Булигін С.Ю., Тонха О.Л.,
Вітвіцький С.В., Кучер Л.І., Буланий О.В.

ОЦІНКА

І УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ҐРУНТІВ

Булигін С.Ю.,Тонха О.Л.,
Вітвіцький С.В., Кучер Л.І., Буланий О.В.

ОЦІНКА

І УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ҐРУНТІВ

Навчальний посібник

Київ – 2020

УДК: 631.111.3-047.64:332.6(075)
О 93

Затверджено до друку Вченою радою Національного університету біоресурсів і природокористування України,
протокол № від 2020 року.

Рецензенти:

Тараріко Ю.О. – д.с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН України, завідувач відділу агроресурсів і використання меліорованих земель («Інститут водних проблем і меліорації НААН України»)

Ткаченко М.А. – д.с.-г. наук, завідувач відділу агроґрунтознавства (ННЦ «Інститут землеробства НААН України»)

О 93 Булигін С.Ю., Тонха О.Л., Вітвіцький С.В., Кучер Л.І., Буланий О.В.

Оцінка і управління якістю ґрунтів. Навчальний посібник. К.: Видавництво, 2020.- 489 с.

ISBN –

У навчальному посібнику викладено історію розвитку напряму оцінки ґрунтів, проведений порівняльний аналіз сучасних методів оцінки ґрунтів. Наголошено на важливості оцінки якості ґрунтів як основного засобу виробництва рослинницької продукції, визначені головні показники оцінки якості ґрунтів. Розглянуті різні варіанти оцінки якості ґрунтів для практичних цілей. Викладено зв'язок поміж якістю ґрунту і вартістю земельних ділянок за нормативної та експертної оцінки земель, детально описані водний, тепловий, повітряний, токсикозний, біологічний та поживний режими, їх показники та оцінка, вплив кожного ґрунтового режиму на родючість ґрунтів, ріст, розвиток та врожайність сільськогосподарських культур, розкриті особливості проходження ґрунтових процесів і формування ґрунтових режимів, розроблені шляхи визначення оптимуму властивостей ґрунту та управління ґрунтовими режимами.

Наведені моделі для прогнозування зміни вмісту гумусу, розрахунку балансу гумусу, формули для розрахунку доз вапна для нейтралізації антропогенної кислотності, показані методи визначення оптимальних значень параметрів властивостей та режимів ґрунту, удосконалені шляхи регулювання основних режимів ґрунту із врахуванням сучасних досліджень вітчизняних та закордонних вчених, що надає посібнику наукової цінності та новизни.

Видання призначене для студентів агрономічних і землевпорядних спеціальностей, викладачів, науковців і фахівців Міністерства аграрної політики та продовольства, які спеціалізуються на проблемах раціонального використання ґрунтових ресурсів

УДК: 631.111.3-047.64:332.6(075)
ISBN – 111-111-111
© С.Ю. Булигін, О.Л.Тонха,
С.В. Вітвіцький, Л.І. Кучер, О.В. Буланий 2020
© Видавництво, 2020

ЗМІСТ

Вступ	9
Розділ 1. Методи бонітування ґрунтових відмін	13
1.1. Глобальні екологічні функції ґрунтів	13
1.2. Історія розвитку аграрної освіти та оцінки земель в Україні	23
1.3. Аналіз існуючих міжнародних методів якісної оцінки ґрунтів і земель	52
1.3.1. Визначення якості ґрунтів в США	52
1.3.2. Визначення якості та моніторингу ґрунтів у країнах ЄС	70
1.3.3. Якісна оцінка земель за методом А.І. Сірого	81
1.3.4. Метод бонітування ґрунтів Інституту землеустрою НААН України та Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського	91
1.3.5. Методика бонітування ґрунтів під плодові насадження Інституту садівництва НААН України	95
1.3.6. Розрахунок зведеного показника якості грунтів за методом Т.А. Грінченко	96
1.3.7. Розрахунок відносного бала родючості грунтів за методом ЦІНАО	98
1.3.8. Розрахунок повної родючості грунтів за методом Б.П. Нікітіна	99
1.3.9. Оцінка якості грунтів за І.І. Кармановим	103
1.3.10. Оцінка біохімічного потенціалу грунтів за В.Д. Івановим	103
1.3.11. Оцінка якості грунтів за Т.Н. Кулаковською	105
1.3.12. Оцінка окультуренності і родючості грунтів за В.Д. Мухою	109
Розділ 2. Державна кадастрова оцінка сільськогосподарських угідь в Україні	118
2.1. Зміст і призначення державного земельного кадастру	118
2.2. Види і принципи державного земельного кадастру	121
2.3. Порядок ведення і сучасний стан державного земельного кадастру	137
2.4. Земельні ресурси як об’єкт державного земельного кадастру	141
2.4.1. Земельні ресурси та їх категорії	145
2.4.2. Угіддя як елемент земельного кадастру. Класифікація угідь	155
2.5. Земельний фонд України у складі світових земельних ресурсів та сучасний стан його використання	165
Розділ 3. Грошова оцінка земель	173
3.1. Грошова оцінка земель сільськогосподарського призначення	175
3.2. Методичні підходи до експертної оцінки земельних ділянок	183
Розділ 4. Санітарна оцінка якості грунтів	198
4.1. Стандарти з якості ґрунтів	199
4.2. Поведінка забруднюючих речовин у ґрунті	201
4.2.1. Ґрунтово-геохімічні бар’єри	201

4.3. Хімічне забруднення та його нормування. Забруднення важкими металами	207
4.3.1. Важкі метали: вплив на живі організми	207
4.4. Забруднення ґрунту радіонуклідами	214
4.4.1. Радіонукліди та іонізуюче випромінювання (радіоактивність)	214
4.4.2. Динаміка радіоактивних елементів у ґрунтах	218
4.5. Забруднення ґрунтів пестицидами	220
4.6. Вплив кислотних опадів на ґрунт	227
4.7. Норми вмісту у ґрунті радіонуклідів, важких металів, та залишків пестицидів	229
4.8. Біологічне забруднення	236
4.9. Поширення інфекційних захворювань в грунті	240
Розділ 5. Методика виявлення деградованих і забруднених земель	243
5.1. Види деградації ґрунтів і земель	243
5.2. Оцінка ступеня деградації ґрунтів і земель	246
Розділ 6. Структура системи управління продуктивністю ґрунтів	260
6.1. Управління водним режимом ґрунтів	261
6.2. Управління повітряним режимом ґрунту	279
6.3. Тепловий режим у системі управління родючістю ґрунтів	291
6.4. Управління поживним режимом ґрунту	300
6.4.1. Гумусово-вуглецевий режим	300
6.4.2. Управління азотним режимом грунту	313
6.4.3. Управління фосфатним та калійним режимами грунту	321
6.4.4. Управління кислотно-основним режимом	337
6.4.5. Меліорація земель у системі управління родючістю ґрунтів	356
6.4.6. Регулювання реакції грунтового розчину	361
6.5. Біологічний режим грунту	377
6.6. Управління токсикозним режимом грунту	390
6.7. Збереження оптимальних параметрів властивостей та режимів грунтів	441
Додаток	455
Список літератури	467

Передмова

Авторська частка:

Булигін С.Ю. – 20%; Тонха О.Л.-9%;

Вітвіцький С.В.- 20%; Кучер Л.І. -50%; Буланий О.В.- 1%.

У передмові до цього навчального посібника наведемо пам'ятні слова видатного вченого-ґрунтознавця, професора Василя Васильовича Докучаєва. Вони безпосередньо стосуються визначення якості та ціни ґрунтів як найбільшого творіння природи: "Я буду розмовляти з вами про царя ґрунтів, про головне і основне багатство Росії, що стоїть незрівнянно вище багатств Уралу, Кавказу, багатств Сибіру, - все це ніщо в порівнянні з ним; немає тих цифр, якими можна було б оцінити силу і могутність царя ґрунтів, нашого чорнозему. Він був, є і буде нашим годувальником" [1]. *В.В. Докучаєв. Вибрані твори (П'ята публічна лекція, прочитана на запрошення Полтавського губернського земства в 1898 р.).*

"Прошу вибачення, що дещо довше, ніж розраховував, зупинився на чорноземі, але це тому, що останній дорожче всілякої нафти, всілякого кам'яного вугілля, дорожче золотих і залізних руд; саме в ньому віковічне, невичерпне наше багатство!" [1]. *В.В. Докучаєв. Вибрані твори (у роботі до "Вчення про зони природи", 1899).*

"Не про добрива потрібно піклуватися; аналіз показує, що поживних речовин в чорноземі вистачить ще на довгі роки, а про те, щоб згладити сліди нерозумної культури, що перетворила цей дивний зернистий ґрунт в пил. Я не можу придумати кращого порівняння сучасного стану чорнозему. Він нагадує нам арабського чистокровного коня, загнаного, забитого. Дайте йому відпочити, відновити його сили, і він знову буде ніким не обігнаним скакуном. Те ж і з чорноземом; відновіть його зернисту структуру, і він знову буде давати незрівнянні врожаї. От чому перелогова система, з подовженим проміжком між посівом рослин і оранкою, найбільш відповідає умовам чорнозе-

мних ґрунтів” [1]. *В.В. Докучаєв. Вибрані твори (Третя публічна лекція, прочитана на запрошення Полтавського губернського земства на 1898 р.).*

Користування земельними ресурсами в нашій країні тривалий час було безкоштовним. Це пов'язано з тим, що ґрунт не має собівартості, оскільки даний людству природою. Однак відсутність собівартості не означає відсутності вартості. Ґрунти, як і інші природні ресурси, вимагають певних витрат на освоєння і дають можливість отримання додаткового прибутку від їх раціонального використання. Ґрунти різної якості вимагають різних витрат на освоєння. Віддача від ґрунтів різної якості також неоднакова. Для ґрунту, як і будь-якого природного ресурсу, необхідно проводити оцінку її споживчих властивостей. Ця оцінка може бути здійснена на якісному рівні, деталізована кількісно (в одиницях виміру окремих властивостей або в балах при комплексній оцінці), а також виражена в енергетичних або вартісних показниках (у грошовому діапазоні).

Комплексна оцінка ґрунтів включає два основних напрямки - оцінку їх функціонального стану, тобто оцінку якості ґрунтів, їх придатності для якихнебудь конкретних потреб, і економічну оцінку вартості ґрунтів, тобто визначення потенційної цінності ґрунтів в енергетичному або грошовому еквіваленті. Задача оцінки ґрунтів носить синтезуючий характер. Для оцінки якості ґрунтів необхідні наукові відомості з географії, геології, агрономії, землеустрою, меліорації, біології, медицини, екології, економіки і т. д.

Незважаючи на безкоштовне землекористування з 1917 р., оцінка ґрунтів і якісна, і економічна - проводилася і в умовах планової економіки (за освоєння територій під будівництво, за сільськогосподарського використання земель, при проведенні меліоративних робіт, тощо), проте навіть до теперішнього часу систематизованого, взаємопов’язаного земельного законодавства в Україні немає.

Не визначена термінологія, ускладнює освоєння матеріалу. У практиці нерідко має місце звуження поняття оцінки земель до їх вартісної оцінки, що частіше виявляється серед неофітів ринку. У цьому посібнику викладена

спроба розглянути як теорію та загальні принципи оцінки ґрунтів, так і питання оцінки сільськогосподарських земель, що являють собою сукупність ґрунтового покриву даної території і випливають із чинного законодавства. Акцент робиться саме на оцінку функціонального стану сільськогосподарських земель і ґрунтового покриву як базову основу сільськогосподарського виробництва. Правові та економічні аспекти цієї проблеми розглядаються частково.

Представлений навчальний посібник є першим виданням для студентів агробіологічного факультету НУБіП України. Спеціалізація здійснюється на основі вивчення таких дисциплін як: “Геологія”, “Ґрунтознавство”, “Меліоративне ґрунтознавство”, “Географія ґрунтів з основами картографії”, “Землеробство”, “Оцінка якості ґрунтів”, “Бонітування ґрунтів”, “Земельний кадастр”, “Екологія” та ін.. Певне місце в ньому відведено знайомству з основними поняттями сільськогосподарського землеустрою, охороною та раціональним використанням ґрунтів.

У цьому навчальному посібнику під терміном “земля” ми розуміємо ґрунтовий покрив певної території, а під терміном “земельна ділянка” - сукупність ґрунтових відмін на даній ділянці. Це найбільшою мірою відповідає завданням оцінки ґрунтів, ґрунтового покриву сільськогосподарських угідь, окремих земельних масивів, території різних землекористувань.

Вступ

Ґрунт, джерело поживних речовин та води для сільськогосподарських рослин, місце, де відбувається багато важливих біологічних процесів, таких як розклад рослинних та тваринних решток і має багато функцій для людей та біосфери, хоча в природі є досить малопотужним утворенням на поверхні літосфери.

Ґрунти впливають на якість повітря через взаємодію з атмосферою та гідросферою та загальний стан поверхневих вод. Для людства важливість ґрунту очевидна, тому вона визначена і текстами, які дійшли до нас від стародавніх цивілізацій, сучасним підтвердженими фундаментальними документами, такими як декларації організації об'єднаних націй та конституцій окремих країн, таких як наша Конституція України. Отже, чисельність кількості людей безперервно зростає досить швидко близько одного мільярда на десятиліття. Можливості різкого розширення виробництва залученням нових земель вже вичерпана. І, унаслідок виробничої урбанізації необроблювальні землі використовуються за для розвитку населених пунктів. На сьогодні рівень виробництва сільськогосподарської рослинницької продукції не може достатньо задовольнити потребу в їжі.

Експерти ФАО показують свої розрахунки, які показують, що для вирішення продовольчої проблеми в світі необхідно аби безперервно зростала урожайності основних сільськогосподарських культур. На 30 найближчих років для пшениці і рису на 1,2 % щорічно, кукурудзи на зерно на 1,5 % щорічно, цукрової тростини та цукрового буряка на 1,8 % щорічно. При цьому, за загального дефіциту земельних ресурсів, через постійні помилки в управлінні процесами виробництва сільськогосподарської сировини, площі деградованих внаслідок засолення, ерозії, і заболочування земель сільськогосподарського призначення зростають вкрай швидко - близько 10 млн. га за рік [2].

За словами Балюка, погане управління сільськогосподарським виробництвом в Україні призвело до такого негативного процесу - щороку унаслідок ерозійних процесів кількість підлеглих грунтів в Україні збільшується на 80-90 тис. га. Національний науково-дослідний центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» показує дані, що близько 40% ріллі в Україні перенасичена по населеністю, 20-25% земель сільськогосподарських угідь погіршилися під дією водної чи вітрової ерозії, 20% усіх земель в державі забруднено, 17,7% - підкислено, 3,7% - олужнено 2,8% - солі [2]. За для забезпечення якісним управлінням в процесах експлуатації ґрунтовими ресурсами потрібно нове сучасне обладнання для оцінки його ефективності, також дуже важливо точно визначити поняття «якість ґрунту», розробивши систему критеріїв і показників, які його визначають. У 70-90-х роках останнього століття «якість ґрунту» розуміли лише як параметр родючості. Із вплином часу, коли розроблялася детальніша концепція функції ґрунту, під терміном «якість ґрунту» розуміли не лише його надзвичайну роль у забезпеченні самого функціонування сектору рослин, але і підтримання повноцінного функціонування природних та антропогенних екосистем із здійсненням певних соціальних послуг. У його основі знаходиться нова концепція якості ґрунту в розвинених країнах (США, країни ЄС), що була створена в 21 столітті, нова система моніторингового управління ґрунту, що включає не лише моніторинг вмісту поживних елементів, але і показники фізичних та фізико-хімічних властивостей, такі які гарантують формування врожаю.

У систему моніторингу за станом ґрунтів було включено параметри, що показують здатність реалізації ґрунтом своїх соціальних і екосистемних функцій, таких як, індикатори стану біоти ґрунту. Тому, така система контролю почала забезпечувати інформацією про землі не лише виробників сільськогосподарської рослинницької продукції, а й управлінців, що небайдужі до стану ґрунтів на несільськогосподарських землях (промислового призначення, під громадськими забудовами, рекреаційними, природоохоронними землями).

Якісне і кількісне розширення індикаторів усіх показників грунту в США та країнах ЄС спонукало нові проблеми, які пов'язані із методиками визначення його параметрів, забезпечення прикладних спостережень, навчання персоналу. Але усе це може поступово вирішитися. «Концепція якості ґрунту» має право на існування і практичне значення тільки тоді, коли може бути присутнім еталонне значення параметру, які буде описувати якусь важливу фізичну, хімічну чи біологічну властивість ґрунту. Тому тільки порівняння з еталонним показником допоможе зробити певний висновок про присутню направленість ґрунтового процесу, чи про покращення, чи погіршення стану ґрунту, можливі рішення управлінського персоналу щодо виправлення такої ситуації.

Пошук еталонів може унеможливлюватися тим, що ґрунт - це просторово неоднорідний ресурс, і для нього важко встановити однозначні стандарти якості, чи еталон. Насамперед, це стосується виробничої якості ґрунтів, коли еталон повинен відповідати вимогам окремих сільськогосподарських культур до ґрунтових показників.

Нормування індикаторів якості ґрунтів є першочерговим завданням для науковців тому, що існує досить широкий перелік сільськогосподарських культур і строкатість ґрунтового покриву. Тому, концепція "якості ґрунту", натомість, розширена її дефініція, що включає не тільки виробничі функції ґрунтів, а й екологічні і соціальні складові, є самим ефективним на сьогоднішній день інструментом оцінювання якості управлінських процедур та охоплює усі сторони програми вивчення оцінки ступеню деградації ґрунту, ґрунтового покриву, організації процесів моніторингу і технічного забезпечення спостережень за ґрунтами. Такі підходи змінять роль ґрунтознавства в системах агрономічної та природничої освіти, воно стане більш потрібним. На даний час воно викладається як фундаментальна наука, яка майже не має прикладного аспекту. Поміж тим, поряд із стрімким розвитком генної інженерії, біології, селекції, яке спонукало появу високоврожайних сортів сільськогосподарських культур, залишається залежність росту і розвитку їх від ґрунтових умов.

Розроблений в НУБіП України курс “Оцінка і управління якістю ґрунтів” для студентів з освітньо-кваліфікаційного рівня “Магістр” спеціальності 201 – “Агрономія”, вивчає прикладні аспекти ґрунтознавства, які пов’язані із визначенням функцій ґрунтів взагалі та виробничої його функції. Вивчення процесів нормування ґрунтових факторів в залежності від вирощування сільськогосподарських культур, вивчення певних ґрунтових умов вирощування сільськогосподарських рослин, порівнювання їх із еталонними значеннями грунту, викладається досить детально. У курсі “Оцінка і управління якістю ґрунтів” викладена також паспортизація земель сільськогосподарського призначення, комплексна оцінка родючості через бонітування ґрунтів й земель, індекси родючості. Також окремо викладено розділи із питань якості ґрунтів при нормативній, економічній та експертній оцінці земель. Автори цього навчального посібника мають надію, що вивчення предмету сприятиме розвитку магістрів агрономічної освіти та буде цікавим та корисним не лише здобувачам вищої освіти, а і спеціалістам із менеджменту різного рівня, що приймають управлінські рішення із експлуатації ґрунтів, їх охорони та раціонального використання.

Автори дякують рецензентам цього посібника, які надали авторам цінні зауваження та пропозиції.

Розділ 1. Методи бонітування ґрунтових відмін

1.1. Глобальні екологічні функції ґрунтів

За повсякденної метушні буденного життя і недостатньою інформованістю людина не завжди і не в повній мірі усвідомлює, що її особисте життя, як і сам факт існування життя на нашій планеті Земля, нерозривно пов'язані з ґрунтами, з функціонуванням його продукуючої системи "ґрунт - рослина - зовнішнє середовище".

Ґрунти - найважливіший компонент біосфери, що виконують в ній ряд глобальних функцій які не зводяться лише до виробництва сільськогосподарської продукції. Якщо в сільському господарстві ґрунт не є єдиним, хоча і основним, засобом виробництва, то щодо виконання екологічних функцій в біосфері, ґрунт є незамінним компонентом; його функції не можуть бути звершені іншою частиною біосфери.

Екологічні функції ґрунтів в біосфері базуються на двох основних її якостях. По-перше, ґрунт служить місцем існування, базисом і опорою для великої кількості організмів; по-друге, ґрунт є необхідною і незамінною ланкою регулювання всіх біогеохімічних циклів; через ґрунт проходять і ґрунт регулює кругообіг всіх елементів біосфери.

Головна функція ґрунту - *забезпечення життя на Землі*. Ця функція визначається тим, що саме через ґрунт здійснюється глобальний зв'язок між "живим"- земним і "мертвим"-космічним світом; в ґрунті концентруються і оптимізуються необхідні мікроорганізмам ліофільні елементи в доступних їм формах. У ґрунтах створюються всі необхідні умови життя організмів, оптимізуються водний, повітряний, тепловий та поживний режими, формується полікомпонентна жива динамічна база - *ґрунтова родючість.*

Друга функція ґрунту *полягає в регулюванні всіх потоків речовини і енергії в біосфері.* Біогеохімічні цикли елементів, особливо цикли таких найважливіших елементів як азот, вуглець, кисень, а також цикли води здійснюються саме через ґрунт через його регулюючу функцію в якості геомем-

брани і акумулятора життєво важливих елементів. Ґрунт - сполучна ланка і регулюючий механізм у системах біологічної і геологічної циркуляції елементів. Він накопичує і відображає в собі історичні впливи, є діагностичним свідченням його стану у минулому, сьогоденні і майбутньому.

