «нульового» обробітку і прямої сівби, які далеко не завжди економічно ефективніші за традиційні технології і до того ж можуть призводити до хімічного забруднення ґрунтів.

Витрати на ґрунтозахисно-меліоративні ЗПД необхідні, головним чином, при їх створенні, і набагато менші за ті енергетичні наслідки, до яких призводять. Звідси у них висока меліоративна і економічна ефективність. Щодо агротехнічного технологічного блоку АЛ, то в ньому мають бути сконцентровані зусилля для поточного і оперативного управління АЛ. Труднощі полягають у виборі таких режимів оперативного управління, які б не заважали досягненню постійної перспективної мети охорони і розвитку природно-ресурсного потенціалу сільськогосподарських земель, підвищення їх родючості.

Протягом найближчих десятиріч, перед тим як буде створений на переважній частині земель ґрунтозахисно і меліоративно упорядкований АЛ, саме агротехнічні й агромеліоративні прийоми, рослинницька технологія повинні нести основне навантаження в справі послаблення ґрунторуйнівних процесів, підтримання і відновлення ґрунтової родючості. Але докладніше про це мова піде нижче.

**Агротехнічні заходи з відтворення родючості еродованих ґрунтів.** У районах, де прояв-

ляється вітрова ерозія, найбільш ефективним ґрунтозахисним способом є обробіток ґрунту із залишенням стерні на поверхні, що знижує швидкість вітру в приземному шарі, затримує ґрунтові частки, що переносяться вітром з інших ділянок. Обробіток здійснюється спеціальними протиерозійними знаряддями (КПГ-250; КПГ-2,2; КПШ-5; КПЕ-3,8; БИГ-3), після яких на поверхні поля залишається 70—85 % стерні та інших рослинних решток.

Підраховано, що для надійного захисту ґрунтів від вітрової ерозії на їх поверхні необхідно мати 250—300 шт./м<sup>2</sup> стерньових решток колосових культур завдовжки 18—22 см, або 13—40 шт./м<sup>2</sup> решток кукурудзи, або сояшника завдовжки 15 см (Шиятий Є. І., 1968; Зайцева О. А., 1970; Жигайлов В. В., Геффель Л. А., 1972; Урбазаєв Н. М., 1972; Вешко Е. І., Бураков В. І., Тимченко Д. О., 1979). Відносно вітростійкий стан ґрунту забезпечується за умов, коли у верхньому (0—5 см) його шарі міститься не менш як 55—60 % агрегатів діаметром більше 1 мм.

Велику роль у захисті ґрунтів відіграє рослинність. Звідси необхідність мати більше орних земель, які були б покриті живою рослинністю протягом тривалого часу. Цього досягають насиченням сівозмін багаторічними травами, поліпшенням природних сіножатей і пасовищ, розміщенням озимих після крапів попередників, смуговим розміщенням культур звичайної рядкової сівби (озимі та ярі колосові або багаторічні трави) з просапними культурами (кукурудза, сояшник, цукрові буряки), сівбою куліс з високостеблених культур.

Щорічне покриття 79—80 % площі сіль-

ськогосподарських угідь рослинністю і стерньовими рештками в комплексі з іншими протиерозійними заходами (лісомеліоративними) сприяє значному зниженню втрат ґрунту в разі проявлення вітрової ерозії.

На схилових землях всі агротехнічні заходи мають бути спрямовані на припинення стоку і змиву ґрунту, збільшення водопроникності та інфільтрації води і на безпечний скид її надлишків у гідрографічну мережу. На пологих односкатних схилах переважно застосовують оранку і сівбу впоперек схилу, оранку з ґрунтопоглибленням; на більш складних за рельєфом — контурний обробіток у комплексі з іншими агротехнічними прийомами (створення водозатримуючого мікрорельєфу, обробіток ґрунту із збереженням рослинних і стерньових решток на поверхні, поглиблення орного шару, залуження водостоків, улоговин).

Для захисту агрофонів з низькою протиерозійною стійкістю (чорний пар, просапні культури) їх розміщують почергово смугами з культурами звичайної рядкової сівби. За даними Г. І. Толстих, М. І. Головки (1985), за такого прийому можливість змиву ґрунту виключається, а урожай вирощуваних культур підвищується (табл. 50).

Розміщувати просапні культури на схилах крутизною понад 3° не рекомендується. Там, де не передбачено смугове розміщення сільськогосподарських культур, роблять буферні смуги, куліси. Ефективно також щілювання зябу, посіви багаторічних трав, озимини, створення сіножатей і пасовищ, агрофонів з поверхневим обробітком. Як показали досліді, пізньоосіннє щілювання посівів озимої пше-

**50. Ефективність контурно-смугових посівів із залуженням улоговин (1977—1985 рр.)**

Варіант	Змив ґрунту, т/га	Кольматация ґрунту, т/га	Вихід рослинницької продукції, кормопротеїнових одиниць
Традиційне розміщення посівів (контроль)	16,5	2,5	22,5
Контурно-смугові посіви (без залуження)	4,4	1,8	26,7
Контурно-смугові посіви із залуженням улоговин	0	0	28,4

ниці на чорноземах глибоких малогумусових легкосуглинкових Київської області зменшує змив ґрунту в 3—4 рази (табл. 51). Крім того, цей прийом сприяє збільшенню весняних запасів вологи на 20—25 мм, а у зволожені роки до 35—40 мм. У кінцевому підсумку врожай

**51. Вплив добрив і щілювання на змив ґрунту під озимою пшеницею за весняно-літній період**

Добрива	Змито ґрунту, м³/га							
	при щілюванні				без щілювання			
	1974 р.	1975 р.	1976 р.	у середньому	1974 р.	1975 р.	1976 р.	у середньому
Без добрив	6,7	0	6,1	4,3	11,1	3,1	28,8	14,3
P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> — фон	6,9	0	4,8	3,9	12,5	2,7	28,0	14,4
Фон+N <sub>40</sub>	6,8	0	2,8	3,2	12,2	2,6	24,1	12,9
Фон+N <sub>80</sub>	5,9	0	3,3	3,1	6,6	2,1	20,4	9,7
Фон+N <sub>120</sub>	5,4	0	2,1	2,5	6,7	1,9	18,2	8,9

зернових підвищується на 2,3—3,5 ц/га (Міронов Г. І., 1979).