Третя глобальна функція ґрунту - *регулювання складу атмосфери і гідросфери*. Атмосферна функція ґрунту здійснюється завдяки високій пористості (40-60% об'єму) і щільного заселення організмами, завдяки чому відбувається постійний газообмін між ґрунтом і атмосферою. Ґрунт постійно постачає в атмосферу різні гази, включаючи "парникові" - CO_2, CH_4, і багато мікрогазів. Разом з тим, ґрунт поглинає кисень з атмосфери. А отже, в системі "ґрунт-атмосфера" ґрунт генерує одні гази і є стоком для інших газів. У глобальному кругообігу води ґрунт вибірково віддає з поверхневим і підземним (внутрішньоґрунтовим) стоком розчинні у воді хімічні речовини, визначаючи гідрохімічну ситуацію у водах суші та прибережній частині морів і океанів.

Четвертою глобальною функцією ґрунту *є накопичення на поверхні кори вивітрювання, в ґрунтових органогенних горизонтах, специфічної органічної речовини - гумусу і пов'язаної з ним хімічної енергії.*

П'ята глобальна функція ґрунту *полягає в його захисній дії по відношенню до літосфери. Ґрунт захищає літосферу від впливу екзогенних факторів, регулюючи інтенсивність геологічної денудації суші.*

Шоста глобальна функція ґрунту - *це генерування і збереження біологічного різноманіття.* Ґрунт, будучи середовищем існування величезної кількості мікроорганізмів, здатний обмежувати життєдіяльність одних і стимулювати активність зовсім інших. Досить велика різноманітність ґрунтових видів властивостей, їх різноманітне поєднання (кислотність і лужність, засоленість або відсутність солей, окислювальна або відновна властивість) створюють величезну різноманітність умов життєдіяльності організмів.

На загальному фоні зростаючої загрози глобальної екологічної кризи грунтовий покрив нашої держави є в достатньо критичному стані. В останні

десятиріччя проблема деградації ґрунтів займає провідне місце у світі. Значимість її визначається не можливістю зберегти тваринний світ, рослинний покрив, чисту воду, повітря без відтворення родючості ґрунтового покриву та знищення деградаційних процесів у ґрунтах, що унеможливлюють подальше природнє функціонування біосфери і екологічне благоденство суспільства.

Протягом останніх років, серед деградаційних процесів на землях нашої держави домінують ерозійні процеси, якими осяжно 14,9 млн. га земель (це 32 % загальної площі сільськогосподарських угідь), з яких 10,6 млн. га гарні придатні під обробіток, продуктивні землі. До першочергових факторів, які спричиняють ці ерозійні процеси, відносять водну, хімічну, механічну (агротехнічну), віт рову ерозії грунтів [2]. .

Ерозійні процеси, які властиві для земель і мають природній характер зазвичай, не повинні значно шкодити, тому що мають повільний перебіг у часі.

Наведемо приклад: під лісовими культурами змив поверхневого 20-сантиметрового шару ґрунту відбувається на протязі 174 тис. років, а на сільськогосподарських угіддях такий процес триває менший період часу - близько сотні років. На теперішній час унаслідок змиву та видування поверхневого родючого шару ґрунту на території України щорічно йде втрата більше 30 млн. т. гумусу, що спонукає зниження врожайності сільськогосподарських культур. У грошовому еквіваленті, збитки від ерозії сягають 10 млрд. грн. [2].

Потужність гумусового горизонту, або вміст гумусу в ґрунті змінюється із декількох причин. Перше - змив верхнього родючого шару унаслідок розвитку процесів ерозії, друге- нерегульоване використання поживних речовин сільськогосподарськими культурами і їх нерівноцінне вороття поряд із винесенням або ж занадто підвищуватися при достатньому внесенні поживних елементів.

Україна продовжує займати одне із провідних місць у світі за якісними показниками земельних угідь. На її території налічується 8% світових запасів чорноземів. Сприятливі кліматичні умови та земельні ресурси тут створюють потрібний потенціал для ефективного ведення галузей АПК, землеробства але екстенсивний підхід щодо використання самого основного засобу сільськогосподарського виробництва - землі – привів до розвитку її деградаційних процесів на значних площах. На протязі багатьох років коли відбувалося розширення сільськогосподарських площі та ріллі було майже одним із основних заходом збільшення виробництва продукції с.-господарства. Розоренню підлягалися усі землі: захисні зони вздовж пасовищ та водоймищ, крутосхили, обочин доріг аби отримати додаткові центнери продукції. У дев'яностих роках минулого століття поруч із загостренням продовольчої і економічної криз в України масштабними темпами відбувалося погіршення земельних угідь країни. Відсутність достатньої кількості коштів спонукало припиненню впровадження системи землеробства із контурно-меліоративною організацією території, землі, що зрошувалися стали занедбаними, меліоративні заходи на них не здійснювались; з різко від'ємним балансом органічної речовини та основних поживних елементів велося землеробство, що спонукало втрату близько 10% його енергетичного потенціалу.

Для всіх регіонів України стало властивим зменшення запасів гумусу та вмісту рухомих форм таких елементів як фосфор і калій в ґрунті, тому що протягом багатьох років кількість внесених добрив у ґрунт була значно меншою, а ніж виносилась вирощуваними культурами. Прикладом може слугувати Миколаївська область, де у 1996 році на 1 га ріллі вносили лише по 0,8 т. органічних добрив та 6 кг мінеральних в грунт, а в 2000 році – відповідно, 0,1 та 4 кг тони на 1 гектар, що саме по собі у 50-80 разів менше, а ніж науково рекомендована норма.

Ерозійні процеси завдають непоправної шкоди земельному покриву України. Як вже зазначалося, річні втрати ґрунту по країні, сягають близько

600000000 тон, що є еквівалентно утраті десь 120 тис. га земель із гумусовим горизонтом товщиною в 50 см. За такої втрати в ґрунті міститься понад 18000000 т. гумусу і досить велика кількість поживних елементів живлення рослин, що в кілька разів перевищує їх винесення вирощуваними культурами [2].

Площа еродованих ґрунтів у країні невпинно зростає за відсутності ефективних ґрунтоохоронних заходів. Так , що потрібно зробити для зменшення і припинення деградаційних процесів у ґрунтах нашої держави і на цій основі досягти більшого зростання виробництва сільськогосподарської? Булигін С.Ю., Сайко В.Ф., у своїх працях пропонують скоротити площу ріллі близько на 10 млн. га переведенням малопродуктивних земель (малорозвинених, деградованих, низько технологічних і ін.) у пасовища, сіножаті, та під заліснення. Булигін С.Ю. пропонує перш за все вивести із ріллі малопродуктивні та малорозвинені ґрунти, і всі землі які знаходяться в обробітку на схилах крутістю понад 2°. Унаслідок цього зменшиться площа ріллі в Поліссі – на 0,3 млн. га (11,6%), Степу на 2,7 млн. га (20,3%), в Лісостепу – на 3,2 млн. га (30,3%), а в цілому по державі – на 63 млн. га (23,8%) [3,4].

Із досвіду значної кількості країн Заходу видно, що першочергова потреба переходу до ландшафтного принципу господарювання на землі, за якого досягається найкращий економічний, виробничий, та природоохоронний ефект. Це свідчить, що в межах водозбірних площ повинні формуватися агроландшафти, із збалансованими таких його складових: рілля, луки, площа сільгоспугідь, багаторічні плодово-ягідні насадження, пасовища, ліси, лісосмуги, водні джерела. Співвідношення між ними зумовлюється грунтово-кліматичною зоною, типовим рельєфом місцевості, ґрунтовим покривом та ін. Значне скорочення площі ріллі може дати змогу не тратити кошти на значний об’єм, а витрачати їх на самих найкращих за родючістю ґрунтах, які лишаться після реорганізації, і буде можливість збільшити застосування засобів меліорації та захисту культур, певної кількості мінеральних та органічних добрив на одиницю площі. Важливим питанням є покращення санітар-

ного стану ґрунту, в який потрапляє вкрай великий вміст забруднювачів. Такі як природні і антропогенні забруднювачі, хімічні і фізичні.

Основними видами забруднювачів ґрунтів є: радіоактивні елементи, неорганічні сполуки металів, важкі метали, органічні синтетичні речовини, мінеральні добрива, пестициди, біологічні забруднювачі, різні органічні відходи. На тепер велика частина території країни забруднена радіонуклідами після аварії на ЧАЕС. До таких забруднювачів у першу чергу відносять стронцій і цезій, які досить швидко засвоюються рослинами, насамперед на бідних органічними та мінеральними речовинами ґрунтах. Період напіврозпаду цих елементів становить, 28 та 33 роки відповідно, а їхня токсична дія може тривати значно тривалий час.

Великий екологічний тиск на ґрунти здійснюють агрохімікати. Хімізація землеробства не має сумніву, але при неправильному виборі хімічних елементів, або надмірному їх внесенні, невірному виборі та способу строку та внесення велика частина хімічних речовин не виконує своєї прямої дії. За даними Яблокова А., за сучасних технологій внесення 80-95% гербіцидів та 97-99% інсектицидів і фунгіцидів потрапляє в водоймища, ґрунт, повітря [2].

Наслідок негативної дії мінеральних добрив - за систематичного внесені їх у ґрунт вони накопичуються як шкідливі малорухомі речовини – важкі метали (кадмій, хром, кобальт, миш'як, ванадій, цинк, мідь, свинець). Із кожною тонною внесеного в грунт фосфору потрапляє майже 160 кг фтору, висока концентрація якого зможе змінювати сам шлях біологічних процесів грунту.

Так звані кислотні дощі також спонукають велику шкоду ґрунтам. Вони є наслідком викидів у повітря промисловими підприємствами та автотранспортом різноманітних газів та сполук вуглецю, сірки, нітратів, що, поєднуючись із водою повітря, утворюють кислоти. Кислоти, у свою чергу потрапляють у ґрунт і взаємодіють з речовинами лужної природи під дією процесів нейтралізації, утворюючи відповідного складу солі. Самим небажаним наслідком підкислення ґрунту є така здатність радіонуклідів і важких металів із

нерозчинних форм переходити в розчинні і як наслідок, споживатися рослинами. Таким чином, при pH=6,0 і < ртуть повністю переходить у розчинну форму. На кислих ґрунтах погано розвиваються сільськогосподарські культури, особливо олійні та бобові.

На сьогодні дуже гостро постає питання зменшення негативного впливу фізичної деградації ґрунту, що має зв'язок із надмірно інтенсивним його обробітком важкою сільськогосподарською технікою. Має вагу 15 т питома маса трактора потужністю 74-92 кВт із шлейфом знарядь. За даними Рабочева І.С. та ін., сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур, потребують неодноразового проходження по полю машинно-тракторних агрегатів. Таким чином, за вирощування озимої пшениці біля 30% площі поля піддається двох разовій дії техніки, 20% – шість разів, 2% – вісім разів і тільки 2% поля за цього не ущільнюється [2].

У середньому за вегетацію, вважає Бондарєв А.Г., частина полів піддається 2- 4 разовому проходженню сільськогосподарської техніки. Медвєдєв В.В. та ін. вказують, що за останні пів століття кількість проходів тракторів по полях за виконання технологічних операцій у звичайній зерно-буряковій сівозміні збільшилась більше півтора раза, при цьому, середня маса машин майже подвоїлась. Перевищує допустимі норми питомий тиск на ґрунт сучасних машин в 1,5-2,0 раза, що призводить до фізичної деградації, що відбувається не лише в орному, але і в підорному шарах ґрунту. Деформування відбувається у вертикальному і в горизонтальному напрямках [89].

Ущільнення ґрунту понад норму призводить до багатьох негативних наслідків таких як: брилуватість; збільшується щільність, питома вага вологи, що не має можливості бути використаною рослинами; опір ґрунту проникненню кореневої системи та обробітку; погіршується поживний режим ґрунту; різко падає врожайність с.-г. культур; забур'яненість; зменшується об'єм водо- та повітряно-провідних шпарин; збільшуються ерозійні процеси і втрата з продуктами ерозії поживних елементів.

Аби призупинити подальшу хімічну, фізичну, біологічну та екологічну деградацію ґрунтів України потрібно здійснити такі заходи як стабілізувати їх родючість, оздоровити санітарний стан і таким чином домогтися отримання високої та стабільної урожайності культур?

Першочергово, потрібно налаштувати моніторинг ґрунтів, без якого практично не можливо здійснювати заходи із їх покращення.

Треба розробити дієвий механізм відповідальності на законодавчому рівні і санкцій до землекористувачів і землевласників завдяки діяльності яких відбувається погіршення стану земельних угідь.

В державі натепер налічується 2,5 млн. га зрошуваних земель, створення яких потребувало і було витрачено більше 5 млрд. доларів. Їм потрібно приділити особливу увагу, оскільки продуктивність їх залишається низькою, тому потрібно здійснити, насамперед, необхідні меліоративні заходи.

Гостро дискутивним лишається питання про використання техногенно забруднених земель. Пропонується вилучити їх із сільськогосподарського обороту. Доречним такий підхід може бути лише по відношенню до малопродуктивних земель. А те, що стосується високородючих ґрунтів, то тут потрібно шукати можливості до їх безпечного використання такими шляхами: фіто меліорацією з висівом рослин, що здатні вивести із врожаєм велику кількість певного забруднювача із подальшою їх утилізацією, культивуванням рослин, які накопичують своєю біомасою незначної кількості токсикантів; і потім опрацюванням агротехнічних заходів, які можуть створити умови за для формування коренів культур, минаючи забруднені ґрунтові прошарки; внесенням хімічних речовин, які спроможні зв’язувати радіоактивні речовини та важкі метали у незасвоювані рослинами форми.

У попередженні деградаційних процесів ґрунтів важливе значення має вдосконалення технології вирощування культур, насамперед – дотримання їх таких складових, як оптимальні строки, мінімалізований обробіток ґрунту, проведення заходів захисту рослин від бур’янів, шкідників, хвороб, способи та норми внесення органічних і мінеральних добрив.

Не треба забувати і про вдосконалення ходових систем мобільної сільськогосподарської техніки, покращення якості та зменшення токсичних властивостей пестицидів і мінеральних добрив, технічних засобів для внесення агрохімікатів.

На рисунках 1-3 приведено схеми, що розкривають місце, роль і значення ґрунтознавства в сільському господарстві.

Рис. 1.1. Ґрунтознавство в системі природничих наук

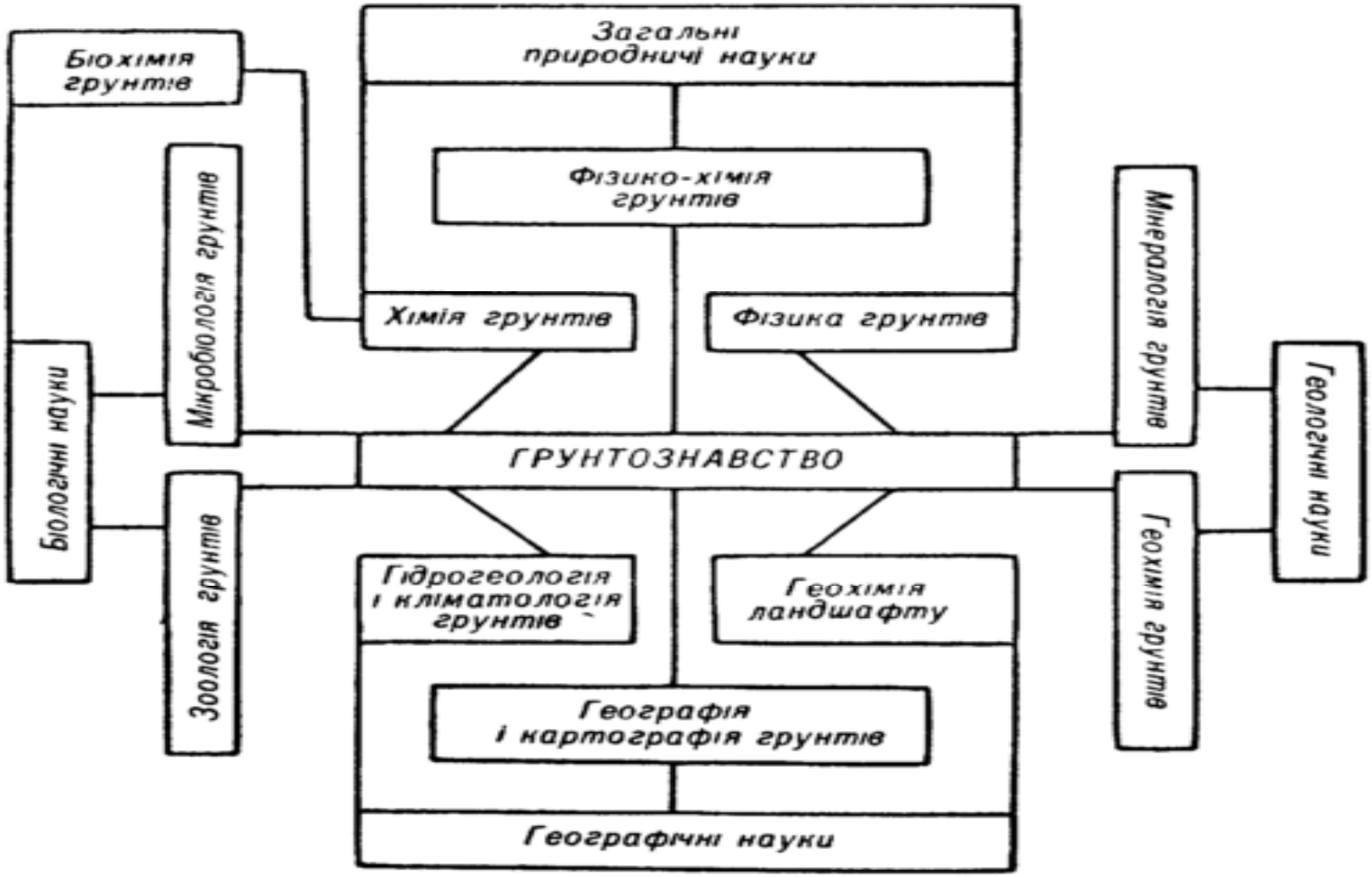


Рис. 1.2. Зв’язок ґрунтознавства з іншими дисциплінами

1.2. Історія розвитку аграрної освіти та оцінки земель в Україні

(Освітній портал «Академія») [90].

Якби кожна людина на шматку своєї землі
зробила все, що вона може, яка б чудова була б земля!
А.П. Чехов.

Велику роль у розвитку аграрної освіти та науки в Україні мали учбові заклади, створені за ініціативи та безпосередньої участі митрополита Київського Петра Могили. Об'єднання заснованих Петром у Києво-Печерській Лаврі школи у 1630 році зі школою Київського братства. Петро Могила був засновником так званої Могилянської колегії, яка надалі стала одним із найважливіших учбових закладів слов'янського світу. При вивченні мов (грецької, слов'янської, латинської,) використовували поетичні твори та історичні, у яких висвітлювалася праця на землі, взаємини людини з природою, особисті стосунки між людьми.

Створений П. Могилою, навчальний заклад у 1701 р., отримав статус Києво-Могилянської академії. За щедрої фінансової підтримки гетьмана Івана Мазепи академія зробилася одним із провідних вузів в Україні. Кількість студентів досягла двох тисяч чоловік. В академії формувалася дванадцятирічна програма навчання, що на різних етапах вивчала не лише класичні мови, теологію, філософію, але й географію, математику, астрономію, що вказувало на зростання інтересу насамперед до природничих наук.

Посеред викладачів цієї академії були природознавець-фізіократ - Антін Прокопович-Антоновський, професор математики і фізики Іван Прокопович, Андрій та Петро Прокоповичи які започаткували наукову агрономію України.

Переважна більшість студентів академії походила з багатого міщанства чи козацької старшини, хоча нерідко туди потрапляли сини звичайних козаків і навіть селян. Також продовжувалася стародавня практика «посилати молодь по науку до західноєвропейських університетів», де можна було знайомитися із тамтешнім станом у сільському господарстві.

Більша частина випускників Київської академії працювала у сільській місцевості, які несли туди культуру, в тому числі з проблем агрокультури, що позитивно вплинуло на освітнє становище визначених верств селянства.

“Навіть селяни в Україні колись писав ще у 1665 році араб-християнин Павло Алеппський, - вміли читати і писати..., а сільські священики вважали своїм обов'язком навчати сиріт, не дозволяючи їм тинятися вулицями, як бродягам”. Велика кількість громад в сільській місцевості наймали вчителів – виконавців створених братських шкіл, а ті випускники Київської академії (бакалаври) зазвичай служили в якості репетиторів в будинках заможних людей.