Щілювання проводять контурно в напрямку горизонталей через 5—8 м на глибину 50—60 см. На схилах із складним рельєфом щілини нарізають не суцільно, а переривчасто (шахоподібно).

Протирозійну стійкість ґрунту можна підвищити також обробітком його полімерами-структуроутворювачами: водоміцність структури зростає в 2—3 рази, а змив ґрунту зменшується в 5—10 разів. Крім того, деякі полімери (поліакриламід, препарати групи «К», полікомплекси, лігнін та ін.) позитивно діють на водно-фізичні й біологічні властивості, підвищують вміст доступних поживних речовин і врожай сільськогосподарських культур (Полякова Е. М., Романов І. А., 1979; Чалаб'янц С. А., 1979).

Допустима величина втрат ґрунту — 0,2—0,5 т/га на рік. Раніше визнавали 5—6 т/га на рік, але така кількість не компенсується процесами ґрунтоутворення. Крім того, при цьому втрачається стільки елементів живлення рослин, скільки потрібно для одержання додатково 1 т зерна з кожного гектара (Заславський М. Н., 1963). Якщо на схилових землях застосовувати увесь комплекс агротехнічних протирозійних заходів, то це дасть змогу істотно скоротити втрати ґрунту і тим самим зберегти його родючість.

Неабияке значення в цьому плані має запобігання розвитку ерозійних процесів. Для цього впроваджують комплекс заходів, спрямованих на поліпшення фізичних властивостей ґрунтів, збагачення їх на органічну речовину,

52. Зміна чисельності мікроорганізмів і біологічної активності залежно від обробітку ґрунту (Акентьева Л. І., Чижова М.

Показник	Полицей	
	без добрив	
	0—10	10—20

Мікроорганізми в 1 г

на МПА, млн 6,8 4,6

на КАА, млн 3,9 6,7

гриби, тис. 7,4 8,1

відношення МПА 1,7 0,7

КАА

Розклад лляної тканини за травень—серпень (1977 і 1979 рр.), % 49,4 66,0

Розклад солом'яної різки за 3 місяці (у середньому за 1980, 1983 рр.), % 25,6 35,0

Виділення CO<sub>2</sub> в посівах кукурудзи, кг/га за годину (у середньому за 1979 і 1983 рр.) 3,8

збереження і нагромадження вологи і доступних елементів живлення. Інакше кажучи, необхідне оптимізування всіх умов для життя рослин, за яких вони могли б забезпечувати високі й сталі врожаї незалежно від погоди.

Погіршення водно-фізичних властивостей (висока щільність, слабка водопроникність, низька вологоємкість) еродованих ґрунтів у більшій мірі пов'язано із збідненням їх на гумус. Його запаси в метровому шарі на таких ґрунтах на 20—40 % менші за нееродовані, крім того, в них зменшується вміст найбільш цінних для структуроутворення гумінових кислот.

Для підтримання бездифіцитного балансу гумусу необхідно запроваджувати такі заходи.

1. Внесення органічних добрив. Потрібно не

тивності залежно від обробітку ґрунту (Акентьева Л. І., С., 1986)

обробіток		Безполицей обробіток			
добрива		без добрив		добрива	
0—10	10—20	0—10	10—20	0—10	10—20

4,5 9,0 9,2 7,5 5,3 7,2

2,6 3,2 3,0 15,8 1,6 3,8

6,3 6,5 5,7 6,5 11,9 13,6

1,7 2,8 3,0 0,5 3,3 1,9

47,1 38,3 67,4 21,6 59,6 18,6

28,9 32,5 40,9 36,9 30,6 27,6

6,7 7,1 6,8

менше як 10—15 т/га гною на сівозмінну площу. Високі дози сприяють збільшенню вмісту агрегатів цінних фракцій, кількості водотривких агрегатів, пористості, водопроникності, тобто поліпшується структура в цілому.

2. Вирощування багаторічних трав сприяє відновленню структурного стану ґрунту і збільшенню вмісту ґрунтових агрегатів, стійких проти впливу води і вітру. Збагачує ґрунт на органічну масу на значній глибині і тим самим підвищує родючість.

3. Систематичне застосування ґрунтозахисних обробітків, після яких на поверхні ґрунту залишаються рослинні й стернові рештки, призводить до підвищення чисельності мікроорганізмів і біологічної активності в шарі 0—10 см (табл. 52).

53. Вплив систем основного обробітку ґрунту на запаси  
(Кірюшин В. І.,

Глибина, см	Чорнозем південний, Північно-Кулдін- ська СГДС		Чорнозем звичайний, Омське відділення СибНДІСГЗЗ	
	оранка на 25— 27 см	безполи- цевий об- робіток на 10— 12 см	оранка на 20—22 см	безполи- цевий об- робіток на 10— 12 см
0—50	34	22	60	28
50—100	28	7	34	24
100—150	113	26	32	16
150—200	69	40	20	15
200—250	22	38	12	10
0—250	266	133	158	93

Надходження стерньових решток у поверхневий шар і активізація в ньому ґрунтової мікрофлори при систематичному використанні безполіцевого обробітку зумовлює синтез рухомих гумінових кислот і більш активне гумуоутворення.

За даними В. І. Кірюшина, І. Н. Лебедевої (1972), 11-річне застосування безполіцевого обробітку супроводжувалося збільшенням гумусу у верхньому (0—10 см) шарі ґрунту на 0,35 % при практично незмінній його кількості в шарі 20—30 см. На таку закономірність вказують М. Х. Грабак та ін. (1982), О. Ю. Горбачова (1983). Це пояснюється не тільки більшою концентрацією у верхньому шарі рослинних і кореневих решток, характером їх розподілу і кращими умовами розвитку мікроорганізмів, а й способом загортання органічних і мінеральних добрив. За даними О. Г. Тараріко та ін. (1980), при безполіцевому обробітку

і розподіл нітратного азоту в шарі 0—250 см, кг/га  
Ткаченко Г. І., 1986)

Чорнозем вилугуваний			
Кемерівський НДІСГ		Тюменський СГІ	
оранка на 22 см	безполіце- вий обробі- ток на 20— 22 см	оранка з чергуванням глибин (28— 30 і 20— 22 см)	безполіце- вий обробіток з чергуван- ням глибин (28—30 і 12— 14 см)
41	37	19	13
8	Сліди	12	Сліди
16	3	11	2
24	10	10	10
22	9	10	11
111	59	62	36

основна маса мінеральних добрив (69—77 %) зосереджується в шарі 0—15 см, тоді як при оранці (51—56 %) на глибині 15—30 см.