Із числа випускників Київської академії були сформовані письменники, які цікавилися, перш за все, історією нашої держави, писали так звані козацькі літописи. Автором вельми цікавого із них- Самійло Величко, який був писарем. У передмові до свого твору він запитує: “Ежели может, шо быти любопытствующему нраву человеческому, кроме телесных требований, ласкавый чительнику, так угодное и приятное, яко чтение книжное и ведение прежде бывших деяний и поведений людских?”. Після того Величко описує, як роки спустошення України збудили у нім цікавість до давнього минулого свого народу: “Видеж же к тому, на разных там местцах, много костей человеческих, сухих й нагих, тилко небо покров себе имущих, й рекох во уме - кто суть сия. Тех всех, еже рек, пустых й мертвых насмотревшися, поболех сердцем и душею, яко красная й всякими благами прежде изобиловавшая земля и отчизна Украйно малоросейская во область пустыне Богом оставленна й населници ея, славные предки наши, безвестнии явишася. Аще же й вопрошах о том многих людей старинных, почто бысть тако, из яких причин и через кого опустошися тая земля наша? - то не единогласно отвещеваху ми, еден тако, а другий инако; и немощно мне било совершенно з их не единогласных повестей инфомоватися о падении и запустении оноя тогобочна отчизны нашея”.

У Київській академії із 1733 по 1734 роки навчався великий вчений того часу М.В. Ломоносов, із ініціативи, праці і проекту якого було відкрито університет в Москві в 1755 році.

Вихованці академії ініціювали питання про відкриття університету в Україні, насамперед у Києві. Так, у «Клопотанні малоросійських старшин та шляхетства, разом із гетьманом, про відновлення різних старовинних прав Малоросії», що було подано Катерині II у 1764 році, де містилося клопотання «завести і в Малій Росії 2 університети та кілька гімназій; перший із цих університетів, у складі чотирьох факультетів, міг бути у Києві, на тому ж місці, де тепер Києво-Братський училищний монастир, з якого треба вивести, і на тому місці збудувати будинки для вчителів та учнів...». Інший університет клопотанням пропонувалося відкрити у Батурині, там, де знаходилась резиденція гетьмана. У зв'язку з розробкою нової системи народної освіти на початку XIX ст., знову з'явилося важливе питання про відкриття в Києві університету. Тільки, це питання не було вирішено у користь.

За наполягання громадськості на початку XIX ст. було почато створення вищих освітніх закладів. У 1805 р. за ініціативи Василя Каразіна відкрився Харківський університет. Натомість у 1817 р. уряд закрив академію Києво-Могилянську, тому що її напрям діяльності не влаштовував чиновників. Нарешті в 1834 році у Києві почав діяти Університет Святого Володимира, професор Михайло Максимович став першим йог о ректором.

Одним із самих великих вузів в Україні у складі якого діяв природничий факультет, того часу, був Харківський університет. Деякі його випускники ставали знаменитими ученими та громадськими діячами. Посеред них був М.І. Туган-Барановський, що здобув вчений ступінь магістра політичної економії у Московському університеті. Разом із П. Струве він був визначним діячем легального марксизму. був викладачем у Петербурзькому університеті, політехнічному інституті і комерційних учбових установах з 1895 року. У 1906 році став головним редактором журналу "Вестник кооперации". Після Лютневої революції він повернувся в Україну. У червні 1917 року брав акти-

вну участь у з'їзді Української партії із реорганізації соціалістів-федералістів. Малою Радою за рекомендацією П. Дорошенка 21 серпня 1917 року він був затверджений генеральним секретарем фінансів. Надалі 11 жовтня 1917 року його було призначено виконуючим обов'язки генерального секретаря промисловості і торгу. Він на цих посадах відстоював усамостійнення українського кооперативного руху, потребу запровадження власної валюти в Україні.

Від пропозиції увійти до Кабінету міністрів гетьмана П. Скоропадського він відмовився. У 1918 році очолював Українське товариство економістів, раду Українського центрального кооперативного комітету, робив правки в часописі «Українська кооперація», був автором досліджень із теми кооперації («Соціальні основи кооперації»).

В Харківському університеті на природничому факультеті навчався Є.Х. Чикаленко. Він був сином великого землевласника, жертвував кошти на видання популярної історії України, займався меценатською діяльністю. Під його ініціюванням і активній участі у 1897 року було розпочато публікацію серії популярних брошурок для селянства, у них висвітлювалося раціональні методи господарювання («Розмови за сільське господарство», «Як впорядкувати хазяйство в полі», «Чорний пар і плодозміна»). Чикаленко Є.Х. був меценатом органу РУП - газети "Селянин".

Із 1893 року у Харківському університеті до кінця свого життя працював відомий економіст В. Левитський. Економіка сільського господарства була його пріоритетною ланкою дослідження. При дослідженні аграрних відносини у Франції, вчений В. Левитський зрозумів, що великі господарства що займаються хліборобством не завжди є найбільш продуктивними. У своїй праці «Сільськогосподарська криза у Франції (1862-1892)» професор робить акцент на малих та середніх господарствах, що є більш стабільними під час кон'юнктурних коливань.

У Харкові в жовтні 1816 року було створено інститут земельного господарства. Це був перший навчальний заклад Російської імперії сільськогос-

подарського спрямування. У ньому працювали всесвітньо відомі науковці в різні роки. Будрін П.В. був корифей сидерального землеробства та системи сівозмін, Висоцький Г.М. був піонером - степового лісорозведення, Кулєшов М.М. – фундаметатор наукової школи рослинників-екологів і вітчизняного насіннєзнавства, Юр'єв В.Я. – був видатним вченим-селекціонером, Соколовський О.Н. – був засновником школи агроґрунтознавців, першим президентом Української академії сільськогосподарських наук, Грінченко О.М. - очолив теорію окультурювання ґрунтів, Аверін В.Г. та Мігулін О.О. - організатори служб із захисту рослин у Україні, Страхов Т.Д. – був видатним мікологом, імунологом і фітопатологом, організатором створення фітопатологічних установ і організацій в Україні, Лукінов І.І. – був директором Інституту економіки при НАН України, Горохов П. став початківцем протиерозійної території.

Найстарішим сільськогосподарським технікумом в Україні був Бобровицький, що на Чернігівщині, який створений у 1891 році, коли поміщиця, меценатка Майнова О. переписала свій маєток і майже 500 десятин землі біля села Щаснівка тодішнього Козелецького повіту (тепер Бобровицький район) на створення сільськогосподарської та ремісничої школи.

Одночасно у Західній Україні працювала Дублянська рільнича академія. Вивчення навчальних планів і програм говорить, що в ній намагалися готувати спеціалістів із достатніми теоретичними знаннями і практичним досвідом. Фундаментальні науки домінували у навчальних планах. Ці науки виконували поштовхну функцію сільськогосподарського виробництва, тому, що на їхній основі ґрунтувалися поглиблені та розширені програми із фахових предметів.

Роботу в лабораторіях, семінарські заняття та індивідуальне спілкування професора зі студентом було одним із головних принципів організації теоретичної підготовки студентів. Також досить широко використовувався метод поглиблення теоретичних знань на університетських семінарах. Складанням іспитів і колоквіумів завершувався теоретичний курс.

Так звану конверсаторію - лекцію-бесіду було покладено у базу фахового навчання майбутніх спеціалістів, окрім традиційних методів навчання. Ця система співпраці учителів-професорів із студентами була вкрай дорогою, але мала цілу низку істотних переваг.

Перше - такий дискутивний діалог, допомагав студентові розсудливо та спокійно доводити свою обізнаність із предмету.

Друге – професорсько- викладацький склад був змушений відмовитися від шаблонного методу викладання, а опрацьовувати і опанувати найновіші досягнення науки і практики в світовому сільськогосподарському виробництві, гарно володіти психологію студентів, та знаходити серед них яскраві особистості, сприяти їхньому розвиткові у виробничому, і науковому напрямках.

Третє - дирекція шкіл мала зазвичай оперативну інформацію про якісний склад своїх студентів, що надавало можливість досить швидко коректувати окремі елементи навчальних програм і планів.

Першочергового значення мали практичні заняття, які проводилися у навчальних господарствах- «фільварках». На демонстраційних полях розглядали технологічні прийоми, про які говорилося на лекціях та семінарських заняттях. Відслідковуючи господарську діяльністю «фільварку», студент міг побачити та проаналізувати увесь річний цикл сільськогосподарських робіт у полі. У оригінальний спосіб ознайомлювалися студенти із усіма заходами адміністраційного управління фільварком. Щотижня розпорядження, накази, рекомендації доводилися до відома студентів, тому студент знав усе, що робилося у господарстві, та мав можливість якимось чином оцінити ефективність та своєчасність отаких розпоряджень. Він міг дискутувати на цю тему з професорами та своїми колегами, а також, не був позбавлений можливості робити і прогнозувати розпорядження.

Важливою роллю у системі організації навчального процесу володіли головні іспити, який мали далеко не формальний характер. Комплексний іспит об’єднував контролювання знань із усіх спеціальних предметів, а участь

в іспитовій комісії брали поважні господарі, відомі виробничими досягненнями, та представники уряду чи куратори виключали необ'єктивність у підсумковому оцінюванні рівня загального розвитку і знань випускника. Притаманно не всім студентам погоджувалися на випускний іспит та виконання дипломної роботи.

Опираючись на підсумки господарювання протягом року студент мав можливість міг скласти власне критичне резюме, і врахувати всі допущені помилки.

Дуже важливим є те, що власне така організація зв'язків навчального процесу із виробництвом притаманна одна із найпотужніших дидактичних засобів.

Характерним є вивчення студентами усіх спеціалізацій суспільні державні науки, таких як «Політекономія», «Право, головні поняття», «Аграрні статути», «Наука про господарство», «Політекономія аграрна, фінанси», а також проводилися економічні спів розмови (дві години щотижня), «Статистика, в тому числі господарств».

Щотижня по 13 годин відводилося на вивчення вказаних дисциплін (включаючи економічні розмови). Курс «політекономії» спеціально вивчав проблеми: «Зіставлення малих і великих підприємств із погляду економічного і суспільного»; «Організація виробництва колективна та індивідуальна, підприємництво і його форми, виробничі співтовариства, в тому числі сільськогосподарські»; «Головні чинники, що регулюють продуктивність господарства, конкуренція, економічність, співпраця»; «Становище сільськогосподарського виробництва у загальній системі господарювання, місце держави у регулюванні сільськогосподарського виробництва соціальне значення селянства, сільськогосподарські об'єднання і взаємодопомога»; «Обмін, поняття і роль у сільськогосподарському виробництві»; «Товар, форми обміну, торги, гроші, торгівля, транспорт»; «Поняття про сільськогосподарського робітника як соціальну і економічну одиницю у суспільстві»; «Поняття про землю, суспільні форми володіння землею, форми власності на землю і їх

еволюція, політика поділу земель, обмеження власності на землю, обмеження поділу землі та її парцеляція, роль держави в питаннях власності на землю, меліорація земель оренда землі та регулювання орендних відносин і орендне право» «Охорона сільськогосподарського виробництва і селян, взаємодопомога, асоціації і селянські спілки», «Сільськогосподарська освіта та дослідні та контрольні станції»; «Завдання держави щодо збуту сільськогосподарської продукції, митне та транспортне забезпечення»;.

Цілий ряд загальнотеоретичних понять політекономічного характеру роз'яснювалися на курсі «Організація і управління», «Управління сільськогосподарським виробництвом», висвітлювалися шляхи організації напрямів розвитку господарств, складання кошторисів, визначення структури, визначення рівнів польових і інших робіт, організації контролю за ходом господарських робіт управління постійними і найманими робітниками. Роз'яснювалися усі принципи обліку у сільськогосподарському землекористуванні.

Майбутні фахівці вивчали також проблеми історії і літератури (головні етапи у розвитку польської держави від самого початку її виникнення до кінця 19 ст. і досягнення польського літературознавства).

Вагомий внесок у розвиток сільськогосподарської науки наприкінці 19 - на початку 20 сторіччя внесли науковці природничих кафедр Київського університету, що був відкритий у липні 1834 року. Були створені кафедри сільського господарства і лісівництва на його фізико-математичному факультеті.

У 1851-1864 роках існувала в університеті "Комісія із опису губерній Київського учбового округу", яка мала чотири відділи: природничо-історичний, промисловий, географічний і статистичний. Видано чотири томи "Трудов" за результатами діяльності цієї комісії. Більша частина статей опублікованих членами комісії присвячувалося мінералогії, геології, флорі, фауні та статистиці України.

Вагомий внесок у вивчення рослинності нашої країни зробили професори ботаніки Київського університету Бессер ВТ., Рогович О.С. Трауфеттер Р.Е.. У вивчення фауни України дуже багато було внесено видатним російський зоологом Кеслером К.Ф., що кілька років був на посаді професора Київського університету.

Надзвичайно важливими учбово-допоміжними частинами університету були кабінети: зоологічний, ботанічний, ботанічний сад, агрономічний.

У 1869-1873 роках працював в Київському університеті основоположник порівняльної ембріології Ковалевський О.О.. У розвитку зоологічних досліджень в державі важливу роль мали професори Паульсон О.М., Савинський В.К., Бобрецький М.В.. Також у ньому працювали видатні ботаніки Борщов І.Г., Баранецький О.В., основопочатківець сільськогосподарської метеорології Броунов П.І.. Дуже талановитими професорами університету були зоолог Коротнєв О.О., ботанік Навашин С.В.. Навашин був одним із ініціаторів створення відділу у Київському політехнічному інституті, що було відкритому в 1898 році.

Вчені-природознавці внесли в дослідження флори та фауни країни багато значущих досліджень та вивчення окремих груп рослин та тварин. Професор кафедри ботаніки Бессер В.Г. (1784-1843 років.) приділив увагу дослідженню флори Волинської, Галичини, та Подільської губерній у своїх працях. Вагомі дослідження по вивченню флори Південно-Західного краю зробив і учень Бессера В.Г., Аджейовський А.Л. (1785-1868 років). Великі його праці з ботаніки - це результат екскурсії, проведених у 1814, 1816, 1818 і 1822 роках на території «між Бугом і Дністром, від Збруча аж до Чорного моря».

Праці Траутфеттер Р.Е. присвячувалися характеристиці флори Київської, Херсонської, Подільської губерній та узагальненим питанням систематики рослинного світу, описано в монографії, якій понад двадцять років - з 1839 року по 1859 рік він працював у Київському університеті, і був його ре-

ктором у 1852-1859 роках. Із його іменем пов'язано виникнення в Києві університетського ботанічного саду.

Фахівець із геології, герморфології, палеогеографії, ландшафознавства, фізичної географії України професор Київського університету П. Тутковський винайшов одну із перших схем природно-географічного районування країни. Ним було видано підручник «Загальне землеробство», у якому він висловлював думку, що межі географії визначаються її методом: « ... усе в природі та людській діяльності, що н е приурочене до географічних координат, не може належати до обсягу географії». П.Тутковський включав також сільське господарство, побут населення до найголовніших елементів кожного з виокремлених ним краєвидів.

Великої увагу заслуговує наукова і практична діяльність у галузі сільського господарства та фізіології рослин випускника Київського університету Богданова С.М. (1859-1920 роки), що працював у закладі з 1885 року на початку викладачем, потім - професором, завідувачем кафедри агрономії. Помітну цікавість становлять його магістерська дисертація «Потребность прорастающих семян в воде» (1888 рік) та докторська дисертація – «Отношение прорастающих семян к почвенной влаге» (1889 рік). Названі роботи увійшли у складову світової науки та створили фундамент для нового вчення водного режиму рослин та роботу про недостатню для рослин вологу. За результатами численних дослідів по проростанню насіння за різної вологості ґрунту вчений прийшов висновку, що кількість води недоступної для рослин рівна подвійній кількості гігроскопічної води. Спосіб визначення так званого мертвого запасу води по проростанню насіння, що він запропонував широко використовується в агрономічній практиці.

Перший вуз сільськогосподарського напрямку створено у Білій Церкві. Його створення датуються 1610 роком, коли у місті Вінниці створений був колегіум, котрий поетапно було трансформовано у Вінницьку (губернську) гімназію (1814 рік). Гімназію у 1847 році разом із педагогічними працівни-

ками перенаправили у Білу Церкву, де у 1750 році вже існував Білоцерківський колегіум.

В Одесі із 1844 року існувало вже Головне училище із напрямку садівництва, завданням його було готувати досвідчених науковців і садівників у галузі садівництва. Того часу це був єдиний в країні такого типу вищий навчальний заклад. У його складі 1844-1868 років діяло два відділення: перше готувало вчених лісівників і садівників, а друге готувало практиків у цих галузях. У зв'язку із не зовсім сприятливими умовами у розвитку садівництва одеського району це Головне училище перевели до Умані. Із 1869 року по 1903 рік воно отримало назву "Уманське училище землеробства та садівництва", а в 1903-1921 роках "Уманське училище садівництва та землеробства".

Мережа сільськогосподарських навчальних закладів із кінця 19 сторіччя розширюється. Видано Положення 1883 року про нижчі сільськогосподарські школи, які успішно діяли також і в українських селах.

На Волині діяли аж 9 нижчих сільськогосподарських навчальних закладів: лісничий відділ при Білокриницькій школі (1904 року) це Білокриницька школа (з 1892 року), Вільєгорська початкова приватна школа (1898 року), Тростянецькі сільськогосподарські та ремісничі класи (1903 року),Миколо-Олександрівські сільськогосподарські та ремісничі класи (1899 року). Нині Державна агротехнічна академія України була створена у 1899 році - Ледухівська нижча сільськогосподарська школа міста Житомир.

Волинську школу садових робітників у 1909 році у Житомирі заснувало земство. У ній учнів навчали і прогнозували вміння садівництву, хмелярству, городництву та бджільництву практичними заняттями. У цю школу приймали молодь, яка вже досягнула 14 років і могла виконувати практичні завдання, що було визначено програмою. Термін такого навчання був три роки. У школі навчалося лише 20 чоловік. Після того, як було закінчено повний курс школи, випускники могли одержували свідоцтво і направлялися на трьох річну практику до приватних осіб за визначену винагороду.

У положенні від 26 травня 1904 року про сільськогосподарську освіту вказувалося, що навчальні заклади могли бути чоловічі та жіночі. Їх поділяли на: «а) загальні, ті, що відкривалися для навчання сільському господарству; в) спеціальні, ті, що мали за мету навчання окремим галузям сільського господарства». Навчальні заклади сільськогосподарського типу мали трьох ступеневу підготовку спеціалістів для сільських жителів: нижчі, середні, вищі.

У свою чергу, нижчі навчальні заклади поділялися на нижчі школи першого і другого розряду, нижчі сільськогосподарські училища, та сільськогосподарські школи які займалися практичними заняттями. Нижчі сільськогосподарські училища готували до практичної сільськогосподарської діяльності. Підготовка відбувалася в нижчих школах переважно шляхом ведення практичних занять досвідченими спеціалістами у сільському господарстві.

Техніків-робітників із різних галузей сільського господарства готували практичні школи. Це були в основному буряководи, овочівники, тваринники, вівчарі, свинарі. У цих закладах термін навчання визначався згідно із обраною спеціальністю - від одного до трьох років навчання. Щоб вступити в цей заклад, абітурієнт повинен був мати тільки основи грамотності.

В структурі Кам'янецо-Подільського державного українського університету восени 1919 року було відкрито сільськогосподарський факультет, що першим на Правобережжі Української Народної Республіки готував підготовку фахівців із вищою освітою за для допомоги українському селянству. Велика організаторська, кадрова і технічна робота передувала у цім закладі. Огієнко І.І., що був міністром освіти, зробив найбільші зусилля щоб домогтися прийняття відповідного закону вищою владою у квітні 1919 року і надавав такій події величезного значення, передбачаючи у ній дуже вагомий крок до пришвидшення у розвитку продуктивних сил села, але цей закон було реалізовано 22 жовтня 1919 року.

Вагому роль в розповсюдженні сільськогосподарських знань і впровадженні зовсім нових форм господарювання на західноукраїнській території зробив вчений-агроном Ройтер Ф., який у середині 19 століття був «управителем маєтків Чарторийських». У своїй праці «Наука про рільництво» він виклав головні принципи культивування таких культур, як конюшина, вика, люцерна, які мали вагоме значення для поліпшення структури ґрунту, тому, що являлися грубими кормами для худоби. У двотомнику Касперовського «Рільництво» містилися основні положення щодо розвитку землеробства.

Згідно із рекомендаціями, що містилися у вказаних працях, у передових господарствах осушували заболочені місця, по три рази обробляли пари, використовували загінну систему обробітку ґрунту (між загонами робилися борозни для того, щоб стікала вода). Трипільна сівозміна поетапно змінювалося п’яти-шести-пільною сівозміною із повним видаленням парових полів [90].

Історія оцінки ґрунтів

Оцінка і бонітування ґрунтів у сучасному уявленні - близькі між собою поняття. В історичному аспекті спочатку бонітування (якість) ґрунтів поєднувалося безпосередньо з їх продуктивною здатністю, з урожайністю сільськогосподарських культур. У даний час в оцінці ґрунтів використовується більш широке коло спеціальних питань. Оцінку ґрунтів роблять за ступенем деградації, забруднення, прогнозування процесів ерозії, засолення, опустелювання (аридизації), заболочування, санітарно-гігієнічного стану, порушення екологічної т а економічної рівноваги і т.д.

У розвитку бонітування ґрунтів можна виділити два основних періоди: 1) бонітування ґрунтів в Росії до Великої Жовтневої революції і 2) бонітування ґрунтів в СРСР. Ці періоди, в свою чергу, можна поділити на ряд етапів. Завдання і зміст бонітування ґрунтів змінювалися в залежності від соціально-економічних умов країни, фактичних запитів сільського господарства і розвитку ґрунтознавства. У дореволюційний період в історії бонітування ґрунтів можна виділити додокучаєвський і докучаєвський етапи.

Додокучаєвський етап оцінки ґрунтів

Перші відомості про якість ґрунтів стародавньої Русі, їх бонітування ми знаходимо у землевласників, що виробляли хліб. Хлібороби називали «землю матір'ю усіх своїх багатств», вони постійно вивчали її як головну умову свого існування. «Земля – годувальниця» - так називали її слов'яни.

Хоча землероби тих часів і не були озброєні науковими знаннями про хімічний склад і фізичні властивості оброблюваних ними ґрунтів, але знали із повсякденного досвіду, що ґрунти, різні за своїми зовнішніми ознаками - за забарвленням, складенню, - труднощам їх обробітку, - мають різну родючість, тобто робили свого роду оцінку ґрунтів по їх ефективності виробництва. Чорні та темно-сірі ґрунти хлібороби ставили на головне місце, тобто приймали за найкращі, а світло-сірі та білі слугували як малородючі. Тодішні землероби були першими бонітувальниками ґрунтів древньої Русі.

Багато народних назв ґрунтів стали джерелом для сучасної наукової ґрунтової термінології; такі терміни, як чорнозем, підзол, глей, солончак, солонець, увійшли в міжнародну літературу.

Для обліку земельних фондів при царюванні Івана IV (Грозного) було засновано Помісний наказ це була головна і вища державна установа, що відала земельними справами. Описування земель (Писцові книги) було однією з функцій цієї установи. В умовах феодалізму це було велике державне мироприємство. Країні потрібно було знати, «хто і якими землями володіє, та які землі можна надати у володіння служивим людям».

Писцові книги містили порівняно докладний на той час фізико-географічний і економічний опис Московської держави, відомості про міста з повітами і селами, що до них відносилися, про ґрунти, земельні угіддя, рельєфи і населення. У Писцових книгах є цінні відомості про якісні показники ґрунтів. Землі, які підлягалися розоренню за якісними показниками поділялися на три основні групи: середню, добру, і худу; інколи виділяли четверта група - добре-худу.

Соболєв С.С. указує, що Писцові книги XV, XVI і початку XVII сторіччя були першими ґрунтово-географічними роботами, які містили на дуже високому рівні для свого часу розробки.

Посошне оподаткування існувало у XVI і XVII сторіччях, тобто одиницею оподаткування була соха – кількість землі. Посошна система оподаткування потребувала якісного кількісного обліку усіх земель. Для чого було введено так звані Писцові книги. Писцовий опис відігравав провідну роль у розвитку і закріпленні кріпосного права. У разі запису селян у їх власника – володіння його визнавалося безперечним.

У період такого феодального землеволодіння при наділенні маєтком (особливо осіб знатного походження) враховувалася якість землі. У наказі 1622 вказувалося, що в володіннях із з поганою якістю - на 50%, середнім якісним складом землі площа нарізу збільшувалася на 25%. Тому, розмір таких сох (кількість землі) визначався безпосередньо якістю землі.

У XVIII ст., в період Петра I, указом 23 березня 1714р. “Про єдиноспадкування” було завершено процес поєднання вотчинного і помісного землеволодіння натомість поземельного (посошного) оброкування було введено подушний податок. Вотчина - це в Російській державі XII-XVII сторіччя був один із вище указаних видів феодальної земельної власності, що могла передавалася у спадщину та відчуджувалася по волі власника землі. Вотчини належали, насамперед, боярам - верхівці феодального суспільства. Маєтки роздавалися на відміну від вотчинного землеволодіння середнім і дрібним феодалам – так званим дворянам, які розпоряджатися своїми маєтками могли лише частково.

За кріпосного права, коли ґрунти оброблялися безпосередньо селянами, а урожай могли використовувати лише пануючі класи. Достатньої зацікавленості у кращому використанні ресурсу природи і, зокрема, в якісній оцінці - бонітуванні ґрунтів не було.

Після петровського реформування селяни поміщиків повинні були оплатити подушний податок державі, а особливо виконати обов’язки, що було покладено на них поміщиками (панщина, оброк, ремонт доріг, вивіз поміщицького хліба на ринки збуту). Усілякі труднощі податкової політики лягли на плечі селян. Спеціальним Указом (1724 р.) був встановлений оброк – це оплата поміщику селянином грошей по 40 копійок із душі, незалежно від кількості та якості землі, що у них знаходиться. Надалі розмір оброку збільшився. У дев’яностих роках XVIII сторіччі він зріс до 5 рублів на душу. Отже, у петровські часи земельні відносини були неясні, перекручені, і кількісний облік земель практично призупинився, тому , що в цьому не було потреби.

У XVIII ст. науковим центром з вивчення ґрунтового покриву Росії стає Російська наукова Академія, відкрита у 1724 році в якій працював великий російський вчений М.В. Ломоносова (1711- 1765роки). Очоливши Географічний департамент Академії наук у 1757 році Ломоносов М.В., приступив до корекції «Російського атласу» і створення «Російської географії». Бу-

ло складено спеціалізовані запитники для збору необхідних відомостей. Серед питань було й таке: “Яких видів хлібів сіють більше і чи плідно виходить, розмірковуючи загальний перед посівом прибуток” (тобто розмір врожаю в порівнянні з кількістю висіяного зерна).

У своїй праці Ломоносов М.В. «Первые основы металлургии и рудных дел» і в «Прибавлении» до нього («О слоях земных», 1763 року) існують цікаві положення про грунтову родючість. Ломоносов виділяв багаті ґрунти під березняками і іншими породами, “які лист в осінь втрачають”, і «бідні ґрунти під ялинниками і сосняками».

Московський університет був створений у 1755 році. Афонін М.І., який був першим професором сільського домоводства в 1771 році мав виступ в університеті з доповіддю “Слово о пользе земли, с обирании и расположении чёрнозема, особливо в хлебопашестве”. Професор Афонін розрізняв чорнозем глинистий, кам'янистий, лісовий, болотний, горіховий чорнозем (дуже родючий).

У 1765р в Петербурзі організовується “Вільне економічне суспільство” (ВЕС), яке поставило собі за мету “все корисне і нове в землеробстві та економії, чужинськими народами понині винайдене, належно збирати і повідомляти люб'язно своїм співгромадянам... Також всіляко намагатися, щоб докладно дізнатися внутрішній стан тутешніх провінцій, відкрити їх недоліки та вишукати корисні до коригування тих недоліків кошти”.

Слід зауважити, що країна в цей період часу починає експортувати на світовий ринок пшеницю. У працях ВЕС с тали писати про те, що пшениця являлася найбільш вигідним товаром для збуту, і Росії призначено бути житницею Європи самою долею. Почали збирати відомості про якісний склад грунтів Росії: якого роду були ґрунти в різних провінціях? Де знаходяться тучні, легкі, піщані, мулуваті ґрунти? У яких саме провінціях найчастіше були орні землі. Головну заінтересованість виявляли до ґрунтів, на яких виробляють основну масу пшениці - чорноземів.

Відомий той факт, що перша стаття академіка Лемана И.Г. в першій книзі праць ВЕС було присвячено ґрунтові! “О различных качествах земли в рассуждении экономического её употребления в земледелии”. У другій книзі праць ВЕС (1766 року) було надруковано працю першого російського вченого агронома Болотова А.Т. (1738-1833 роки) “Описание свойства и доброты земель Каширского уезда”. Болотов уважав, що якість ґрунту можна визначати за зовнішнім виглядом, забарвленням, щільністю, але разом з тим наполегливо рекомендував шляхом дослідів з рослинами перевіряти якість ґрунтів.

Великий агроном XVIII сторіччя Комов І.М. (1750-1792) також надавав багато уваги визначенню якості ґрунту. Він вважав, що “гарна земля бывает черна, или из черна-сера, после дождя приятный запах испускает, ... напротив того худая бывает из светла-сера, или еще хуже, желта”.

Міністерством державного майна у першій половині XIX ст. (утвореного в 1838 р.) з метою зрівняння зборів з державних селян, а також для пошуку додаткових джерел їх оподаткування розпочали роботи із земельного кадастру. На місцях було створено кадастрові комісії за для цього, вони і визначали якість і прибутковість таких земель. Такі роботи вимагали чималих витрат. Для цього було витрачено близько 1500000 карбованців із 1838 по 1856 роки. Для того, щоб відшкодувати витрати із земельного кадастру було навіть введено додатковий податок на сільське населення.

Важливо відзначити, що приводом до проведення кадастру послужили скарги багаточисельних державних селян на неправильно введений податок. В 1835 році чисельність державних селян чоловічої статі становило 34% від всіх селян чоловічої статі Росії. Державні селяни формально вважалися “вільними сільськими мешканцями”; насправді вони перебували у феодальній залежності від скарбниці. Їхню подальшу долю вирішувало не в інтересах селян Міністерство державного майна.

На місцях було створені кадастрові комісії (1842), які відповідно до спеціальної інструкції для зрівняння державних селян у грошових зборах

робили земельний кадастр. “До початку власних досліджень робити опитування на волосних і сільських зборах про те, які саме поселення і в якій мірі мали переваги перед іншими в перевагах орних, садибних, сінокісних та інших угідь; в яких місцях або урочищах знаходяться землі різні за якістю” повинні були Члени кадастрових комісій. Вони також з’ясовували причини (склад ґрунтів, розташування, обробіток, удобрення), що впливають на збільшення або зменшення врожаїв.

Земельний кадастр був здійснений в 17 губерніях. Хоча матеріали земельного кадастру були зібрані в інтересах державної скарбниці, вони розширили уявлення про якість ґрунтів, їх продуктивності і послугували основою зародження картографії і географії ґрунтів. Статистиком Веселовським К.С. матеріали кадастрових комісій були об’ємно використані за складання першої зведеної ґрунтової карти Європейської частини Росії у масштабі 1:84000000, яка була надрукована у 1851році, про яку Докучаєв В.В. писав: «Безперечно, одним із найважливіших і перших моментів в історії вивчення російських ґрунтів служили складання та видання у 1851 році під керівництвом колишнього начальника Статистичного відділення Веселовського Костянтина Степановича (тепер секретаря Академії наук) загальної карти «Росії» (Докучаєв В.В. Сбор. соч., т. 3. - М.: Сельхозгиз, 1949, с. 22).

Таким чином, зародження земельного кадастру (бонітування ґрунтів) одночасно є зародженням картографії і географії ґрунтів. Надалі для пошуку додаткових джерел оподаткування селян Міністерство державного майна змінило (1859р.) методи за якими було проведення робіт по кадастру. Оцінка якості ґрунтів, їх класифікація стали визначатися за урожайністю. Було виділено п’ять класів ріллі, які, в тим паче, залежно від місцевих умов ще поділялися на три ступеня. Сіножаті поділялися на 14 класів, а сіно - на чотири сорти.

Цікаві дані про середні врожаї і ціни на хліб в Росії в першій половині XIX ст. Найдешевший хліб в чорноземній зоні, а найдорожчий - в підзолистій.

Дані статистичного атласу свідчать про те, що найменші врожаї були отримані на підзолистих ґрунтах, а найвищі врожаї - на чорноземах України і Північного Кавказу. Якщо вважати, що для зернових культур норма висіву насіння була від 1 до 1,3 ц/га, то середній урожай в той час сягав на підзолистих ґрунтах від 3 до 5 ц/га, а на чорноземах - від 7 до 10 ц/га.

У народному ґрунтознавстві, в Писцових книгах і роботах таких вчених (Ломоносова, Афоніна, Болотова, Комова, Веселовського та ін.) ми зустрічаємо багато цікавих відомостей про якість ґрунтів, але наукового методу з бонітування ґрунтів тоді створено не було. Феодально-кріпосна Росія - «країна сохи і ціпка», із її застарілими методами ведення сільського господарства не проявляла належного інтересу до наукового бонітування ґрунтів.

Земельно-оціночні роботи в XVIII сторіччя і в першій половині XIX сторіччя проводилися як захід економічної політики держави, спрямовані на подальше зміцнення поміщицько-дворянського землеробства і посилення кріпацтва в Росії.

Докучаївський етап оцінки ґрунтів

Після скасування кріпосного права, тобто після 1861 р, нове, пореформне сільське господарство пред'явило нові вимоги до ґрунту. На зміну сохи і ціпу застосовували більш досконалі знаряддя - культиватор, плуг, сівалка, молотарка. Поряд з ростом промисловості і поліпшенням землеробства в чорноземній зоні Росії дуже розширилася зовнішня торгівля. Вона вимагала посиленого експорту продуктів сільськогосподарських призначення, а саме - пшениці. Яскраво виражений торгівельний характер було сільське господарство Росії, тому, що виникла велика потреба у вивченні так званих "Пшеничних", чорноземних ґрунтів Росії, в поділі ґрунтів за їх якістю і рівнем родючості (табл.1.).

До цього періоду належить починання наукової діяльності Докучаєва В.В.. Докучаєв В.В. за завданням ВЕО із 1877 по 1881 роки проводить дослідження чорноземної зони Росії. Результати цих наукових досліджень було опубліковано в типовій роботі Докучаєва В.В., присвяченій новій науці - ге-

нетичному ґрунтознавству. У цей час беруть початок наукові основи бонітування ґрунтів. Щойно було закінчено дослідження чорнозему, В.В. Докучаєв та його учні за пропозицією передових земств, провели спочатку в Нижегородській (1882-86 рр..), а потім в Полтавській (1888-94 рр.) губерніях земельно-оціночні роботи для встановлення поземельного податку відповідно з якістю ґрунтів.

Таблиця 1.1. Класифікація орних земель по урожайності жита (1856р.)

Класи земель	Ступені	Урожайність, ц/га, з вирахуванням насіння	Короткий огляд земель кожного класу
1 кращі	1	11,0	Кращі заливні і наносні землі, зустрічаються по берегах річок Дону, Москви, Оки і деяких інших. Кращі чорноземні землі, як, наприклад, в Землянському повіті Воронезької губернії і місцями в Орловській, Тамбовській, Пензенській та інших губерніях. Кращі з нечорноземні землі у всіх губерніях при гарному обробіток у і удобренні гноєм більш ніж від 6 голів великої рогатої худоби на парову десятину. Сірий чорнозем при удобренні від 2-4 голів, сіра земля при удобренні от 4-6 голів худоби.
	2	10,3	
	3	9,6	
II хороші	1	9,0	Хороші заливні ґрунти, наприклад по берегах річок. Хороший чорнозем , що зустрічається по всіх чорноземних губерніях. Кращі із нечорноземних ґрунтів при гарному обробітку і удобренні гноєм від 4-6 голів худоби. Середні із нечорноземних ґрунтів при удобренні гноєм більш ніж 6 голі в худоби. Сірий чорнозем при удобренні гноєм від 1-2 голів і сірий ґрунт при удобренні від 2-4 голів худоби.
	2	8,3	
	3	7,6	
	1	6,9	Погані наливні землі чи хороші, але при незадовільному обробітку. Чорнозем буруватого і сіруватого забарвлення, що
	2	6,2	

III середні	3	5,5	зустрічаються в чорноземних губерніях, із помітними на око меншими домішками перегною. Кращі із нечорнозем'я них ґрунтів при удобренні гноєм від 2-4 голів худоби. Середні із нечорноземних ґрунтів при удобренні гноєм від 4-6 голів худоби. Сірий чорнозем, при удобренні гноєм менше ніж від 1 голо- ви і без удобрення, і сірий ґрунт при удобренні гноєм від 1-3 голів худоби.
IV посередні	1 2 3	4,8 4,1 3,4	Чорнозем із помітними на око домішками глини, мергелю і крейди, який зустрічається в чорноземних губерніях. Середні із нечорноземних ґрунтів при удобренні гноєм від 2-4 голів худоби. Погані із нечорноземних ґрунтів при удобренні гноєм від 4-6 голів худоби. Кращі із нечорноземних ґрунтів при удобренні гноєм менше ніж від 2 голів худоби.
V погані (худі)	1 2 3	2,8 2,1 1,4	Погані нечорноземні землі, сипучий чи хрящуватий пісок, підзол, глина в'язка, торф при удобренні гноєм від 1-3 голів худоби. Солонцюваті і інші нечорноземні ґрунти, що не удобрювалися.

Господарсько-статистичний атлас Європейської Росії. Вид. Департамента сільського господарства Міністерства державного майна, 1857.

Під керівництвом Докучаєва В.В. і його найближчого учня Сибірцева Н.М. проводяться земельно-оціночні роботи, що, мали вузькопрактичні цілі (визначення розмірів податкового оброку). Але вчений переробив їх в більш широкі природно-історичні агрономічні дослідження, тому, що думав, що земельно-оціночні роботи повинні «значно сприяти розвитку місцевої, і загальної в Росії сільськогосподарської продуктивності». Докучаєв писав, що "правильні оціночні висновки можливі лише за умови чіткого з'ясування природних і загальноекономічних умов, у яких перебувають досліджувані господарства; і тільки при подвійному контролі і освітленні, даних про прибутковість земель фактами природно-історичними і загальноекономічними можливо безпомилково розібратися в них і прийти до безперечних виснов-

ків”. Цією інструкцією пронизані усе оціночні роботи Нижегородського земства.

Земельно-оціночні роботи є першими ширококомплексными дослідженнями, при яких вивчалися не тільки ґрунти, але і агроекономічні умови господарств, культура землеробства, урожайність с.-г. культур. В експедиціях брали участь не тільки ґрунтознавці, але і кліматологи, ботаніки, агроекономісти.

Окрім Докучаєва у роботах із оцінки земель брали участь В.І. Вернадський, В.П. Амалицький, К.Д. Глінка, П.Ф. Бараков, П.П. Замятченський, Н.М.Сибірцев, Ф.Ю. Левінсон-Лессінг та інші відомі вчені. У цей час виникла школа ґрунтознавців-докучаєвців. “Матеріали із оцінки земель Нижегородської губернії” були опубліковані в 1884-86 рр. у 14 випусках, “Матеріали до оцінки земель Полтавської губернії” в 1889-94 рр.

Велика роль у розвитку бонітування ґрунтів належить одному із учнів і найближчих соратників В.В. Докучаєва - Н.М. Сибірцеву.

Сибірцев Н.М. не лише брав участь у відомих експедиціях Докучаєва В.В.. В Псковській губернії у 1895 році він керував земельно-оціночними роботами. У одному із перших підручників генетичного ґрунтознавства Сібірцева що було видано у 1900 році, було знайдено широке висвітлення і творчий розвиток основних із положень вчення Докучаєва В.В. про оцінку ґрунтів. У цім підручнику бонітуванню ґрунтів присвячено спеціальний і вельми цікавий розділ, в якому Н.М. Сибірцев докладно викладає складні і дискусійні питання даної проблеми - бонітувальні ґрунтові класифікації, природно-історичний метод бонітування ґрунтів, територіальну оцінку земель на підставі ґрунтових досліджень та інші питання. Основні положення Н.М. Сібірцева про бонітування ґрунтів зберегли своє наукове і практичне значення до теперішнього часу.

Природно- історичний метод оцінки ґрунтів

Докучаєв В.В. уважав, що правильне бонітування можливе лише у тому випадку, коли в основу поділу ґрунтів та земельних угідь на розряди,

класи, ґрунтові групи були покладені природні якості грунтів, як найбільш об'єктивні і надійні показники.

У класичній роботі "К вопросу о переоценке земель Европейской и Азиатской Росии" В.В. Докучаєв писав: "1) Природня правоздатність ґрунтів є найголовнішим і основним фактором цінності і прибутковості землі, тому і повинна слугувати основою дослідження інших факторів. 2) Цей фактор – нйбільш постійний і найбільш значущий. 3) Дослідження цього фактору може і повинно відрізнятися найбільшою о'бєктивністю і науковістю взагалі. 4) Ретельне вивчення ґрунтів може і повинно, в дуже значній мірі, сприяти розвитку як місцевої, так і загальної сільськогосподарської продуктивності. 5) У більшості випадках вивчення природньої продуктивності ґрунтів є практично єдиним можливим способом визначення відносної цінності земель. 6) Без обґрунтованого, чітко наукового вивчення ґрунтів сама ретельна статистико-економічна і статистико -сільськогосподарська оцінка земельних угідь не буде достатньо обумовлена, не буде достатньо повна, а тому, у багатьох випадках, і не може привести до благих розумних заходів" [1].