Проте внаслідок обробітку ґрунту без обороту скиби з'являється небажана диференціація орного шару за родючістю. Її можна послабити внесенням мінеральних добрив у більш глибокі шари ґрунту. Для цього використовують сівалки, культиватори-рослинопідживлювачі або спеціальні знаряддя — КПГ-2,2; ГУН-4, які здатні загортати добрива на глибину до 25 см з одночасним проведенням основного обробітку і збереженням рослинних решток на поверхні ґрунту. Це дає змогу набагато знизити втрати мінеральних добрив від змиву і видування їх з поверхні ґрунту.

**Внесення мінеральних добрив.** При цьому забезпечується кращий розвиток кореневої системи, надземної маси рослин і тим самим здійснюється захист ґрунту від ерозії. Ефек-



тивність добрив, як правило, тим вища, чим більший ступінь еродованості ґрунту. Співвідношення добрив за азотом, фосфором і калієм залежить від ґрунтово-кліматичних умов. Підвищені дози азотних добрив викликають їх міграцію за межі кореневмісного шару. Ефективним засобом регулювання азотного режиму є залишення соломи у верхньому шарі ґрунту, який обробляли плоскорізом. За даними таблиці 53, при цьому за межами кореневмісного шару було в 1,2—2 рази менше азоту, ніж при оранці. Однак використання соломи необхідно поєднувати з підвищенням доз азотних добрив на 10—15 %, які вносять у кілька етапів згідно з даними ґрунтової і рослинної діагностики.

**Регулювання водного режиму.** Продуктивність еродованих земель тісно пов'язана із запасами ґрунтової вологи. В зонах з нестійким зволоженням для затримання і нагромадження вологи в ґрунті на схилвих землях щільють зяб, сіють озиму пшеницю, багаторічні трави. При цьому запаси вологи зростають на 15—40 мм, а врожай зернових культур на 2—4 ц/га (Тараріко О. Г. та ін., 1979; Миронов Г. І., 1979; Бука А. Я., Коваленко О. П., 1979; Моргун Ф. М. та ін., 1983).

Ще кращі умови для вологонагромадження утворюються при контурно-смуговому розміщенні сільськогосподарських культур у комплексі з іншими протиерозійними заходами: запаси вологи зростають на 40—60 мм, сток і змив ґрунту зменшуються в 3—12 разів, а прирости врожаю зерна становлять 3—5 ц/га (Полупан В. І. та ін., 1985; Полукетов Є. В., 1985; Вольнов В. В., 1985).

Використання безпліцевого обробітку в

**54. Весняні запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту залежно від способу обробітку, мм (Продан Т. К., Квач В. Ф., 1974)**

Рік	Оранка	Глибокий обробіток КПГ-250	Збільшення запасів вологи при безпліцевому обробітку
1970	88,2	104,2	16,2
1971	75,8	89,7	13,9
1972	21,1	31,3	10,2
1973	125,5	141,8	16,3
1974	77,6	91,8	14,2
У середньому	77,6	91,8	14,2

південних районах України сприяє більш рівномірному розподілу снігу на поверхні, в результаті чого зростає вологість ґрунту. За даними Південного відділення УНДІМЕСГ (Продан Т. К., Квач В. Ф., 1974); за цього способу в метровому шарі ґрунту за осінньозимовий період нагромаджується на 10—16 мм вологи більше, ніж при оранці (табл. 54). На таку саму особливість вказують І. Є. Щербак (1974), М. М. Милосердов, В. Г. Антонюк, В. Г. Титова (1978), В. А. Семякін (1981), В. В. Медведєв, С. Ю. Булигін (1986), В. М. Круть, В. Ф. Карпук (1986). Однак якщо цей прийом застосовувати досить тривалий час, то відбувається ущільнення орного шару, що може негативно впливати на нагромадження вологи. В зв'язку з цим безпліцеві обробітки доцільно поєднувати з пізньоосіннім щільюванням, особливо на схилах.

У зонах достатнього зволоження основними прийомами регулювання водного режиму є фітомеліоративні заходи (сівба багаторічних

трав, ущільнені посіви, підбір культур) і регулювання поверхневого стоку талих і зливових вод.

Таким чином, на основі комплексного підходу до проблеми захисту ґрунтів від ерозії можна суттєво поліпшити родючість і продуктивність еродованих земель.

#### 4.5. ЗАХОДИ, ЩО ЗАПОБІГАЮТЬ ТЕХНОГЕННУ ЗАБРУДНЕННЮ ҐРУНТІВ

Важливими аспектами проблеми техногенного забруднення ґрунтів металами є оцінка стану ґрунтів в умовах підвищення антропогенних навантажень, прогнозування і запобігання тих процесів, які призводять до деградації ґрунтового покриву. Існують різні підходи до оцінки техногенного впливу на ґрунти. Але всі вони зводяться до визначення норм допустимої дії — гранично допустимої концентрації (ГДК), гранично допустимих викидів (ГДВ), гранично допустимого екологічного навантаження (ГДЕН) тощо. При цьому використовуються і різні принципи нормування: гігієнічний (враховує токсичність металів відносно рослин, тварин, людини); екологічний (враховує зміни в результаті взаємодії металів з ґрунтом і пов'язаними з ним компонентами); економічний (враховує реакцію рослин на деградацію родючості, що виражається депресією врожаю).

Особливість гігієнічного принципу полягає в тому, що розроблені за ним ГДК завжди орієнтовані на людину. Кількісно ці величини умовні, бо залежать від реакції тих посередників (повітря, вода, харчові продукти), через

які метали потрапляють до людського організму.

Кінцева мета екологічного напрямку — визначення ступеня несприятливого впливу металів-забруднювачів на властивості ґрунтів, їх склад і рівень родючості.

Оскільки вивчення стану ґрунту не є самоціллю, дослідження ГДК ведуть у системі ґрунт—рослина. Під нормуванням вмісту важких металів розуміють (Зирін М. Г., Обухов А. І., 1983) шкалу концентрацій важких металів у ґрунті, які адекватно відображають збитки, що завдаються родючості ґрунтів, стану, росту, розвитку й плодоношенню рослин внаслідок нагромадження в них важких металів у межах і вище ГДК.

У зв'язку із складністю об'єктів, що вивчаються, до ранжування забруднених територій і визначення гранично допустимих концентрацій металів підходять диференційовано. Враховується насамперед буферна здатність ґрунтів. Ґрунти з високими показниками вмісту органічної речовини і мулу, карбонатні, з нейтральною і лужною реакцією ґрунтового розчину, тобто ґрунти, у яких висока адсорбційна здатність, мають і високу самоочищувальну здатність. Піщані, кислі ґрунти з низькою ємкістю вбирання слабо утримують метали, і поріг їх токсичності набагато нижчий. Наприклад, токсична дія міді на легких ґрунтах проявляється вже при 10—11 мг/кг, а на низькозольних торфовищах урожай рослин не знижується і при 75 мг/кг (Реуце Ж., Кристя С., 1986).

Сільськогосподарські культури також мають різну чутливість до металів-забруднювачів

і сильно різняться за величиною порогу токсичності елементів навіть у межах однієї групи рослин. Найбільш стійкі в цьому відношенні зернові, а найбільш уразливі овочеві культури, в першу чергу ті, в яких споживають листки — салат, щавель, петрушка тощо.

Метали також мають різний поріг токсичності. Зарубіжними дослідниками встановлено, що для Pb це 2000 мг/кг, Zn — 100—150, Cu — 50—200, Cd — 20—50 мг/кг ґрунту. У нас роботи в цьому напрямку тільки-но розпочаті. До тих ГДК, що вже розроблені гігієністами для деяких елементів (Pb — 20, Hg — 2,1; As — 2,0; Cr — 0,05; Mn — 1500 мг/кг), слід ставитися критично, виходячи з того, що, наприклад, природний вміст свинцю в різних ґрунтах коливається від 10 до 50 мг/кг. Тому без врахування геохімічного фонду та індивідуальної реакції різних рослин визначати рівень ГДК недоцільно. Ґрунтознавці спрямовують свої зусилля в цьому плані на визначення толерантних і токсичних концентрацій важких металів у системі ґрунт — рослина з градацією їх вмісту по ґрунтах, а саме: ґрунти, які зумовлюють загибель рослин; зниження врожайності на 5—10 %; нагромадження в рослинах важких металів вище гігієнічних нормативів. При цьому диференційований підхід до визначення ГДК (з врахуванням геохімічного фону, фізико-хімічних характеристик, буферності, тобто власно ґрунтових умов) залишається першочерговим завданням. Ґрунт також необхідно розглядати в тісному зв'язку з іншими компонентами природного середовища, з якими він становить єдину ландшафтно-геохімічну систему.

Згідно з існуючими прогнозами проблема забруднення ґрунтів важкими металами не втратить своєї актуальності ще десятки років. Звідси дуже важливо поряд з організацією системи моніторингу розробити дієву систему охорони ґрунтового покриву. Уже створено систему природоохоронних засобів, яка включає як радикальні заходи, так і засоби обмеженої дії.

Радикальні передбачають перехід підприємств-забруднювачів на принципово нові безвідходні технології виробництва, установку ефективних очищувальних споруд, утилізацію відходів. Жодну технологію, в якій не враховується вплив на навколишнє середовище, нині не можна впроваджувати у виробництво. Обов'язково має стати і вимога економно та ощадливо використовувати матеріальні ресурси — метал, вугілля, деревину тощо. Застосування, наприклад, вторинної сировини дає змогу зменшити ступінь забруднення навколишнього середовища і повернути виробництву до 47,2 % срібла, 40 — свинцю, 27 — цинку, 20 % — олова, нікелю і ртуті (Плішко А. А., Майстренко М. І., 1985).

До заходів локального характеру слід віднести внесення органічних добрив, природних цеолітів, кальційвмісних і фосфорних сполук, торфу, тобто таких компонентів, які здатні зв'язувати токсичні метали в недоступні для рослин сполуки.

У тому разі, коли акумуляція металів у ґрунті досягає особливо високого рівня і супроводжується загибеллю або сильним пригніченням рослинного покриву, рекомендується знімати забруднений шар ґрунту або покрива-

ти його привезеним ґрунтом шаром до 40 см (Покровська С. Ф., 1986).

Як відомо, прилягаючі до автостради землі сильно забруднюються свинцем. Ефективним засобом захисту від цього є лісові смуги, які зменшують надходження Pb в ґрунт на 30—50 % (Покровська С. Ф., 1986). Існують й інші біологічні методи, до яких відносять вирощування слабо реагуючих на надлишок важких металів рослин (бавовник, буряки, деякі бобові) та культур, які не споживаються ні людиною, ні твариною (технічні культури); на сильно забруднених територіях — вирощування деревних рослин і для очищення ґрунту — рослин з підвищеною акумуляцією токсичних металів (наприклад багаторічні трави, які потім утилізують).

Отже, дієвими способами детоксикації ґрунтів при їх техногенному забрудненні є їх окультурення (оптимізація мінерального живлення, високий агротехнічний рівень землеробства, раціональне розміщення сільськогосподарських культур тощо), а також впровадження стійких проти забруднення сортів культурних рослин.