Таким чином, В.В. Докучаєв і Н.М. Сибірцев уважали, що при бонітуванні необхідно усесторонньо вивчити властивості, що закладені в самих ґрунтах, і звідси установити їх відносну цінність, тобто зробити бонітування.

Усі роботи по оцінці ґрунту були розділені на два етапа.

На першому етапі досліджень – природньо-історичному – відзначалася сама цінність природного ґрунту, а саме природні якості ґрунтів на підставі хімічних, фізичних, морфологогенетичних, і фітозоологічних особливостей, а також уплив клімату. Така частка роботи виконувалася фахівцями-ґрунтознавцями.

До другої частини робіт, а саме до докладного економічного сільськогосподарського обстеження даних районів, що виконувалися фахівцями-статистиками приступали після визначення природних ґрунтових районів. При цьому дослідження статистиків проводилися "в найсуворішій залежності від природних умов місцевості" за участі та сприяння місцевих управлінь і

знавців краю. “Таким чином, - Докучаєв пише, - що за моїм планом обидві згадані частини оцінки земель не тільки знаходяться між собою в цілковитому зв'язку, але перша з них повинна слугувати основою і критерієм для іншої. Такий мій найголовніший принцип земельної оцінки “.

Методом Докучаєва-Сибірцева бонітування ґрунтів передбачалося: 1) вивчення морфологогенетичних особливостей грунтів, хімічного складу, фізичних властивостей 2) визначення типів ґрунтів і складання класифікації ґрунтів.

Повні хімічні, механічний аналізи, визначалися вологоємність, водопроникність, капілярність, випаровуваність, провідності тепла проводилися для кожного типу ґрунтів.

Складалися відповідні діаграми за даними польового і лабораторного дослідження ґрунтів: 1) діаграми хімічні - за сумою поживних речовин по Менделєєву і іншими показниками; з діаграм хімічного складу ґрунтів складалася одна середня діаграма, яка відображала хімічне багатство ґрунтів; 2) діаграма геологічна - по потужності ґрунтів та вмісту гумусу; 3) діаграма фізичних властивостей грунтів.

У кінці, із усіх середніх даних діаграм, що зображують хімічний склад, потужність та вміст гумусу в ґрунтах, властивості, механічний склад та фізичні властивості ґрунтів, складалася одна узагальнена діаграма.

За даними такого всебічного вивчення ґрунтів і в полі і в лабораторії, коректної оцінки отриманих даних проводилася оцінка ґрунтів Нижньогородської губернії за стобальною системою: найкращий ґрунт оцінювалася у 100 балів. Цією шкалою користувалися при оцінці орних територій.

Цілком природно, що метод бонітування ґрунтів, який було розроблений Докучаєвим В.В. і Сібірцевим Н.М., нас зараз задовольнити не може. Але, як абсолютно справедливо відзначав відомий ґрунтознавець проф. А.А. Ярілов, шлях в області ґрунтового бонітування, указаний В.В. Докучаєвим, ще далеко не викорінено і він таїть чимало перспектив та можливостей, які чекають свого дослідника. Цінність методу Докучаєва полягає у проведенні

бонітування ґрунтів на основі наукових, об'єктивних досліджень ґрунту як природничо-історичного тіла, засобу праці і предмета. Так як уперше цей метод був застосований Докучаєвим в Нижньогородської губернії, його іноді називають нижньогородським методом оцінки ґрунтів.

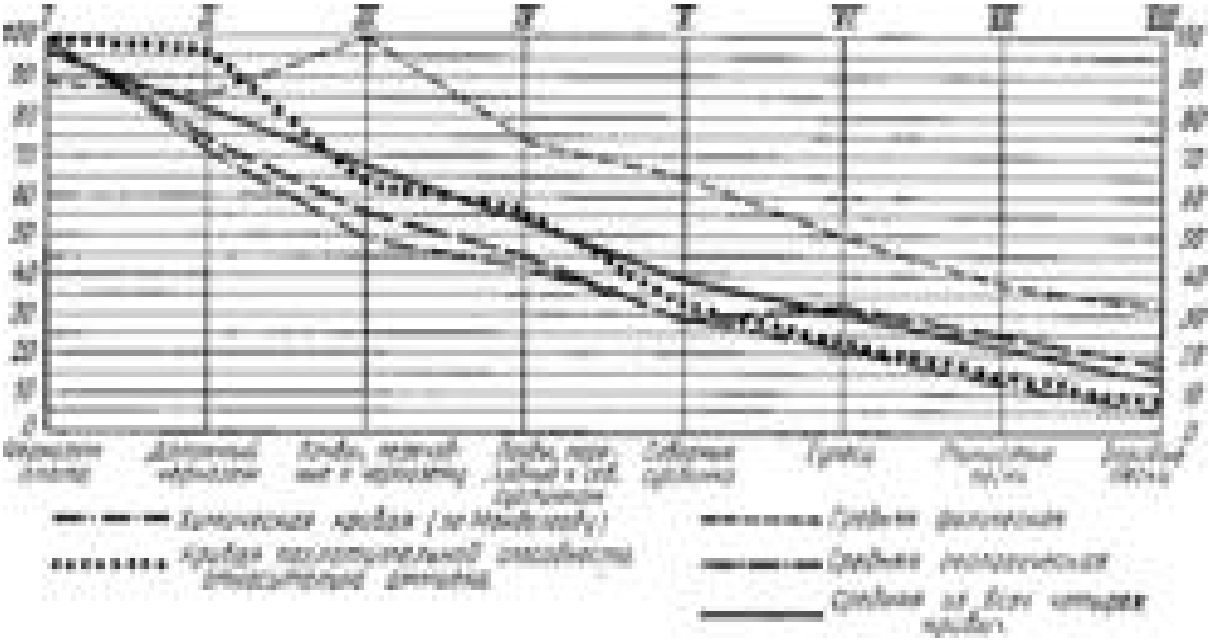


Рис. 1.3. Фрагмент оцінки ґрунтів докучаєвського періода

Статистичний метод оцінки земель

У деяких районах бонітування ґрунтів проводилася не фахівцями-ґрунтознавцями, а економістами-статистиками, які запропонували свій метод оцінки земель, сутність я кого зводиться коротко до наступного: 1) оцінка земель проводилася методом опитування, відомості про якість земель збиралися за даними опитувальних листів; 2) заповнення опитувальних листів (бланків) було покладено на волосні управління, землевласників або керуючих маєтками; 3) розсилка опитувальних листів (бланків), їх збір і перевірка виконувалися чинами повітової поліції. Існувала оціночна бонітетна шкала (табл.1.2.).

Докучаєв В.В. з приводу статистичного методу оцінки ґрунтів писав: "Ні склад наших земських управ і навіть - податкових інспекторів, ні, тим

більше склад наших, так званих - статистиків, часто не маючих навіть середньої загальної (не кажучи вже про спеціальну) освіти і, нерідко, призначених на місця з міркувань, нічого спільного з оцінною справою не мають, само собою зрозуміло, не надають жодної гарантії у професійному виконанні вищезазначених статей закону і основної, хоча б безкомпромісної вимоги розумної оціночної справи, - цієї надскладної і делікатної державної операції".

Таблиця 1.2. Загальна бонітувальна (оціночна) шкала ґрунтів Нижньогородської губернії

Чорнозем горовий	100-80
Чорнозем долинний	100-90
Суглинок коричнево-темний	80-70
Суглинок коричнево-сірий "лісовий", на безвалунному (лесоподібному) підґрунті	65
Те ж, на валунній глині	60
Сірий лісовий суглинок на безвалунному підґрунті	60
Сірий лісовий суглинок на валунному підґрунті	55
Світло-сірий підзолистий лесовий суглинок	60-55
Світло-сірий підзолистий валунний суглинок і суглиносупісок	45-40
Сильно підзолистий суглинок	35
Підзолистий супісок валунний	35-30
Підзолисті супіски низинні (на древньому алювії)	40
Глинисті піски низинні (на древньому алювії)	30
Глинисті піски валунні	25
Суглинки і супіски алювіальні, орні	45-50
Глинисті піски	35
Піски "борові" слабкоглинисті	15-20
Мулові	15-20
Грубі ґрунти на пагорбах	30

Морфологічний метод оцінки ґрунтів

Крім природничо -історичного методу оцінки ґрунтів, розробленого В.В. Докучаєвим і Н.М. Сібірцевим і опитувально-статистичного методу, яким користувалися економісти-статистики, застосовувалися й інші методи. Наприклад, ґрунтознавець Р.В. Ризположенський при оцінці ґрунтів користувався, головним чином, морфологічним методом, ігноруючи хімічний, механічний склад ґрунтів і лабораторні методи їх вивчення, і ґрунтознавець

Г.Ф. Нефедов картував не ґрунт в цілому, як природньо-історичне тіло природи, а окремі ознаки або властивості ґрунтів, наприклад забарвлення, відсоток гумусу, азоту, фосфору та ін., вважаючи, що “між окремими властивостями ґрунту не має і бути не може суворого паралелізму”. Однак методи Р.В. Ризположенського і Г.Ф. Нефедова та складені ними ґрунтові карти отримали різко негативні відгуки, так як не могли слугувати науковою основою для якісної оцінки земель.

Таким чином, в роботах з бонітування ґрунтів намітилося декілька підходів до оцінки земель.

1. Докучаєвьско-Сібірцевський природньоісторичний метод оцінки ґрунтів, який був застосований у 177 повітах 17 губерніях Європейської Росії. Було обстежено 996 тис. км^2, або 25% території Європейської Росії.

2. Опитувально-статистичний метод, запропонований економістами-статистиками, який був застосований у 59 уїздах 7 губерніях Європейської Росії. Із його допомогою було обстежено 350 тис. км^2, або 9% території Європейської Росії.

3. Морфологічний метод Ризположенського, за яким були проведені роботи в 47 повітах 5 губерніях Європейської Росії. Цим методом було обстежено 618 тис. км^2, або 15% території Європейської Росії.

Окрім того, 92 тис. км^2 було обстежено за своєрідною методикою Нефедова в Тульській губернії, проф. Трейдасевіча в Люблінської губернії, проф. Томса в Прибалтиці. Усього було обстежено різними методами близько 52% території Європейської Росії. Так як опитувально-статистичний метод бонітування ґрунтів, а також методи Р.В. Ризположенського і Г.Ф. Нефедова мали вельми істотні недоліки, то вони цілком природно були піддані гострій критиці на першому (1907р.) і другому (1908 р.) нарадах ґрунтознавців в Москві. Розгорнулася широка дискусія щодо низки питань бонітування ґрунтів. У доповідях висувався ряд положень, з якими дуже важко було погодитися. Так, земський статистик С.С. Жилкін в доповіді “До питання про ґрунтових досліджень у зв'язку із загальною постановкою оціночних робіт”

(1908 р.) поставив під сумнів значення всебічного, глибокого ґрунтового дослідження при оцінці земель. Він висловив думку, що ґрунтовим дослідженням в земельно-оціночних роботах необхідно “відвести не головне значення, а лише одну з частин загальної роботи, як з'ясування одного з агентів, що впливають у той чи інший бік на прибутковість земель”. Ґрунтуючись на заяві херсонських статистів, він робив висновок, що прибутковість визначають не ґрунти, не економіка, а метеорологічні умови.

Далі, посилаючись на матеріали дослідження в Вологодській губернії, стверджував, що врожайність, цей визначальний елемент прибутковості розораних земель, не дає ніякої закономірності по ґрунтовим розрядами. У силу цього С.С. Жилкін уважав, що при земельно-оціночних роботах немає необхідності проводити всебічне вивчення ґрунтів, як це пропонував В.В. Докучаєв, що можна обмежитися спрощеним методом вивчення ґрунтів, що практикуються Р.В. Ризположенским, тобто вивченням ґрунтів тільки за морфологічними ознаками без застосування лабораторних досліджень хімічного складу і фізичних властивостей ґрунтів.

Дослідження, що проводяться за методом Ризположенського, обходилися дешевше і вимагали менших витрат часу, ніж Докучаєвський метод, тому бонітувальники-статистики віддавали перевагу саме методу Ризположенського. Мало того, корінні статистики уважали, що земельно-оціночні роботи, що проводяться ними без усяких лабораторних робіт, дають більш об'єктивні результати вивчення ґрунтів. Звичайно, з цим погодитися не можна.

Таким чином, прихильники статистичного методу, що застосовується при бонітуванні ґрунтів, негативно поставилися до природничого методу оцінки ґрунтів, запропонованим В.В. Докучаєвим і успішно застосованого на більшій частині Європейської Росії. Бажаючи прискорити процес бонітування ґрунтів, вони пішли по неправильному шляху, тобто відійшли від “нижньогородського” методу оцінки ґрунтів і стали на шлях спрощення. Це в кінцевому підсумку не могло дати позитивних результатів.

Прихильникам Докучаєвсько-Сібірцевського природничо-історичного методу оцінки ґрунтів довелося витримати великий бій з представниками статистичного методу. Більшість ґрунтознавців-докучаєвців виступили проти опитувально-статистичного методу, як основного, при оцінці ґрунтів. Справа у тому, що дані економістів-статистиків про якість ґрунтів дуже часто були вельми сумнівні не тільки тому, що вони зібрані і оброблені не фахівцями-ґрунтознавцями, а ще й тому, що місцеве населення, повідомляючи ті або інші відомості про якість своїх земель, волею не волею приховувало істинне уявлення про якість земель, бажаючи показати свою землю поганою зі страху збільшення земельних податків. Економіст-статистик, не будучи достатньо підготовленим в області ґрунтознавства, був не в змозі правильно, критично оцінити матеріали про якість земель, зібрані опитувальним способом у місцевого населення.

Докучаєв В.В. уважав, що склад статистиків, які не мають спеціальної ґрунтознавчої підготовки, і застосовуваний ними метод не дозволяють правильно поставити справу оцінки земель. “Ось чому, - пише В.В. Докучаєв, - вже десятки земств зневірившись в своїх присяжних оцінювачів-статистах змушені були звернутися за допомогою до наших ґрунтознавців”.

Слід зауважити, що Докучаєв, Сибірцев і їх послідовники зовсім не відмовлялися від значення статистичних даних при бонітуванні ґрунтів. Навпаки, вони уважали, що статистичні дані про ґрунти, урожайність, ретельно зібрані і перевірені опитувальним, статистичним шляхом вельми корисні при вирішенні ряду питань бонітету ґрунтів. Наприклад, Н.М. Сібірцев писав: “У тих випадках, коли природно-історичне дослідження ґрунтів не проводилося, рекомендується збирати контролюючі дані про ґрунти хоча б опитувальним шляхом. Сенс цього прийому полягає у тому, щоб зареєструвати уявлення і емпіричні висновки самих господарств про культивовані ними ґрунти. Слід, однак, додати, що і об'єктивний метод оціночного дослідження ґрунтів не повинен цуратися відомостей, одержаних про ті ж ґрунти шляхом господарського опитування. Ці відомості корисні у двох випадках. По-перше,

будучи зібраними попутно, при статистичному дослідженні (яке не може обійти жодного господаря) вони з наповнюють прогалини, викорінившись в роботу ґрунтознавця. По-друге, опитувальні дані можуть стосуватися таких агрономічних явищ, характеристика яких представляє, можна сказати, того ж бонітування ґрунтів, але тільки вираженого емпіричною, господарською мовою" [1].

Достовірні відомості, отримані від самих хліборобів про якість ґрунтів, з якими вони мають справу майже щодня, звичайно, є важливими при бонітуванні ґрунтів. На це неодноразово звертав увагу В.В. Докучаєв.

Таким чином, ґрунтознавці-докучаєвці уважали, що при дослідженні ґрунтів з метою їх бонітування не слід нехтувати відомостями про ґрунти, що зібрані опитувально-статистичним шляхом, так як ці відомості (якщо вони достовірні) можуть слугувати хорошим додатковим матеріалом при характеристиці та оцінці ґрунтів. На- приклад, багаторічні дані про врожайність с.-г. культур є дуже важливими в контексті якості ґрунтів. Тому сукупні дані ґрунтознавця про ґрунти, їх основні, властивості і умови залягання та дані агроекономіста-статистика про урожайність, економічну ефективність, прийомів ведення господарства, що застосовуються, їх взаємний контроль є досить міцним, науково обґрунтованим критерієм для правильного судження про якість ґрунтів, їх бонітету.

1.3. Аналіз існуючих міжнародних методів якісної оцінки ґрунтів і земель

1.3.1. Визначення якості ґрунтів в США (Чорний С.Г, 2018)[2].

Індикатори якості ґрунту і його функції

На думку американських вчених (Doran, Parkin, Andrews) якість ґрунту (або "здоров'я ґрунту" "health of the soil") це відбиток його *стабільних властивостей*, утворених у процесі ґрунтоутворення та *динамічних властивостей*, які виникають у процесі його експлуатації. Перші із них дуже мало змі-

нюються або взагалі не змінюються у часі та за використання ґрунтового покриву, зокрема, в землеробстві [5-7]. Ці властивості ґрунту створюються протягом тисячоліть і, залежать од ґрунтотворних чинників: рельєфу, клімату, материнської породи, часу та біоти. Гранулометричний склад ґрунту, потужність окремих ґрунтових горизонтів, діапазон активної вологи, що може утримувати ґрунт є прикладами стабільних властивостей.

Динамічні властивості на відміну від стабільних властивостей змінюються напротязі відносно короткого часу. На них мають вплив різні управлінські процедури (удобрення, обробіток ґрунту, меліорація) у процесі різних форм використовування ґрунтів. До динамічних властивостей відносять вміст поживних макро- і мікроелементів, органічної речовини та біологічну активність, показники інфільтрації, стабільність макроагрегатів, реакцію ґрунтового розчину.

Американські вчені Doran, Parkin також стверджують, що дослідження якості ґрунтів, це - визначення точного і повного переліку *показників (індикаторів)*, від яких може залежати якість, такі показники повинні мати реакцію на різні процедури управління ґрунтом, а саме, на агрономічні та меліоративні [7]. “Здоров'я ґрунту” , як стверджується цілком можна оцінити по відношенню до кожного показника до стандартної чи еталонної умови, яка відображає “повну” або таку якість ґрунту яку планували у процесі використання. Еталонні умови можуть мати різні значення залежно від типу угідь як вказується у праці. Наприклад, для орних земель, еталонні параметри родючості можуть відрізнятися від еталонів, які вказані для пасовищ. Більше того, еталонні значення самих індикаторів ґрунтової родючості, як планових параметрів, повинні відображати не лише тип угідь, але і враховувати особливості культивування окремих сільськогосподарських культур. Таким чином, наприклад, що найкращі агрохімічні та хімічні властивості ґрунту будуть відрізнятися для різних сільськогосподарських рослин, тому як різним культурам потрібно різна кількість і асортимент поживних елементів.

Фахівцями США також відзначається, що такі індикатори можуть бути не лише кількісними показниками, але і якісними. Такі показники знову ж таки повинні досить добре відповідати зовнішнім, відповідно біоландшафтів, екологічним системними процесами і реагувати на теперішні зміни клімату. Вони підчеркують, що показники-індикатори "здоров'я ґрунту" мають бути обов'язковими компонентами наявних у США баз даних, що роблять опис про стан агроландшафтів конкретної території.

Згідно існуючих підходів в американському ґрунтознавстві якість ґрунту, впливає на саму якість навколишнього середовища, а саме, вказує на якість повітря і води. Прикладом може бути хімічний стан води в річках та озерах, стан гідрографічної мережі, вираховується інтенсивністю процесів водної ерозії. На думку американських авторів, якісне довкілля, має гарні економічні та соціальні наслідки, що також, стимулюватимуть розвиток агровиробництва. У цім сенсі якісні показники ґрунту впливають на агровиробництво не лише через непересічну долю ґрунту як засобу виробництва продукції, але і як головного чинника, що визначає об'ємний екологічний стан конкретної території, що має великі позитивні наслідки для аграрної галузі в економіці (рис. 1.4.).

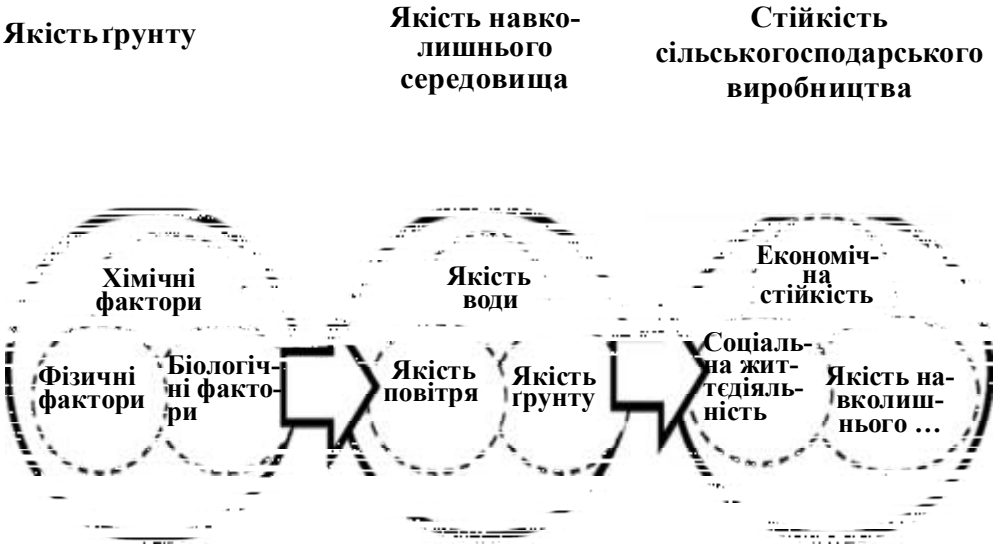


Рис. 1.4. Зв'язок між якістю ґрунту т а стійкістю сільськогосподарського виробництва [5].