Особливої уваги вимагає проблема, пов'язана із забрудненням ґрунтового покриву України радіонуклідами. Вище вже відзначалося, що разом з агрохімікатами з атмосфери в ґрунт надходить досить велика їх кількість. Водночас внаслідок ерозії інтенсивно відбуваються ґрунторуйнівні процеси, що знижують не тільки потенційну родючість ґрунтів, а й їх буферність, зокрема здатність зв'язувати в недоступні сполуки радіонукліди.

Звідси витікає, що боротьба з цим видом

забруднення має бути різноплановою. На першому етапі освоєння сильно уражених радіонуклідами земель цілком виключають вирощування овочевих культур, а в польові сівозміни вводять переважно технічні й зернові культури або вирощують насіння будь-яких видів культур.

Під озими і технічні культури ґрунт орють плугами з передплужниками.

Перед цим поверхнево вносять до 4—5 т/га вапна, що знижує надходження радіонуклідів у рослини. Ще ефективніші результати, коли вапно сполучається з торфом (60 т/га), фосфорними і калійними добривами — по 180 кг/га діючої речовини. Торф, гній (30—40 т/га) і, особливо, лігнін інтенсивно зв'язують рухомі форми радіонуклідів.

Ґрунти забруднених пасовищ і луків вперше оброблюють плугами з передплужниками на глибину 18—20 см, а потім до 10 см. Залужують травосумішками злакових трав. Перед оранкою обов'язково вносять вапно (3 т/га) і мінеральні добрива (азот, калій).

Для запобігання горизонтальної і вертикальної міграції радіонуклідів у ґрунті й поверхневі води проводять протирадіонуклідну меліорацію земель і ландшафту в цілому, яка включає такі заходи: створення спеціальних лісосмуг, що сприяють перехопленню і очищенню поверхневого стоку; організація системи валів, гребель і колодязів з метою повного перехоплення і очищення поверхневого стоку від радіонуклідів з наступною дезактивацією фільтруючих елементів і похованням забрудненого твердого стоку; закладання нуклідобирних прошарків в елювіальному та ілюві-

альному горизонталі; проведення передпосівного обробітку ґрунту і утворення на весь вегетаційний період внутрішньогрунтових стоковбирних ємкостей і стокоперехоплюючого напорельєфу.

На перезволожений ґрунтах додатково виконують дренажне кротування і закладають взаємопов'язаний продольний і горизонтальний дренажі. В районах недостатнього зволоження проводять снігозатримання з одночасним стоковбирним кротуванням і наступним влаштуванням на схилах стоковбирних трав'яних смуг.

Таким шляхом запобігають проявленню ерозійних явищ і забрудненню поверхневих вод радіонуклідами.

## **5. НАУКОВІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ҐРУНТОВОГО МОНІТОРИНГУ НА УКРАЇНІ**

Необхідність моніторингу ґрунтів як природних утворень і об'єктів використання визначається:

виключною важливістю підтримання ґрунтів у стані, за яким вони зберігають здатність до регуляції циклів біофільних елементів як основи життєдіяльності людини і біосфери;

важливістю контролю і запобігання негативного розвитку процесів ґрунтоутворення, які мають місце практично на всій сільськогосподарській території внаслідок безгосподарської діяльності людини і проявляються в деґуміфікації, ерозії, переущільненні, забрудненні, підкисленні, підтопленні, засоленні, надмірному спрацьовуванні торфу тощо;

необхідністю істотного підвищення родючості ґрунтів, віддачі від меліорації і хімізації, подолання застійних явищ в урожайності та поліпшення якості сільськогосподарської продукції;

неможливістю вироблення адекватної оцінки сучасного стану ґрунтового покриву на основі наявної інформації (через застарілі дані ґрунтового обстеження, «усіченість», орієнтованість лише на вузького споживача, неузгодженість матеріалів і різноманітність методик у роботі гідрогеологомеліоративних експедицій, гідромеліоративної, санітарно-епідеміологічної служби та ін.) і раціонального використання з цієї причини інвестицій для усунування деформаційних явищ.

**Наукові основи, цілі, об'єкти і методи моніторингу ґрунтів.** Моніторинг — це діагностика, прогноз і управління станом ґрунтів або контроль заради управління поширенням відтворенням їх родючості. Завданням моніторингу є періодичний контроль динаміки основних ґрунтоутворних процесів — фізичних, хімічних, біологічних та інших — у природних умовах і при антропогенних навантаженнях. Об'єктами моніторингу виступають основні типи, підтипи, роди, види і різновиди ґрунтів, які обираються в межах ґрунтової провінції і максимальною мірою відображають мозаїчність ґрунтового покриву, всі види і рівні антропогенних навантажень. Постійними пунктами контролю є природні об'єкти (ліси, заповідники), еталонні об'єкти високого рівня сільськогосподарського використання ґрунтів (держсортодільниці, варіанти стаціонарних дослідів, поля господарств, де впроваджено контурно-меліоратив-

# 55. Кількість пунктів спостереження

Локальні станції (грунтові провінції)	Площа сільськогосподарських угідь, млн га	
	всього	в т. ч. рілля

## Поліська база

Західнополіська	1,64	0,88
Правобережнополіська	1,60	1,09
Лівобережнополіська	1,50	0,96

## Лісостепова база

Закарпатська	0,60	0,24
Передкарпатська	0,61	0,36
Західнолісостепова	2,35	2,00
Правобережнолісостепова	7,28	6,53
Лівобережнолісостепова	6,00	5,00

## Степова база станція

Задністровська	0,98	0,77
Правобережностепова	3,69	3,04
Лівобережностепова	7,69	6,30
Південносухостепова	4,22	3,53
Кримська	1,82	1,40
Всього	39,98	32,10

Всього пунктів спостереження

2696

# грунтового моніторингу України

Кількість ґрунтових одиниць, що підлягають контролю		Кількість пунктів спостережень у			
видів	різновидів	природних біоценозах	господарствах	ДСУ	дослідній мережі

## станція (при УНДІЗ)

30	51	34	71	10	6
28	42	32	56	12	6
25	42	26	54	5	12

## станція (при УНДІГА)

15	38	15	34	2	6
28	64	22	46	2	9
41	85	29	127	18	6
45	110	36	162	22	7
36	84	41	158	14	6

## (при УНДІЗГЕ)

17	22	—	108	3	6
19	30	2	197	9	36
24	39	3	323	14	136
28	56	10	369	8	108
28	32	8	252	8	10
—	—	258	1957	127	354

Такий підхід дає змогу сумішати ґрунти з іншими елементами середовища і при аналогічній розробці моніторингу фауни, флори і людини одержати цілісне уявлення про стан біосфери.

Стан ґрунтів достовірно діагностується при наявності такої інформації: зміна структури ґрунтового покриву, трансформація земельних угідь, оцінка темпів зміни основних властивостей ґрунтів (гумусу, рН, ємкості вбирання, фізичного, водного, повітряного і поживного режимів, біологічної активності ґрунтів, за-

бруднення); оцінка інтенсивності прояву процесів ерозії, показників меліоративного стану (якість зрошувальних вод, рівень і мінералізація підґрунтових вод, засоленість ґрунтів у цілому і зони аерації; вторинне осолонцювання, темпи спрацювання осушених торфовищ, трансформація органічної речовини, вторинне озалізнення) і, нарешті, оцінка ефективної родючості земель.

Перелік польових і лабораторних аналітичних робіт залежить від мінімально достатньої кількості показників, що ґрунтовно характеризують вище згадані процеси. Періодичність досліджень залежить від динаміки показників у природних і антропогенних умовах. Загальна кількість показників, що контролюються, дорівнює 115. Набір показників представлено вище в таблиці 2. Один повний тур моніторингу триває 5 років. Для показників, що характеризують кризові екологічні ситуації (ерозія, забруднення, якість продукції), повинні передбачатися спеціальні види оперативної звітності.

Спостереження ведуться наземними стандартними, переважно гостованими методами і дистанційними засобами. Відпрацювання кореляційних зв'язків між наземними і дистанційними методами здійснюється на спеціальних полігонах. У методиці слід передбачати сучасне математичне забезпечення, включаючи принципи створення банку даних, автоматизовані системи обробки і видачі інформації, способи поточного і довготривалого прогнозів.

**Структура служби моніторингу (рис. 15) і організація виконання робіт.** Служба моніторингу ґрунтується, головним чином, на існую-

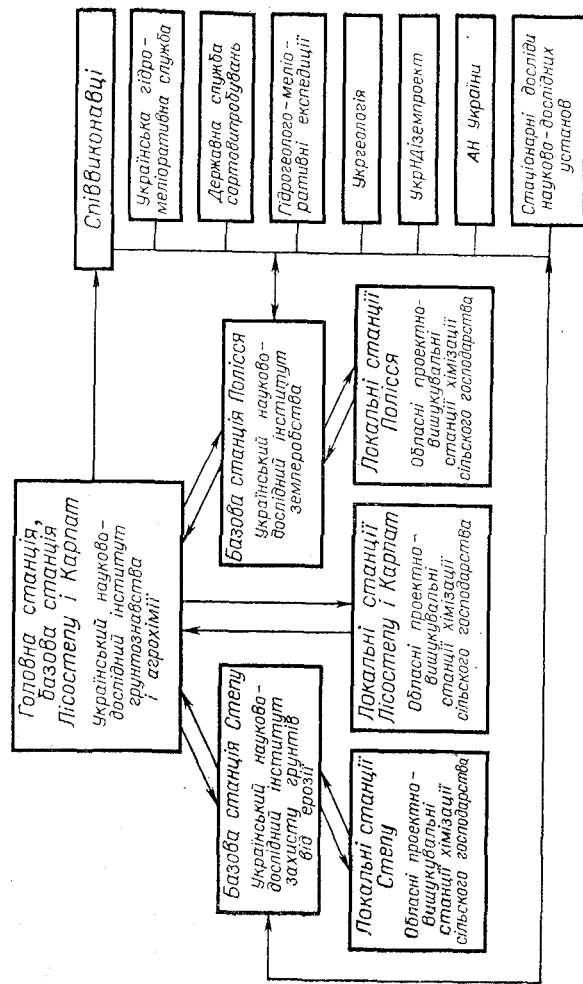


Рис. 15. Схема організації ґрунтового моніторингу України.

чих організаціях. З метою методичного керівництва, автоматизованої обробки даних і видачі інформації споживачам створюється додаткова головна станція з інформативно-обчислювальним комплексом (при УкрНДІ ґрунтознавства і агрохімії ім. О. Н. Соколовського) і дві базові станції: при УкрНДІ землеробства (Поліська) і при УкрНДІ захисту ґрунтів від ерозії (Степова).

Експедиційні, польові й аналітичні роботи здійснюють проектно-дослідницькі станції хімізації (локальні станції у ґрунтових провінціях). Для обладнання станцій і виконання робіт, які зараз не проводяться, потрібні одноразові капітальні вкладення. До участі в роботах слід залучити гідрогеолого-меліоративні експедиції Держкомітету по водному господарству (моніторинг ґрунтів меліоративного фонду, іригаційної ерозії), гідрометеостанції (забезпечення кліматичною інформацією і оцінка післядії злив і пилкових бур), УкрНДІ «Укрземпроект» та його філіали (вихідна інформація і контроль землевикористання), Укргеологію (контроль забруднення порід і вод, геологічної і техногенної ерозії), установи АН України (в основному для дистанційного зондування). Держсортмережа і дослідні станції представляють для моніторингу спеціальні варіанти дослідів. Співвиконавці беруть участь на госпдоговірних засадах або в порядку виконання планового завдання.

Загальна річна вартість ґрунтового моніторингу України становить 1886 тис. крб., 1 туру — 9430 тис. крб. З врахуванням одноразових капітальних вкладень (1549,1 тис. крб.) і вартості аналітичних робіт щодо вихідної ха-

рактеристики об'єктів (480 тис. крб.) на п'ять років дії моніторингу потрібно виділити близько 11,5 млн крб. (у поточних цінах).

Техніко-економічне обґрунтування повинно містити повне розшифрування всіх вище вказаних витрат відносно виконавців (головної, базової і локальної станцій), всіх співвиконавців, включаючи витрати на аренду авіаційних носіїв і засобів дистанційного зондування, а також розрахунок економічної ефективності моніторингу (на основі методу обліку залишково непередбачуваних збитків). Мінімальний щорічний ефект досягатиме 20 млн крб., що перекриватиме щорічні й одноразові вкладення на організацію ґрунтового моніторингу.