У Сполучених штатах Америки виділяються три основні типи показників якості ґрунтів: *фізичні, хімічні та біологічні*. Але американські дослідники стверджують цей поділ вкрай умовним та наполягають робити аналіз якості грунтів інтегративаний. Численна кількість американських фахівців у цій галузі указують, що вимір якості ґрунтів по дуже конкретних індикаторах не постійно якісно описують усі функції ґрунтів. Зазвичай, використовуються індикатори, що приблизно конкретизовано описують тільки виробничу функцію (виробництво фуражу, харчових продуктів, сировини для промисловості, палив), тоді, як з описанням останніх функцій ґрунту, ситуація більш складніша. На неповний опис кожним показником певної ґрунтової функції показує саме побудова, так званих, "матриць індикаторів". А в інших випадках немає зв'язку між деякими функціями ґрунтів та величинами індикаторів (табл. 1.3.).

Таблиця 1.3. Ступінь висвітлення різних функцій ґрунту індикаторами якості ґрунтів

Індикатори із якості ґрунтів	Функції ґрунту				
	Збереження біологічного різноманіття, діяльності живих організмів та продуктивності	Регулювання поверхневого стоку води та розчинів	Забезпечення фільтрації, трансформації та детоксикації органічних та неорганічних речовин	Забезпечення функціонування природних циклів поживних речовин та вуглецю	Забезпечення середовища для функціонування кореневих систем рослин та різних конструкцій антропогенного походження
Уміст стабільних агрегатів	4	4	0	4	5
ДАВ	6	5	0	4	0
Щільність ґрунту	5	6	0	2	6
Чисельність дощових хробаків	6	0	6	6	6
Швидкість інфільтрації	0	4	2	0	0
Уміст лабільної гумусової речовини	6	6	6	6	6
Уміст азоту гумусу	6	0	0	6	0
Уміст "реактивного вуглецю"	4	2	6	4	4
Водотривкість агрегатів	2	5	0	0	0
Наявність ґрунтової кірки	0	5	0	0	0

Параметри електричної провідності ґрунту	0	6	0	0	0
Ферментативна активність ґрунту	6	0	0	6	0
Уміст ґрунтових нітратів	2	2	0	0	0
pH ґрунтового розчину	4	6	6	6	0
Показники дихання ґрунту	6	0	2	6	4
Уміст загального органічного вуглецю	3	3	2	2	4
Параметри ґрунтової структури та шпаруватості	6	6	6	6	6

Фізичні показники

Згідно з американськими джерелами до фізичних показників родючості відносяться дані, що стосуються аерації т а гідрологічного статусу ґрунту, наприклад, джерел надходження води у ґрунт, її вміст у певний час та утримання води у прикореневій зоні. Механічні властивості ґрунту опосередковано впливають на наявність поживних елементів на ріст рослин. Також надають інформацію фізичні властивості, пов'язану із властивістю ґрунту протидіяти вкрай екстремальним зовнішнім фізичним силам, таким як, руйнації агрегатів водними потоками. розбризкуванню ґрунту краплями дощу, що здійснює руйнацію агрегатів і ерозію ґрунту.

До фізичних показників часто використовуваних, для якісної оцінки ґрунту у США, американські вчені вносять [7]:

- діапазон активної вологи грунту;
- вміст стабільних агрегатів в грунті;
- параметри інфільтрації води в ґрунт;
- водотривкість ґрунтових агрегатів;
- щільність ґрунту ;
- загальні показники структури та мікроструктури ґрунту параметри ґрунтової кірки;

З переліку, що поданий вище, фізичні параметри якості ґрунтів погано відрізняються від тих, що знаходяться у вітчизняній літературі. Разом із тим,

є конкретні особливості у поясненні певних ґрунтових процесів, що визначають параметри фізичних показників якості ґрунтів.

Американські вчені визначають на рахунок *параметрів структури та мікроструктури* (Soil Structure & Macropores), те, що агрегація або склеювання частинок ґрунту відбувається за рахунок глинистих частинок [8]. Ця поверхня самої частинки глинистого мінералу має негативний заряд, і адсорбує катіони, що присутні в ґрунті: Ca^{2+} та Al^{3+}. Такі елементи, і зрештою гумус зв'язують ці глинисті часточки із утворенням малих проте стабільних ґрунтових агрегатів. У свою чергу, іони натрію (Na^{+}) можуть викликати диспергацію ґрунту. Через їхній відносно великі розміри і слабкий заряд, іони натрію є неефективні щодо склеювання глинистих часточок із утворенням мікроагрегатів. Завдяки періодичним процесам зволоження та висихання, а також танення та заморожування поверхні ґрунту трохи руйнують макро- та мікроагрегати.

Хоча фізичні фактори та фізико-хімічні і відіграють провідну роль у формуванні невеликих агрегатів у важких, глинистих ґрунтах, тоді як, важливим фактором є біологічні процеси для утворення великих агрегатів, таких як вказувалося і вони є у піщаних ґрунтах основним фактором агрегації. Провідні біологічні процеси, які визначають міцність агрегатів та розмір включають діяльність грибів та бактерій, дощових черв'яків які створюють і виділяють у ґрунт органічний клей та цемент. Також сприяють агрегації рослинні рештки, кореневі системи рослин, що при відмиранні та розкладанні виділяють органічні речовини, які склеюють часточки в мікроагретати. Така дія органічних клеїв, як зазвичай, довготривала, вони забезпечують довгострокову (до кількох років) стійкість грунтових агрегатів.

Таке ствердження, що органічна речовина є одним із основних чинників формування макроагрегатів, вказує на спроможність антропогенного управління таким процесом. Різноманітні прийоми технологічні матимуть сприятливе та несприятливе відношення на процес агрегації ґрунтів. Таким чином, довгостроковий обробіток ґрунту прискорює розклад органічних ре-

шток, запобігаючи їх накопиченню, і в результаті, зменшує агрегаційний ефект. Головними функціями системи землеробства, яка пов'язана із утворенням водотривкої структури ґрунту, це підтримка за рахунок добрив та поживних залишків високої біологічної продуктивності ґрунту, регуляція водно-поверхневого потоку, збереження поживних елементів, кругообігу [8].

Показник здатності ґрунтових агрегатів протистояти зовнішнім механічним силам, таким як водним та вітровим потокам - *вміст стабільних агрегатів* (Aggregate Stability). Мають місце на існування також оцінки умісту кількості стабільних агрегатів. За оцінками Kinyangi уміст таких агрегатів у 50-60% показує, що ґрунт має значно малу протиерозійну стійкість, 60-80% – середню, а більше 80% вказує на високу здатність ґрунтів протистояти руйнівній дії водних потоків [9].

Функцією грунту, залежну від гранулометричного складу називають *щільність ґрунту* (Bulk Density)- щільності мінералів, що складають тверду фазу ґрунту і вмісту органічної частини грунту. Зазвичай, значна частина гірських порід мають щільність 2,68 г/см^3, тому ґрунт середнього гранулометричного складу із пористістю грунту у 50 % матиме щільність 1,36 г/см^3 (табл.1.4.).

Таблиця 1.4. Зв'язок між щільністю грунту та умовами для розвитку кореневих систем залежно від гранулометричного складу*.

Гранулометричний склад	Найкраща щільність для росту та розвитку рослини, г/см³	Верхня межа, до якої спостерігається вплив щільності на розвиток кореневої системи рослини, г/см³	Верхня межа щільності, після якої погіршується розвиток кореневої системи рослини, г/см³
Пісок, глинистий пісок	<1,60	1,69	>1,80
Глинистий пісок, суглинок	<1,40	1,63	>1,80
Піщано-глинистий суглинок, глинистий суглинок	<1,40	1,60	>1,75
Мул та мулистий суглинок	<1,40	1,50	>1,75
Мулистий суглинок, мулистий глинистий суглинок	<1,40	1,55	>1,65
Пухка глина, піщана глина, глинистий суглинок	<1,10	1,49	>1,58
Глина (>45% глинистих часток)	<1,10	1,39	>1,47

*Не застосовується до червоно-глинистих грунтів і вулканічних попільних грунтів

Пористий, пухкий ґрунт, той, що має у своєму складі багато органічної речовини, матиме невисокі значення щільності. Щільність грунту збільшується із збільшенням глибини, тому, що зменшується уміст органічної речовини у нижніх шарах грунту.

Цикли “замороження – танення”, “зволоження – висушування” ґрунту як правило дуже мало впливають на зміну щільності ґрунту які відбуваються в ґрунтах. На щільність верхнього генетичного горизонту ґрунту, значно мають вплив антропогенні фактори-важка сільськогосподарська техніка для обробітку грунту, органічні добрива.

Служба охорони природних ресурсів Міністерства сільського господарства США пропонує такі кількісні критерії оцінки щільності ґрунту. Таблиця показує, що оптимальна щільність визначається як функція стану ко-

реневої системи рослин та умов їх розвитку залежно від механічного складу [10].

Максимальну кількість доступної вологи для рослини, яку може забезпечити ґрунт називають *Діапазоном активної вологи* (Available Water Capacity). Діапазон активної вологи (ДАВ) – це волога в межі між повною вологоємністю (field capacity) та вологістю в'янення (permanent wilting point), яка міститься у ґрунті. Це похідна від гранулометричного складу ґрунту. Легкі, піщані ґрунти мають невисоку ДАВ, тому. що вони легко дренуються. важкі, суглинкові ґрунти мають значно більшу кількість невеликих пір, які утримують вологу від вільного дренажу, що спонукає до відносно великих значень ДАВ. Впливають на загальну наявну ємність вологи відносна глибина кореневмісного шару і наявність шарів ґрунту, що не є придатними для проникнення там кореневих систем.

Гумус ґрунту підвищує його здатність зберігати воду поліпшуючи агрегованість структури ґрунту та утворюючи більш стабільні агрегати, що спонукає до збільшення як розмірів так і об'єму пор . Саме таке покращення якості ґрунту призводять до зростання ДАВ [11].

На думку американських вчених одним із найважливіших параметрів якості ґрунтів є його здатність утворювати кірку. Вона виникає після висушування ґрунту, після поливу чи дощу, коли контакт ґрунтового повітря з атмосферою припиняється, дрібні частинки ґрунту заповнюють порову поверхню, що має незадовільний вплив на корені рослин і мікробіологічну діяльність у грунтах. На самій поверхні утвореної кірки формуються калюжі, посилюється водна ерозія тому, що збільшується поверхневий стік.

Окрім чисто фізичних причин виникнення ґрунтової кірки, існувати можуть ще й фізико-хімічні причини, такі як за зрошення, високий уміст катіонів натрію в поливних водах. Натрій спонукає диспергацію структури ґрунту із утворенням кірок. Вкрай шкідливе утворення кірки на перших етапах вегетації культур, коли необхідно добитися потужних сходів сільськогосподарських рослин.

Хімічні показники

Згідно з американськими джерелами до хімічних показників якості ґрунтів, включають наступні:

- електропровідність грунту (це показник умісту водорозчинних солей, але у численних джерелах літератури він розглядатися як фізичний показник);
- уміст органічної речовини грунту (загальний її уміст і вміст окремих фракцій);
- вміст макро- (азоту, калій, фосфор,) і мікроелементів живлення рослин;
- кислотність ґрунтового розчину;
- вміст речовин-забрудників (радіоактивні сполуки, важкі метали;
- ємність поглинання ґрунтів.

Із наведеного вище переліку уваги заслуговує новий, порівняно з переліком в 2.3, параметр *електропровідності*. За американськими джерелами показником умісту кількості солей у ґрунті це є електропровідність ґрунту (Ele ctrical conductivity - EC). Зв'язок між ступенем засоленості ґрунтів та EC приведений в таблиці 1.5. [11]. Електропровідність опосередковано відображає вплив умісту легкорозчинних солей у грунті на придатність ґрунту для вирощування конкретних культур, урожайність сільськогосподарських культур; мікробіологічну активність ґрунту, уміст доступних для рослин елементів живлення. Мікробіологічна активність впливає на важливі ґрунтові процеси, такі як викиди парникових газів, у тому числі і оксиди азоту, метан і діоксид вуглецю. Вміст легкорозчинних, водорозчинних солей має змогу змінюватися в процесі зрошення, обробітку ґрунту, внесення добрив. Зазвичай, ґрунти, що містять велику кількість легкорозчинних солей зустрічаються у природних умовах в сухому і напівпустельному кліматі.

Таблиця 1.5. Залежність між ступенем засоленості ґрунтів та їх електропровідністю

Клас засоленості	Електропровідність, дсм/м*
Не засолені	0-2
Дуже слабкозасолені	2-4
Слабкозасолені	4-8
Середньозасолені	8-16
Сильнозасолені	Більше 16

*дсм/м – дециСіменси на м

Ефективним способом оцінки гранулометричного складу ґрунту може слугувати Визначення ЕС. Як указують численні дослідження фахівців США, за інших однакових умов, тим “важче” його гранулометричний складчим більша електропровідність.

У американських літературних джерелах велику увагу присвячено *органічній речовині ґрунту (ОРГ)* із усіх хімічних показників якості ґрунтів. Вона включає досить широкий спектр живих та не живих компонентів і є досить суттєвим атрибутом якості ґрунту через численну кількість функцій, які ОРГ або підтримує, або надає. Таким чином, ОРГ - це основне джерело азоту та вуглецю, що забезпечує стійкість агрегатів, мікробіологічну діяльність, оптимальну щільність ґрунту і т ін.. Дослідники і з США наголошують, що ОРГ має вплив на більшість функцій ґрунту, і її зменшення може призвести не лише до зниження родючості і біорізноманіття, але і якимось чином до втрати структури ґрунту, внаслідок чого буде погіршення аерації, знизиться його водоємність, зросте ризик ерозії та збільшиться щільність. Технології землеробства і практика управління, що призводить до накопичення ОРГ, допомагає у збільшенні поглинання вуглекислого газу із атмосфери, чим і зменшить можливе глобальне потепління клімату. Якщо підвищити здатність ґрунту до накопичування вологи, на думку американських вчених, ОРГ може відігравати велику роль у знешкодженні наслідків впливу на довкілля випадання надмірної кількості опадів, які є наслідком зміни клімату. Показники

ОРГ досить часто використовуються американськими дослідниками у довгострокових ґрунтових експериментальних оцінках виходячи саме із цієї думки, наслідків зміни клімату [12,13].

Лабільний гумус (так званий *"лабільний"* гумус) - важливий індикатором якості ґрунту, як вказують американські вчені, а не лише вміст загальної органічної речовини. З одного боку саме ця фракція органічної речовини, легко корегується антропогенною діяльністю, що може слугувати індикатором якості менеджменту усіх агротехнологій, а, з другого боку, досить чутливо реагує на зміну клімату. Відомо, що вміст лабільного гумусу за підвищення температури повітря та ґрунту [14,15].

Ступінь *кислотності чи лужність* ґрунтового розчину (pH ґрунтового розчину), як уважають американські дослідники, є важливим хімічним критерієм із якості ґрунтів та може визначатися чи то "спадковими" факторами, що пов'язані із чинниками ґрунтоутворення, чи бути результатом антропогенної діяльності – внесенням добрив різного ґатунку, поливами мінералізованими водами. Впливає pH ґрунту на хімічні, фізичні та біологічні властивості ґрунтів, а також на процеси розвитку і росту рослин. А саме, pH ґрунтового розчину впливає на рухомість та розчинність металів, а саме Fe, Al, Cu Mn та Zn, і на вміст поживних речовин, таких як вміст фосфору. Також він тримає чисельність мікроорганізмів під контролем (табл.7.). Наприклад, усі ґрунтові бактерії є дуже чутливими до низького pH, тоді як гриби на цей показник майже не реагують (табл. 1.6.). Оцінки американців щодо впливу pH ґрунтового розчину на ріст і розвиток сільськогосподарських рослин приведено у таблиці 1.7. [16].

Важливим хімічним критерієм якості ґрунтів є вміст *нітратів*, бо саме вони складають більшу частину мінерального азоту у ґрунті. Як вказують ґрунтознавці США, основним джерелом ґрунтового NO^{3-} є рослинні рештки, органічні і мінеральні добрива, азот атмосферний. У добре зораних ґрунтах, амоній (NH^{4+}) і аміак (NH^{3}) переробляють в NO^{3-} під впливом специфічних популяції аеробних бактерій. и знаємо цей процес як нітрифікація.

Таблиця 1.6. Вплив pH ґрунтового розчину на ґрунтові мікрофаги

Мікроорганізми	Діапазон активних значень	Оптимальні величини pH
Гриби	2-7	5
Бактерії	5-9	4
Актиноміцети	6,5-9,0	8
Найпростіші	5-9	>8
Синьо-зелені водорості	2-9	>8

Таблиця 1.7. Дія кислотності ґрунтового середовища на сільськогосподарські рослини.

Культура	Значення pH				
	4,7	6,0	6,7	6,8	7,6
Пшениця	68	78	88	100	88
Кукурудза	34	73	83	100	86
Овес	77	83	88	88	100
Соя	66	78	80	100	100
Люцерна	2	8	42	100	100
Ячмінь	0	23	80	86	100
Тимофіївка	31	47	66	100	86

Так як органічна речовина в ґрунті є основним джерелом NO^{3-}, а нітрифікація може тісно відображати присутність аеробних мікроорганізмів, що розмножуються із наявністю органічної речовини, то досить суттєвим чинником процесу нітрифікації є оптимальне співвідношення C до N рослинних залишків, гумусу і органічних добрив. Із високим вмістом співвідношення C:N (>24) із органічної речовини сповільнюється вивільнення NO^{3-}, тому як мікроорганізми по-перше іммобілізують усі доступні нітрати із ґрунту для

свого росту та розвитку. Це і є причиною затримання розкладання органічної речовини і пов'язану із цим процесом процедуру нітрифікації [17].

Якщо попереднє співвідношення зменшується, то тоді процес нітрифікації значно пришвидшується. Але потрібно враховувати, що нітрифікація може призвести до процесу підкислення ґрунту іонами водню (H^+), які виділяються під час такого процесу. Окрім того ж аніони азотної кислоти досить легко транспортуються підземним і поверхневим током та спонукають забруднення водойм та процес евтрофікації.

Денітрифікація відбувається при анаеробних умовах, таких як у перезволожених заболочених ґрунтах. Це зовсім інший вид біологічного перетворення азоту в ґрунті - денітрифікація, а саме трансформацією NO^- в оксид азоту (N_2O), діоксид азоту (NO_2) та атмосферний азот (N_2). Коли нітрифікуючі бактерії є дуже активними у зовнішніх частинах ґрунтових агрегатів за гарної аерації ґрунтів - денітрифікація усе ж таки може виникати у анаеробних умовах в самих агрегатах. Цей процес призводить до втрати азоту із ґрунту спонукає утворенню деяких форм проміжного газоподібного азоту (наприклад, N_2O), що є шкідливий для довкілля [17].

Біологічні показник и грунту

Численна кількість живих організмів грунту міститься у верхньому шарі. Вони грають провідну роль в утворенні ґрунтових агрегатів, розкладанні органічної речовини, глобальних циклах біогенних елементів, деградації різноманітних забрудників грунтів. Також живі організми дають зрозуміти про стан живої складової ґрунту. Як і фізичні та хімічні показники, біологічні прямо впливають на функції ґрунтів і можуть впливати на оцінку його якості у поряд із можливостями реалізувати такі функції. Це вкрай динамічні властивості ґрунту, які дуже чутливі до самих умов землекористування, минучих природних змін і хімічних забрудників. згідно американських оцінок, біологічні показники- це найбільш інформативні параметри щодо функції ґрунту. По-перше - це пов'язано із особливістю пластичні ґрунтової біоти, що швидко пристосовується під змінні, зовнішні поряд із ґрунтом,

природні і антропогенні впливи. Якщо фізичні і хімічні показники якості ґрунту у часі реагують із певним запізненням на зовнішні антропогенні і природні процеси, то показники біологічні якості показують на самі зміни у ґрунті в теперішньому часі.

За американськими джерелами результати прямих спостережень за чисельністю деяких видів організмів відносяться до біологічних показників якості ґрунтів, які показують на здатність ґрунту функціонувати за конкретного режиму, або на здатність після екстремальних зовнішніх природних або антропогенних впливів швидко повертатися до нормального режиму.

Проте, використання лише одного біологічного виду для індикації не дає великої впевненості у вірності висновків (тут є "правило зміни середовища існування" і, в наслідку - зміна екологічних характеристик виду). Краще досліджувати саме ті властивості ґрунту, що є результатом діяльності певних груп живих істот, що містяться у ґрунті уважають американські дослідники. Тільки у цьому випадку можна зробити висновки про якісні показники власне у біологічному сенсі. Пропонуються у науковій літературі США такі біологічні індикатори якості ґрунтів:

- чисельність дощових черв'яків;
- ферментативна активність ґрунтів;
- уміст "грубої" фракції органічних речовин;
- інтенсивність дихання;
- уміст загального органічного вуглецю.

Цей перелік не є повним та остаточним як зазнається. Автори Pankhurst at al, 1997 вказують на більш ніж десять показників, причому вони розрізнюють поняття "якість ґрунту" та "здоров'я ґрунту" [18]. Індикаторами "здоров'я ґрунту", вираховують в контексті екосистемної та загальноекологічної функції ґрунту, а показники "якості ґрунту" тільки як параметри ґрунтової *родючості*, а саме - реалізації тільки виробничої функції.

Земляні (або *дощові*) *черв'яки* (Earth worm) мають вплив на ґрунт трьома способами. Перше - вони прокладають в землі свої ходи, які можуть

досягати восьми метрової глибини, і в конкретних умовах на 1 м^2 поверхні ґрунту може бути по кілька кілометрів аналогічних ходів, що полегшують проникнення повітря і води до кореневих систем, зменшуючи загальну щільність ґрунту, що покращує розвито к рослин та мікробіологічну діяльність. Друге - дощові черв'яки дещо перемішують різні шари ґрунту, виносять на верх землю із нижніх шарів і затягують рештки рослин в глибокі, тим самим посилюючи гуміфікацію.

Третє, через травний тракт черв'яків що пройшла, ґрунтова маса, значно збагачується поживними і біологічно активними речовинами. Чисельність земляних черв'яків у певному обсязі ґрунту є ефективним показником якості ґрунтів. Разом з тим, на чисельність черв'яків значно впливає вологість ґрунтів, аерація і температура грунті. Саме тому оцінюючи якість ґрунтів через чисельність дощових червів потрібно враховувати вологість та температуру ґрунту у час визначення їхньої чисельності, також присутність і кількість рослинних решток на поверхні ґрунту, які тримають сприятливий для червів рівень вологості і температури ґрунту та забезпечують їх живлення. Технологія "no-till" та інші "консервуючі" технології з обробітку ґрунту вважають створюють ідеальних умов для розмноження дощових черв'яків які пов'язані із утворенням шару рослинних решток на поверхні [19].

Soil Enzymes - *Ферменти* – це біологічні каталізатори білкової природи, що відіграють важливу функцію у обміні речовин, регулюванням біологічних процесів. Вони грають також провідну роль у мінералізації рослинних залишків, і мають прямий вплив на живлення рослин. Бурхливий розвиток мікробіологічних і ферментативних процесів з іншого боку, у ґрунті може привести до вкрай швидкої мінералізації органічної речовини у т.ч. гумусу, а тому, до швидкого втрачання азоту та інших поживних елементів. Ферменти синтезуються вищими рослинами, мікрофлорою і надходять у ґрунт із їх продуктами метаболізму, після відмирання мікробних клітин та рослинних залишків. У зв'язку із цим, джерелом ферментів є уся сукупність живих організмів, і загальна активність ферментів вказує на інтенсивність та на-

прям біохімічних процесів у ґрунті і може слугувати індикатором стану біоти [20].

Particulate Organic Matter - *“Груба” фракція органічної речовини (ГФОР*) – це та фракція гумусу, що найшвидше розкладається та містить детрит, мертву мікробну біомасу і легкі фракції вуглецю. Її розміри коливаються від 2 мм до 0,059 мм [21].

На деяких ґрунтах Східної Канади і США. як показали дослідження, її вміст сягає до 20 % від загальної маси органічної речовини. Це дуже біологічно та хімічно активна речовина і є часткою лабільного (того, що легко розкладається) пулу органічної речовини. ГФОР - це джерело енергії для ґрунтових мікроорганізмів, і джерело мінеральних сполук для рослин і одним з видів клею, що утворюють мікроагрегати в ґрунті. При оцінці ефективності його використання ГФОР уважають високочутливим індикатором екологічної якості ґрунтів, для контролю змін у напрямках і інтенсивності потоків С у біосфері. Уміст ГФОР в ґрунті залежить від застосування (або не застосування) органічних добрив, структури сівозмін, кількості рослинних залишків, які потрапляють щороку в ґрунти, технологій обробітку ґрунту.

Визначення кількісних параметрів, які характеризують ГФОР, за американськими джерелами [21], необхідне для здійснення ефективного управління рішень, особливо тих, що пов’язані із прогресуючими глобальними екологічними кризами (змінами клімату, деградацією родючих земель).

Total Organic Carbon – з*агальний органічний вуглець* (ЗОВ)- складається із кількох фракцій: з вуглецю «грубої фракції органічної речовини» (ГФОР), яка містить детрит, із вуглецю рослинних залишків, розміром > 2 мм, мертву мікробну біомасу і легкі фракції вуглецю із розміром від 2 - 0,06 мм, з вуглецю гумусу, вуглецю живої масу ґрунтових мікроорганізмів різного розміру міститься у часточках менш ніж 0,0056 мм.

Більшість аналітичних методів визначення не розрізняють розкладені і не розкладені органічні рештки, загальний органічний вуглець – це гетеро-

генний, динамічний показник, який залежить від співвідношення компонентів, становлять ЗОВ. Умісту вуглецю у кожному компоненті і швидкості розкладання такого компоненту. Перші три фракції - найбільш активні складові ЗОВ, вуглець їх оновлюється у такі терміни: від 3 до 100 років. Вуглець гумусу може повністю оновитися за кілька тисяч років. ЗОВ може забезпечити чисельну кількість функцій ґрунту. Для мікроорганізмів і ґрунтових тварин це джерело енергії, і джерело поживних елементів для рослин.

Тверді органічні залишки підвищують агрегатну стійкість, аерацію ґрунту та інфільтрацію води. ЗОВ зумовлюють високу ємність поглинання і буферні властивості ґрунтів. ЗОВ також фіксують у ґрунтах та припиняють міграцію у ландшафті речовини, що забруднюють довкілля (важкі метали та радіонукліди). Уміст ЗОВ у ґрунті пов'язаний із значними екологічними проблемами, що виникають за межами агроландшафтів. А саме, коли у процесі ерозії ґрунти, що містять чисельну кількість ЗОВ, попадає у водні об'єкти, то це призводить до зміни якісних показників води і евтрофікації озер і річок. У слабко осушених ґрунтах незавершена мінералізація ЗОВ може привести до утворення метану, - парникового газу.

Накопичування ЗОВ у ґрунті вказує на те, що вуглець і другі поживні елементи на перспективу можуть бути доступними для сільськогосподарських культур і зберігаються у проміжному органічному стані. Існують системи землеробства, що підвищують рівень ЗОВ у ґрунті – "консервуючі" системи обробітку грунту, застосування органічних добрив, сівозміни з багаторічними, бобовими культурами та із однорічними травами [18].

Індикатор якості ґрунтів, а саме, "вміст загального органічного вуглецю у ґрунті" за суттю нагрузки за багатьма а критеріями дублює аспект "вміст органічної речовини ґрунту", який, як вказано раніше, було віднесено до хімічних показників якості ґрунтів.

Soil Respiration - *дихання ґрунту* – це виділення вуглекислого газу CO_2 із поверхні ґрунту. Аеробне мікробне розкладання органічної речовини ґрунту є джерелом CO_2 для отримання енергії за для їхнього росту і функціону-

вання (“мікробне” дихання), розчинення карбонатів у ґрунтовому розчині, дихання кореневих систем рослин. Але у Pankhurst - американського автора - дихання ґрунту визначається як показник тільки біологічної активності ґрунтів [18].

Незначні показники дихання ґрунтів можуть показувати чи то невисокий уміст ЗОВ у ґрунті, чи то неоптимальні властивості ґрунтів, що не вливають диханню рослин – низьку температуру, погану аерацію відсутність вологи у ґрунті. Не досить повна мінералізація органічної речовини ґрунтів та невисокі показники емісії CO_2 досить часто зустрічаються у перенасичених вологою чи то повністю затоплених ґрунтах, унаслідок чого натомість CO_2 утворюються сполуки, що шкідливі для коренів рослин (метан). У цих анаеробних середовищах, як правило, відбувається випаровування окису сірки та денітрифікація, що спонукає викидання парникових газів та складових кислотних опадів. Автоматично посилюють ґрунтове дихання усі технологічні операції, що використовуються за вирощування сільськогосподарських культур, які приводять до збільшення вмісту ЗОВ (сівозміни з бобовими культурами «консервуючі» системи землеробства, та травами, застосування органічних добрив) [18].

1.3.2. Визначення якості та моніторингу ґрунтів у країнах ЄС

Аналізування робіт європейських дослідників показує, що вони з їхніми американськими колегами мають спільне розуміння концепції якості ґрунтів [22]. За розробки і публікації головного документа у галузі використання ґрунтів “Тематичної стратегії захисту ґрунтів Європейського Союзу” було визначено критерії якості ґрунтів для Європейської території. Групи дослідників, що розробляли таку Стратегію готували наукові основи використання ґрунтів у Європі і підходи щодо визначення параметрів якості ґрунту,

пов'язаних з *функціями ґрунту* запропонували. Авторами – дослідниками «Тематичної стратегії» було визначено основні сім функції ґрунту, таких як:

- створення середовища за для проживання та зберігання генофонду живих організмів;
- створення фізичного і культурного середовища для людства;
- виробництво продуктів харчування і інших видів біомаси;
- джерело сировини і різних інших матеріали;
- ємність для утримання біосферних запасів вуглецю;
- зберігання, фільтрування і перетворення різних речовин і їх розчинів;
- сховище для геолого- археологічної успадкування.

Більшість із цих функцій є взаємозалежними, як зазначається, тому розвиток деяких із них (наприклад, функції фізичного середовища для людства, функції ґрунту як джерела сировини,) може значити погіршення здатності ґрунтів виконувати інші такі функції.

Для сталого розвитку ґрунтів (для повного використання усіх функцій ґрунту) Тематична стратегія захисту ґрунтів підкреслює, що треба щоб вони були захищені від деградаційних процесів. Було визначено основні загрози європейським ґрунтам це:

- ерозія ґрунту;
- зменшення вмісту органічної речовини;
- переущільнення;
- засолення та забруднення важкими металами;
- зсуви;
- підкислення ґрунтового розчину.

У цім документі зазнається те, що деградація змінює функціональні спроможності ґрунтів, тому оцінка їхньої якості повинна бути взаємопов'язана із оцінкою якості наявного землекористування. Оцінка землекористування, у свою чергу, повинна включати оцінку трансформації певного

ґрунту за впливу землекористування у часі і просторі та сформована на системних засадах, разом із оцінкою змін окремих параметрів якості ґрунтів [23].

Вченими Європи визначається, що під поняттям “якість ґрунту” мається на увазі його здатність забезпечувати повне функціонування природних та антропогенних екосистем і завдяки можливостям виконувати свої функції за мінливих зовнішніх впливах задовольняти соціальні послуги [23]. Термін якості ґрунтів, який фігурує у цій дефініції, підкреслює соціальні і екосистемні функції ґрунтів. Поняття якості ґрунту також визначається, що як правило, має бути порівнювальне із конкретним еталоном та, із іншої сторони - може змінюватися у просторі і у часі, тому оцінювальник повинен відповідно до її мети враховувати умови оцінки.

Разом із тим зазначається, що оцінка якості ґрунтів унеможливлюється тим, що ґрунт є неоднорідним джерелом, для якого досить важко установити однозначний еталон чи однозначні стандарти якості. Із цієї причини існують різні схеми оцінки ґрунту, що базуються на різноманітних методиках та обсягах вихідних даних. До сьогодні, жодна із них не може задовольнити одночасну оцінку усіх функцій. Стає важливим завданням вибору відповідної процедури оцінки ґрунту, тому, що за допомогою такої операції відбувається зв’язок поміж певними ґрунтовими процесами і нашим розумінням їх значення у контексті функцій ґрунтів, які оцінюються [23].

За останні десятиріччя в країнах ЄС було розроблено систему моніторингу параметрів (індикаторів), що характеризують його якість. Основою для оцінювання якості ґрунтів на континентальному рівні була трьох етапна процедура, у якій на початку оцінювалося здатність конкретного ґрунту виконати обрану функцію. На далі визначалися існуючі загрози деградаційного характеру щодо розглянутої ґрунтової функції. В кінці оцінювалося здатність ґрунту виконувати обрану таку функцію на різних рівнях тих, що були виявлені на другому етапі зовнішнього впливу загроз. Такі підходи демонструють, що у разі експертизи визначається чутливість ґрунту як природного ті-

ла до різних загроз існування. Тому потрібно встановити функціональну здатність ґрунту (кількість функцій, що може виконувати ґрунт), також реакції ґрунту на різні рівні впливу природних та антропогенних загроз, аби визначити якість даного типу ґрунту у контексті стійкості до різних можливих деградаційних впливів. Потребує характеристики ґрунту та загрози ґрунту у кожній досліджуваній території розробка цієї системи детальної інформації про типи ґрунтів.

Створення комплексної інформаційної системи ґрунтів у Європі чином розробки і випробування інтегрованого і оперативного набору показників було загальноєвропейською спробою визначення системи індикаторів якості ґрунтів. Така система включала межі значення показників та базовий рівень основних процесів деградації ґрунтів, які визначені у Європейській тематичній стратегії. За для кожного процесу деградації у 290 показників були відібрані по три параметри із початкової бази. Чимало із них були практично виміряними значеннями, а другі оцінюються із допомогою моделювання чи розрахунків. за такими критеріями були обрані експертами ці індикатори [23]:

- придатність для використання у загальноєвропейському контексті;
- відповідність для оцінки інтенсивності кожного виду деградації;
- легкість застосування;

Одночасно визначається, що як правило у майбутньому, потрібно буде розробляти більш детальнішу систему індикаторів поодинці для різних областей у Європі через тільки різноманіття типів ґрунтів у Європейському Союзі і велика мінливість умов землекористування та навколишнього середовища, таких, що пов’язані зі зміною клімату (табл.1.8.).

Таблиця 1.8. Індикатори якості в залежності від виду деградації ґрунтів

Вид нагрузки (воздействия)	Технический параметр	Ед. измерения	Базовый уровень	Технический уровень
Требования надежности и безопасности продукции	Вместо [illegible]	[illegible]	Максимальный фактический уровень	Выполнение требований нормативных документов
	Основной показатель	[illegible]	Среднерыночный показатель базовых	Выполнение на расчетном уровне
	Соответствие изделия требованиям нормативных документов	[illegible]	Максимальный фактический уровень	Выполнение требований нормативных документов
	[illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
Экономия	Суммарный профиль	[illegible]	Электропроводность (ЕП) [illegible]	[illegible]
	Вместо объемного [illegible]	[illegible]	Меньше нормы [illegible]	Больше нормы [illegible]
	[illegible]	[illegible]	Зависимость от конкретного проекта	[illegible]
	Прочность при нормируемых воздействиях	[illegible]	Зависимость от конкретного проекта	Прочность при нормируемых воздействиях [illegible]
Гарантии	Гарантия на конструкцию	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	Срок гарантии	[illegible]	В зависимости от конкретного состава проекта	Стойкость до предупреждения [illegible]
	Полезная [illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	[illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	Удобство [illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	Сила [illegible]	[illegible]	Выгодно [illegible]	[illegible]
Технологические и дизайнерские решения проекта	Вместо [illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	Вместо [illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	Вместо [illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	[illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	[illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	[illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
Эксплуатационные	[illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	[illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	[illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	[illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	[illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	[illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
	[illegible]	[illegible]	По заказчику	По заказчику
Цена (затраты, потери, прибыль)	Производительность проекта	[illegible]	Цена [illegible] при обработке проекта	Цена [illegible] при обработке проекта
			Сварка [illegible] [illegible] на рубеж Сварка [illegible] [illegible] на рубеж	Сварка [illegible] [illegible] на рубеж Сварка [illegible] [illegible] на рубеж
			Затраты [illegible] [illegible] на рубеж [illegible] [illegible] на рубеж	Затраты [illegible] [illegible] на рубеж [illegible] [illegible] на рубеж
	Эксплуатационные расходы	[illegible]	Больше [illegible] на рубеж	Больше [illegible] на рубеж
Экологические показатели	[illegible]			

У таблиці наведені узагальнені результати, що виконані групою європейських фахівців які вказують на переліки показників якості залежно од видів деградації ґрунту.

Створення мережі моніторингу було метою складання цього списку показників, в якій зміни в шарі 0-30 см характеристик ґрунту повинні будуть просторовій базі даних для всієї Європи періодично визначатися та накопичуватися у [23].

Національна система оцінювання якості земель Великобританії

У Великобританії ідентифікація і розробка переліку національних індикаторів якості ґрунтів почалася тільки у новому столітті [24]. Проте, вже тепер існує стала система показників, що базуються на визначенні основних функцій ґрунтів. Британські вчені вважали найважливішими функціями функції підтримки біорізноманіття, взаємодії ґрунту із довкіллям, створення базису для будівництва, виробництва харчових продуктів та волокон, забезпечення промислового виробництва сировиною і охорони культурної спадщини.

На першому параметрі було визначено 67 потенційних показників для усіх функцій, що було ідентифіковано і потім класифіковано на основі цих функцій.

Із трьох основних груп складалась первинна класифікація показників якості:

- для яких існували визначені дані і певний досвід інтерпретації;
- для яких було мало даних, проте вони можуть бути інтерпретовані і використані у оцінці ґрунтів;
- для яких даних дуже недостатньо та потрібно проводити спеціальні дослідження для їх отримання.

Окремі дослідження були проведені для ідентифікації індикаторів останньої групи. Отож, із 67 ідентифікованих потенційних показників були виділені обмежену кількість індикаторів, що стосуються тільки взаємодії ґрунту із довкіллям і впливу на продуктивність агроландшафтів. До того ж

було відзначено, що продуктивність ґрунтів забезпечується зазвичай хімічними параметрами ґрунту. Такі показники було класифіковано на біологічні, хімічні та фізичні категорії.

До групи індикаторів *хімічної* британськими дослідниками були віднесені: pH верхнього шару ґрунту; уміст органічного вуглецю; адсорбційна здатність аніонів у верхньому шарі ґрунту; ємність поглинання катіонів (у шарі ґрунту в 1 м); уміст хімічних елементів (зокрема, важких металів) та органічних сполук, ступінь насиченості основами ґрунтово-поглинального комплексу.

До індикаторів *біологічної* групи було віднесено показники: загальна біомаса ґрунту; уміст вуглецю мікробної біомаси; заснований на ДНК індекс мікробного розмаїття та ферментативна активність ґрунту біологічний бал.

До *показників фізичних* було віднесено такі параметри: інтегрований показник аерації в метрової товщі ґрунту; стан поверхні ґрунту; інтенсивність прояву ерозії; вміст воднодиспергованої глини; уміст стабільних агрегатів; щільність ґрунту; фільтраційна здатність ґрунту; верхня межа пластичності ґрунту до глибини 1 м.

У остаточному звіті із оцінки якості британських ґрунтів, враховуючи існуючу інформацію, дослідниками для аналізу було взято лише 11 показників, для яких були визначені діапазони значень або конкретні значення (так звані “тригери” – triggers), що представляють рівень придатності ґрунту для певного використання. Це такі тригери:

- значення водного pH;
- вміст органічно ї речовини або органічного вуглецю;
- вміст загального азоту;
- вміст фосфору (за методом Олсона);
- вміст стабільних агрегатів;
- вміст важких металів;
- здатність до дренування;
- щільність;

- вміст азоту, який легко мінералізується;
- вміст речовин органічного походження, що забруднюють ґрунт;
- показники шпаруватості ґрунту.

Вибір цих одинадцяти параметрів на думку авторів, що не є вичерпними і вони можуть бути змінені в майбутньому [25].

Одночасно, пов'язаний з одною або кількома функціями ґрунту кожен із приведених вище індикаторів, та має реакцію на зовнішні зміни антропогенного чи природного характеру, звичайно, має "тригерні" значення, які пов'язані із типом ґрунту і технікою використанням грунтів.

Він спирався на існуючу лабораторну базу і сталі методики визначення властивостей ґрунтів в процедурі визначення цього переліку. Приведені показники на думку авторів могли бути легко інтерпретовані у національну систему моніторингу довкілля.

Система оцінки якості ґрунтів у Франції

Поняття якості ґрунту на думку французьких авторів не має однозначного визначення [26]. Вони вказують, що якість ґрунту залежить від можливостей конкретних ґрунтів виконувати свої виробничі та екосистемні функції. Виробничі функції пов'язані не лише із забезпеченням рослин поживними елементами і водою, але і зі сприятливими фізичними властивостями для сільськогосподарських рослин, що дозволяють зберігати воду, ріст коренів та забезпечувати необхідну аерацію [26]. Їх здатність адаптуватися до сучасних змін клімату є важливим критерієм якості ґрунтів.