На закінчення підкреслимо: найбільшого ефекту від реалізації ґрунтового моніторингу можна чекати при одночасному розвитку всіх складових частин екологічного моніторингу. Для цього необхідно:

- уточнити складові частини екологічного моніторингу, визначити головні установи і керівників, відповідальних за виконання кожної його частини;

- розробити техніко-економічне обґрунтування всіх частин екологічного моніторингу за єдиною методикою і, якщо це можливо, добитися проведення робіт на єдиних об'єктах;

- видати методичний посібник по веденню екологічного моніторингу;

- створити на Україні екологічну раду і державний екологічний підрозділ (центр або інститут), який координуватиме роботу головних установ;

- розробити положення про екологічний центр (інститут) і визначити основні напрямки



його діяльності (зведення матеріалів, оцінка екологічної ситуації, прогноз і запобігання необоротним змінам у навколишньому середовищі, консультації і вироблення стратегій в екстремальних ситуаціях, систематична інформація споживачів і видання міжвідомчого журналу «Екологія», удосконалення методологічних основ екологічного моніторингу і пошук шляхів його здешевлення, міжнародні контакти тощо);

сформувавши централізований фонд фінансування моніторингу біосфери, визначити генерального замовника (таким може виступити Міністерство охорони навколишнього природного середовища України за умов істотного зміцнення його кадри);

враховуючи ініціативу уряду України в Організації Об'єднаних Націй щодо розвитку співробітництва в галузі моніторингу, оцінки і прогнозування стану навколишнього середовища, конкретизувати тематику міжнародної кооперації. У зв'язку з цим доцільно вивчити і використати в природоохоронній діяльності досвід зарубіжних країн: в галузі організації агроландшафту і ґрунтового моніторингу (США), усунення негативних наслідків хімізації (Японія, Нідерланди, Швеція), радіологічних досліджень (Японія, Швеція), маркетингу природоохоронних технологій (Німеччина, Японія), обчислювальної техніки для моніторингу (США, Болгарія), організації якісного водопостачання і контролю якості продукції (Франція, Австрія), організації і доведення до споживачів кліматичної інформації (Франція і Великобританія), еколого-виховної роботи (Німеччина, Швейцарія).

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Белковский В. И. Структурная мелiorация мелкозалежных торфяников.— Минск: Ураджай, 1985.— 86 с.
2. Беспмятников Г. П., Кротов Ю. А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде.— Л.: Химия, 1985.— 39 с.
3. Бондарев А. Г., Медведев В. В. Некоторые пути определения оптимальных параметров агрофизических свойств почв // Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв.— М.: Колос, 1980.— С. 84—89.
4. Вешко Э. И., Бураков В. И., Тимченко Д. О. Факторы противозерозной устойчивости почв // Эрозия — заслон.— Донецк: Донбасс, 1979.— С. 51—56.
5. Вознюк С. Т., Олінович В. О., Трускавецький Р. С. Перезволожені ґрунти та їх меліорація.— К.: Урожай, 1984.— 103 с.
6. Дубинский Г. П., Бураков В. И. Почвозащитное устройство агроландшафта.— Х.: Выща шк., 1985.— 216 с.
7. Зайцева А. А. Борьба с ветровой эрозией почв.— М.: Колос, 1970.— 152 с.
8. Зырин Н. Г., Обухов А. И. Принципы и методы нормирования (стандартизации) содержания тяжелых металлов в почве и в системе почва—растение // Бюл. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева.— М., 1983.— Вып. 35.— С. 7—11.
9. Ковда В. В. Основы учения о почвах.— М.: Наука, 1973.— Ч. I.— 130 с.

10. Кизяков Ю. Е. Влияние интенсивного применения мелиораций на почвы зоны сухих степей Украинской ССР: Дисс... д-ра с.-х. наук.—Х., 1987.—565 с.
11. Кукоба П. И., Ладных В. Я., Балюк С. А. Охрана почв при орошении // Чтобы не убывало плодородие земли.—К.: Урожай, 1989.—С. 65—84.
12. Мазур Г. А., Медвідь Г. К., Симачинський В. Н. Підвищення родючості кислих ґрунтів.—К.: Урожай, 1984.—176 с.
13. Медведев В. В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов.—М.: ВО «Агропромиздат», 1988.—158 с.
- ✓ 14. Милащенко Н. З., Добровольский Г. В., Орлов Д. С. Агроэкологический мониторинг в интенсивном земледелии // Вест. с.-х. науки.—1988.—№ 7.—С. 9—18.
- ✓ 15. Милащенко Н. З., Посмитная Л. В., Варюшкина Н. М. Структура и основные задачи агроэкологического мониторинга // Там же.—1990.—№ 3.—С. 30—37.
16. Милосердов Н. М., Антонюк В. Г., Титова В. Г. Защита полей от пыльных бурь.—Симферополь: Таврия, 1978.—90 с.
17. Моргул Ф. Т., Шикла Н. К., Татаренко А. Г. Почвозащитное земледелие.—К.: Урожай, 1983.—240 с.
18. Можейко А. М. Результаты многолетних опытов по окультуриванию солонцов южной части Среднего Приднепровья // Происхождение и окультуривание солонцовых почв на Украине.—Х.: Прапор, 1962.—С. 158—241.
19. Назаренко И. И. Окультуривание подзолистых оглеенных почв.—М.: Наука, 1981.—180 с.
20. Новикова А. В. О границах распространения и интенсивности содопроявления в почвах юга Украины при орошении // Агрохимия и почвоведение.—К.: Урожай, 1987.—Вып 50.—С. 31—35.
21. Новикова А. В. Прогнозирование вторичного засоления почв при орошении.—К.: Урожай, 1975.—184 с.
22. Окультурирование солонцовых почв.—К.: Урожай, 1984.—173 с.
23. Панникова Е. Л., Перцовская А. Ф. Влияние тяжелых металлов на ферментативную активность почв // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза.—Алма-Ата, 1982.—С. 103—105.
24. Романова Т. А., Мееровский А. С. Изменение почв под влиянием осушительной мелиорации // Сохранение почв.—Минск, Урожай, 1989.—С. 111—123.
25. Трускавецкий Р. С. Беречь и приумножать плодородие осушенных заболоченных и болотных почв // Чтобы не убывало плодородие земли.—К.: Урожай, 1989.—С. 97—113.
26. Чесняк Г. Я. Определение параметров свойств черноземов типичных мощных разного уровня плодородия // Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв: Науч. тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева.—М., 1980.—С. 42—50.
27. Шишов Л. Л., Карманов И. И., Дурманов Д. Н. Критерии и модели плодородия почв.—М.: ВО «Агропромиздат», 1987.—184 с.
28. Эколого-экономические аспекты охраны почв Украинской ССР.—К.: Наук. думка, 1980.—65 с.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> (В. В. Медведєв) . . . . .	3
<b>1. Сучасні уявлення про потенційну та ефективну родючість ґрунтів</b> (Г. Я. Чесняк, В. Д. Муха) . . . . .	5
<b>2. Біофізико-хімічні показники та їх значення для контролю і прогнозування процесів деградації ґрунтової родючості</b> . . . . .	12
2.1. Індивідуальні показники (В. В. Медведєв, М. І. Полупан, Л. П. Головіна, Т. М. Лактіонова, А. Б. Лавровський) . . . . .	12
2.2. Комплексні показники (Т. О. Гринченко) . . . . .	19
<b>3. Основні фактори і несприятливі ґрунтові процеси, що зумовлюють зниження ґрунтової родючості</b> . . . . .	34
3.1. Процеси дегуміфікації (О. О. Бацула, Г. Я. Чесняк, Ю. І. Серокуров, С. В. Харін) . . . . .	34
3.2. Закономірності трансформації лужних і кислих ґрунтів (Н. Ю. Гаврилович, Т. О. Гринченко) . . . . .	46
3.3. Процеси засолення і осолонцювання зрошуваних ґрунтів (Ю. Є. Кізяков) . . . . .	61
3.4. Агрофізична деградація ґрунтів (В. В. Медведєв, Т. М. Лактіонова) . . . . .	80
3.5. Процеси водної і вітрової ерозії (В. Ф. Гахов, Г. О. Можейко) . . . . .	91
3.6. Процеси техногенного забруднення ґрунтів (Л. П. Головіна, В. Ф. Гахов) . . . . .	136
3.7. Негативні явища в ґрунтоутворенні на осушених землях (Р. С. Трускавецький) . . . . .	147
<b>4. Реалізація принципів і науково-організаційних основ моніторингу ґрунтової родючості</b> . . . . .	158
4.1. Заходи, що запобігають дегуміфікації ґрунтів (Г. Я. Чесняк, Ю. І. Серокуров, О. О. Бацула) . . . . .	158

4.2. Прийоми управління родючістю ґрунтів меліоративного фонду (Р. С. Трускавецький, Т. О. Гринченко, С. А. Балюк, О. І. Бондар) . . . . .	163
4.3. Заходи, що запобігають агрофізичній деградації ґрунтів (В. В. Медведєв) . . . . .	194
4.4. Комплекс заходів по відновленню родючості еродованих ґрунтів (В. І. Бураков, В. А. Семякін) . . . . .	205
4.5. Заходи, що запобігають техногенному забрудненню ґрунтів (Л. П. Головіна, В. Ф. Гахов) . . . . .	226
<b>5. Наукові та організаційні засади створення ґрунтового моніторингу на Україні</b> (В. В. Медведєв, В. М. Москаленко, М. І. Полупан, В. А. Джамаль, Т. М. Лактіонова) . . . . .	232
<b>Бібліографічний список</b> . . . . .	241

*Производственно-практическое издание*

Медведев Виталий Владимирович,  
Чесняк Григорий Яковлевич,  
Лактионова Татьяна Николаевна и др.

Серия «Природа и мы»  
основана в 1990 г.

## ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ

Под редакцией профессора,  
доктора биологических наук  
Медведева Виталия Владимировича

(На украинском языке)  
Київ, «Урожай»

Зав. редакцією Д. П. Корж  
Редактор М. І. Михайленко  
Художник обкладинки А. І. Клименко  
Художній редактор А. П. Відоняк  
Технічний редактор Н. Д. Кобзар  
Коректори О. Г. Цехоцька, М. Г. Гаркавенко

ИБ № 4615

Здано на складання 02.12.91. Підписано до друку 24.02.92.  
Формат 70×90/32. Папір друк. № 2. Гарнітура літ. Друк високий.  
Ум. друк. арк. 9,07. Ум. фарб.-відб. 9,36. Обл.-вид. арк. 9,29.  
Тираж 1040 пр. Зам. 1—1471.

Ордена «Знак Пошани» видавництво «Урожай»,  
252035, Київ-35, вул. Урицького, 45.

Київська фабрика друкованої реклами,  
252067, Київ, вул. Виборська, 84.

Р61 Родючість ґрунтів: моніторинг та управління /  
В. В. Медведєв, Г. Я. Чесняк, Т. М. Лактіонова та  
ін.; За ред. В. В. Медведєва.— К.: Урожай, 1992.—  
248 с.— (Сер. «Природа і ми»)  
ISBN 5-337-01088-3

Викладено сучасні уявлення про родючість ґрунтів,  
основні процеси їх деградації (дегуміфікація, ерозія,  
переушільнення, техногенне забруднення тощо), а також  
заходи, при впровадженні яких усувається негативний  
вплив вказаних процесів на родючість ґрунтів і врожай-  
ність сільськогосподарських культур. Запропоновано на-  
укові та організаційні засади ґрунтового моніторингу на  
Україні.

Розрахована на спеціалістів з ґрунтознавства, агрохі-  
мії, меліорації ґрунтів, агрономів, практичних працівни-  
ків сільськогосподарського виробництва.

3702040000—134  
Р М204(04)—92 23—92

ББК 40.3