У Франції, зараз, у рамках проекту "Reseaude Mesuresdela Qualitedes Sols" (Мережа моніторингу якості ґрунтів), було створено систему моніторингу показників якості ґрунтів. Виділено у різних частинах країни 1650 моніторингових ділянок і з 2008 року почалося створення постійних баз даних з картування результатів та систематичне спостереження [27].

У французькій національній системі спостережень за показниками ґрунтів фігурують наступні *агрономічні параметри*:

- pH водного розчину;
- гранулометричний склад ґрунту;
- вміст марко- та мікроелементів живлення (азот, фосфор, калій, бор, мідь тощо);
- вміст органічного вуглецю.

До *критеріїв екологічних*, що визначаються французькими вченими як показники якості ґрунтів, було віднесено:

- вміст важких металів (Cd, Cr, Cu, Co, Mo, Zn, Ni, Pb);
- вміст деяких груп патогенних мікроорганізмів;
- вміст стійких органічних забруднювачів (таких як пестицидів та діоксинів).

Те, що стосується переліку *біологічних критеріїв*, то слід відмітити, що для процедур оцінки якості ґрунтів французькі фахівці віднесли у системі національного моніторингу оцінки чисельності окремих груп бактерій та грибів, а також кількість представників ґрунтової фауни (нематод, дощових хробаків).

На протязі останнього десятиліття спостереження за цими показниками дозволила зробити висновки:

У сільськогосподарських ґрунтах Франції не знайдено зменшення умісту калію та фосфору, що говорить про певні переваги, що досягнуті в управлінні родючістю ґрунтів внаслідок внесення органічних та мінеральних добрив, і зростання умісту їх через прискорене вивітрювання мінералів у деяких ґрунтах за рахунок природних джерел постачання. Таким чином, дослідження показали, що є ґрунти із порівняно низьким рівнем фосфору. Показується і недостача мікроелементів живлення, уміст їх у ґрунті може не відповідати вимогам сільськогосподарських рослин.

Разом з тим, виявлена за умов екстремальних кліматичних змін висока здатність ґрунтів Франції до запливання, що супроводжуються збільшенням кількості опадів. До певної “герметизації” ґрунтів призводить запливання поверхні, яка негативно впливає на їхні біологічні параметри якості. Також,

надлишкові опади прискорюють поширення “бокового” та внутрішнього ґрунтового стоку і винесення поживних елементів у гідрологічну мережу. Емісія таких сполук у річки і озера поряд з боковим стоком та водночас із поверхневою ерозією – це головна причина евтрофікації водойм.

Обсервація у французьких ґрунтах за вмістом органічного вуглецю показує, що зростання його може пом’якшити результати зміни клімату наслідком збільшення концентрації вуглекислого газу в повітрі. Значні запаси вуглецю органічного походження містять грунти континентальної Франції місять, що оцінюються в 3,2 мільярдів тон у верхніх 30 сантиметрів ґрунту. Одночасно, моніторинг якісних показників ґрунтів показав, що у Бретань, Гасконь, Піренейське передгір’я та деяких інших сільськогосподарських регіонах його запас поетапно зменшується тому, що відбувалися зміни протягом останніх декількох десятиліть у технологіях використання ґрунтів. Запаси ґрунтового вуглецю в інших частинах Франції трохи стабілізувалися, або навіть дещо зросли.

Головним агентом, що впливає на зростання вмісту органічного вуглецю в ґрунтах, є зміна цільового використання земель, а саме, замість земель сільськогосподарського використання збільшуються площі під лісовими насадженнями. Державний потенціал додаткового зберігання органічного вуглецю за рахунок поступового збільшення площ лісів у ґрунті призведе, за дослідженнями французьких вчених, до накопиченню щорічно від 1 до 3 мільйонів тон вуглецю на протязі майбутніх 20 років [27].

Вагомим наслідком створення цілої мережі моніторингу RMQS є прийняття вивчення саме біорізноманіття ґрунтових мікроорганізмів (приблизно 10 мільярдів особин на грам ґр.), що відповідає до кінця невідомий, але вагомий генетичний пул. Описання такого біорізноманіття, як указують французькі автори, є основним досягненням у контексті освоєння екологічної функції ґрунту. Учені звертають увагу на значну чисельність мікробного біорізноманіття, що залежало від текстури ґрунту, вмісту органічного вуглецю, його pH, і існуючої практики землеробства. Французькі дослідника вка-

зують, що є певний зв'язок між усіма функціями ґрунту кількістю і різноманіттям мікробних спільнот. такий зв'язок, як вказується, може бути головним перспективним напрямком майбутніх досліджень [27].

Оцінка якості ґрунтів у інших країни Європейського Союзу

Вивчення робіт європейських вчених про якість ґрунтів вказує, що як вважають багато авторів показники якості ґрунту повинні бути дуже конкретними і визначатися із точки зору екологічного, економічного і соціального розвитку певного регіону і враховувати такі властивості ґрунту, що можуть реагувати на зміни динамічні в агроекосистемах [28].

Головною вимогою до показників якості ґрунтів є їхня чутливість до швидкоминучих змін ґрунтових властивостей за дії окремих технологій вирощування сільськогосподарських культур і змін параметрів навколишнього середовища, таких як, змін клімату. Головними вимогами до індикаторів якості ґрунтів, які пов'язані із ідентифікацією проміжків часу, за який спостерігається реакція ґрунту на конкретні зміни: вони повинні бути якомога коротшими, з причини виникнення кризової ситуації у разі загрози втрат якості ґрунтів які не можна буде повернути, то потрібно дуже швидко прийняти стабілізуючі управлінські дії для агроекосистем. Також, показники повинні бути доступними із точки зору технологій їх вимірювання та суттєвими для широкого кола різнопланових фахівців: я к науковців, виробників сільськогосподарської продукції, фахівців у галузі охорони довкілля, політиків [29].

Одночасно, вони для вимірювання повинні бути простими, охоплювати найбільш розповсюджені типи ґрунтів, а їхній перелік треба щоб залежав від можливостей реалізації функцій ґрунту. Показники якісного стану ґрунту повинні відображати за рахунок утримання води і поживних речовин, усунення або повної детоксикації органічних і неорганічних забруднювачів його здатність забезпечувати життєдіяльність живих організмів та окрему продуктивність культурних рослин.

У разі, коли показники якості ґрунту потребують характеризування його здатності до виробництва певної біомаси сільськогосподарських культур високої якості, тоді велика кількість науковців схиляються до стандартного набору *фізичних і хімічних показників* – умісту органічної речовини, важких металів та радіонуклідів, поживних елементів, солей, значення pH ґрунтового розчину, щільності, параметри інфільтрації, шпаруватості ґрунту [28,29]. Певною новизною характеризується думка іспанських дослідників, які вказують, що якість ґрунту повинна корелювати не лише зі станом довкілля, якістю і кількістю сільськогосподарської продукції, а й із *показниками здоров'я людей*, що проживають на цій території, де оцінюється якість ґрунту [30].

Одностайної думки немає того, що стосується *біологічних показників якості ґрунтів*. Через біологічні показники до оцінки якості ґрунту долучаються "*прямі" індикатори*, що вказують на чисельність мікро- і макроорганізмів, а саме, чисельність популяції дощових хробаків, термітів, нематод, мурах. Включають до біологічних показників якісні і кількісні параметри мікробної ґрунтової біомаси, актиноміцетів, грибів, та лишайників. Водночас долучають *"непрямі" показники* до біологічних показників якості ґрунту, які є наслідком діяльності живих істот у ґрунті, а саме, так зване "дихання" ґрунту, пов'язаною з розкладанням органічних речовин у ґрунті, і який є непрямим вимірюванням мікробної активності.

До зовсім інших непрямих біологічних показників належать хімічні сполуки чи продукти метаболізму організмів, а саме ферменти, що пов'язані із специфічними функціями ґрунту, зокрема, таких як сірки, мінералізація органічного азоту та фосфору. Дослідження ферментативної активності ґрунту слугує потенційно важливим показником якості не лише ґрунту, але і екосистем взагалом. Він є "біологічним відбитком пальців" минулого управління ґрунтом, також досить чутливий до управлінських дій, а саме, трансформації структури посівних та впровадження нових технологій обробітку ґрунту [28,29].

В умовах іспанського Середземномор'я така спроба використання американських технологій визначення комплексного якості ґрунтів показала, що система SMAF у цих умовах специфічних технологій обробітку ґрунту і зрошення, потребує повторного калібрування [30].

Оцінка якості ґрунтів в країнах Світу

Головні показники якості ґрунтів як вміст органічного вуглецю і загального азоту, щільність, кількість азоту, що легко мінералізуються, мікробна маса ґрунту і ферментативна активність у працях Gregorich at Biederbeck вказано, що вони прямо пов'язані з органічною речовиною ґрунту [32,33]. Вказується, що індикатори, що характеризують органічну речовину ґрунту, добре відзиваються на зміни в технологіях обробітку, сівозмінах і можуть бути використані у дослідженнях, що присвячені міграції вуглецю в агроландшафтах.

Канадські вчені у своїх працях указують, що оцінювання критеріїв якості ґрунтів є потрібною процедурою за планування найліпших стратегій їх агровикористання. Хороший ґрунт повинен мати найліпшу утримання та забезпечення рослин водою та поживними речовинами придатність до поглинання. За американськими вченими визначається, що є потреба з широкого спектру хімічних, фізичних і біологічних властивостей ґрунту, що можуть бути використані для оцінювання якості, вибрати самі інформативні [31].

Після проведених досліджень деякі автори, рекомендують у якості такого універсального показнику, а саме, для ґрунтів Східної Канади, використовувати якісні параметри і загальний вміст органічної речовини.

У *Новій Зеландії* дослідники вибрали лише сім: вміст загального вуглецю, pH (водне), вміст загального азоту; вміст фосфору (методу Olsen), вміст мінералізованого азоту, та загальна пористість щільність ґрунту, тоді коли у початковому переліку налічувалося 20 показників якості ґрунтів.

1.3.3. Якісна оцінка земель за методом А.І. Сірого

Бонітування ґрунтів останнім часом розглядаються як єдиний земельнооціночний процес: “Бонітування ґрунтів встановлює їхню відносну придатність за основними факторами природної родючості для вирощування сільськогосподарських культур чи їх екологічних груп, що постачає виділення агровиробничих груп ґрунтів, які підлягають в наслідку, економічній оцінці”.

Бонітування ґрунтів має чисельні поняття. На початку перед бонітуванням висувається завдання визначати добротність ґрунтів, аби розробити заходи із дослідження сучасного використання земель і планування та організацію використання земель у майбутньому. Проте, у всіх випадках оцінку ґрунтів робили із урахуванням факторів інтенсифікації землеробства, в результаті чого виходить оцінка не лише природної родючості ґрунтів, але і економічної родючості ґрунтів, а саме, оцінки землі. Тому бонітування ґрунтів правомірно розглядати як один із ступенів земельнооціночного процесу – оцінки землі. Воно повинно бути логічним завершенням спеціальних обстежень ґрунтів і виражати у певних відносних величинах (балах) кількісну характеристику природних властивостей та морфологічних ознак ґрунтів, що є найважливішими для вирощування і збільшення урожайності сільськогосподарських культур.

Однією із причин незадовільного, у конкретних випадках використання сільськогосподарських угідь, а часто і безгосподарського поводження з ними є відсутність об’єктивної оцінки землі за природними властивостями і ознаками. Тому, неправильне уявлення про землю як про дар природи, що отриманий та наданий власникам землі і землекористувачам безкоштовно та безкорисливо, без затрат, що зумовлено відсутністю оцінки землі, введення цієї оцінки до складу основних виробничих фондів.

Насамперед потрібно розглядати, з якою практичною метою треба конкретна оцінка землі і яка роль бонітування ґрунтів у розв’язанні практичних завдань. Згідно Закону “Про оцінку земель” від 11грудня 2003р. № 1378-

IV ст. 1, що відображає зміст частини першої статті 199 Земельного Кодексу України [34]

***«Бонітування ґрунтів** – це порівняльна оцінка якості ґрунтів за їхніми основними природними здатностями , що мають сталий характер і суттєво мають вплив на урожайність сільськогосподарських культур, що вирощені у конкретних природнокліматичних умовах».*

Завдання бонітування ґрунтів, як і в цілому державного земельного кадастру України, сформульовані у Земельному кодексі України, де вказано, що воно призначене, щоб забезпечити необхідною інформацією органів державної влади і органи місцевого самоврядування, що зацікавлені, установ, підприємств, організацій, і також громадян із метою раціонального використання та охорони земель, регулювання земельних відносин, визначення розміру плати за землю та цінності земель як складової природних ресурсів, економічного та екологічного обґрунтування бізнеспланів, контролю за використанням та охороною земель, та проектів землеустрою.

Як свідчить досвід, такі дані бонітування ґрунтів треба для розв'язання практичних завдань аналізу теперішнього використання земель і організації їх використання у майбутньому. Воно може самостійно застосовуватися для порівняльної оцінки природних властивостей та ознак ґрунтів із метою обґрунтування заходів із трансформації і консервації угідь, і за планування урожайності сільськогосподарських рослин у господарствах.

Умови виробництва продукції рослинництва на рівні сільськогосподарських підприємств, зазвичай, визначаються відмінностями якості ґрунтів. Бонітування ґрунтів слугує науковою основою раціонального та високоефективного використання земельного ресурсів у системі земельного кадастру, що направлений на підвищення ґрунтової родючості та урожайності сільськогосподарських рослин. Матеріали бонітування використовуються у землеробстві, землевпорядкуванні, за оцінки земель, будучи узагальнюючим етапом у пізнанні ґрунтів, логічним завершенням ґрунтових обстежень.

Порівняно, досконалу методику бонітування ґрунтів запропонував Сірий А.І. у 1987 році із Національного університету біоресурсів і природокористування України (НАУ). За основні критерії було використано запаси запаси гумусу і поживних речовин, доступної вологи, тобто, об'єктивні критерії, які характеризують родючість ґрунту. За додаткові критерії він запропонував місцеві умови, які знижують родючість (засоленість, кислотність, солонцюватість, оглеєння). У методиці бонітування знайшлося місце і для особливостей клімату, технологічних особливостей конкретної земельної ділянки (крутість, рельєф та експозиція схилу, розмір та конфігурація поля). Таким чином, у цій методиці оцінено не лише ґрунт, але і весь спектр умов, які визначають ефективність використання грунтів.

Але є і недоліки: не завжди обґрунтовано використання поправочних коефіцієнтів, недостатньо обґрунтовані і довільні показники еталонного ґрунту, бонітет якого прийнято за 100 балів і обмежене перевіряння результатів такого бонітування [35]. Одночасно, основні аспекти методики Сірого збігаються із методиками, що існують у багатьох інших країнах світу.

На основі матеріалів ґрунтового та агрохімічного обстеження певної території діє така методика. Для проведення бонітування потрібно наступні матеріали: ґрунтовий нарис, план ґрунтів господарства в масштабі 1:10000 або 1:25000, дані про забезпеченість ґрунтів елементами живлення (азотом, фосфором, калієм), довідкова література про водно-фізичні властивості ґрунтів, pH сольової витяжки. Бонітетна оцінка розпочинається із оцінки ґрунтів конкретної агровиробничої групи. Для цього збирають вхідні дані по кожній агровиробничій групі та виконують розрахунок [36]. Бонітування починається із якісної оцінки ґрунтів. З цією метою слід зібрати нижче наведені дані:

1. Уміст гумусу у відсотках та його запаси у шарі 0–100 см в т/га. Запаси гумусу розраховують в конкретних генетичних горизонтах за такою формулою:

$$M = a \times ЩЗ \times h,$$

де, М- запас гумусу в т/га для конкретного шару h; а- уміст гумусу, %; ЩЗ- щільність зложення, г/см^3; h- глибина генетичного горизонту, в см.

Такі кількісні показники по горизонтах грунту підсумовуються та одержують загальний запас гумусу в т/га у шарі 0–100 см [36].

2. Максимально можливі запаси подуктивної вологи (іншими словами - діапазон активної вологи) шляхом віднімання від найменшої вологомісткості вологості в'янення розраховують такою за формулою [36]:

$$ДАВ = (НВ - ВВ) \cdot ЩЗ \cdot h \cdot 0,1,$$

де, ММЗПВ, або ДАВ – діапазон активної вологи, мм; НВ – найменша вологоємкість у %; ЩЗ – щільність складення, г/см^3; h – глибина шару, см; ВВ – вологість в'янення у %; 0,1 – коефіцієнт для перерахунку в мм [36].

Кількісні дані по горизонтах (шарах) підсумовуються та одержують величину ДАВ у шарі грунту 0–100 см. Для розрахунку кількісні показники виписуються із додаткової літератури.

3. Вміст в орному шарі елементів живлення (фосфору, азоту, і калію) та рН сольовий вибирають із матеріалів агрохімічного обстеження ґрунтів. Обов'язково вказують методики визначення елементів живлення.

4. Оцінка негативних властивостей ґрунтів потребує узагальнення матеріали за ступенем солонцюватості, засолення, оглеєння (глеюваті, глейові, сильноглейові, поверхневооглеєні); глибини залягання, складу і ступеня мінералізації підґрунтових вод; скелетності ґрунту, завалуненості; наявності чагарників, купин, пнів та ін.

5. Діагностичні ознаки є основою для встановлення конкретного бала бонітету. Для кожного окремого діагностичного показника, що виступає як основний критерій, бал бонітету, який являє процентне відношення фактичного значення ознаки до еталону визначають за формулою

$$Боз = \frac{Ф \cdot 100}{Е},$$

де, Боз – бал типового діагностичного критерію, %; Ф – фактичне значення критерію; Е – еталонне значення ознаки.

Абсолютні значення ознак переводяться у відносні.

6. Еталоном за гумусом слугує кількісна величина 500 т/га в метровому шарі. Це характеристика запасів найродючіших ґрунтів (типових і звичайних глибоких високогумусних чорноземів).

Еталоном для максимального запасу продуктивної вологи слугує кількісна величина в 200 мм засвоюваної вологи у шарі грунту 0-100 см. Вказаний запас вологи у повній мірі задовольняє потреби рослин у воді.

Використовувані стандартні показники для елементів живлення в таких величинах:

- для азоту, сполук, які легкогідролізуються і визначаються за методом Тюрина-Кононової – 10 мг/100 г ґрунту:

- для рухомих сполук фосфору за методами: Кірсановим – 17; Чиріковим – 20; Мачигіним – 6 мг/100 г ґрунту;

- для обмінного калію за: Кірсановим – 17; Чиріковим – 20, Мачигіним – 40; Маслової 20 мг/100 г ґрунту [36].

7. Середньозважений бал обчислюють, врахувавши типові критерії за формулою:

$$Бсз = \frac{Б1 \times Ц1 + Б2 \times Ц2 + Б3 \times Ц3 \ldots\ldots\ldots + Бп \times Цп}{\sum Цп},$$

де, Бсз – середньозважений бал вирахуваних типових критеріїв; Б1, Б2, Б3…… Бп – бали типових ознак (ДАВ, гумусу, азоту, калію, фосфору); Ц1, Ц2, Ц3….. Цп – ціна бала критеріїв; $\sum$ Цп – сума цін балів усіх критеріїв [36].

<u>Наведемо приклад розрахунку середньозваженого бала (Бсз)</u>: ґрунт оцінено за розрахунками і показниками вмісту гумусу в 40 балів за запасом гумусу, ДАВ (ММЗПВ) – 86, за вмістом азоту сполук, які легкогідролізуються – 28, рухомих фосфатів і обмінного калію за Кірсановим – у 25 і 70 балів.

Визначаємо ціну бала (Ц) за кожним критерієм шляхом ділення значень еталону на 100. Тоді ціна бала за запасами гумусу, ДАВ, вмістом азоту, фосфору і калію буде така: 500 : 100 = 5; 200 : 100 = 2; 10/ 100 = 0,1; 25/100 = 0,25; 17/ 100 = 0,17.

Сума цін балів критеріїв ($\sum$ Цп) буде дорівнювати 5,0 + 2,0 + 0,1 + 0,25 + 0,17 = 7,52. Отже середньозважений бал з типових критеріїв дорівнює:

$$Бсз = \frac{40 \cdot 5 + 86 \cdot 2 + 28 \cdot 0{,}1 + 25 \cdot 0{,}25 + 70 \cdot 0{,}17}{7{,}52} = 52.$$

8. Розрахований за типовими критеріями середньозважений бал має коректуватися із урахуванням негативних властивостей ґрунтів, що обмежують урожайність культур (табл. 1.9.) та клімату і зрошення.

Таблиця 1.9. Коефіцієнти поправок на негативні властивості ґрунтів

Ступінь прояву негативних властивостей	Коефіцієнти поправок для зон			
	Полісся	Лісостепу	Степу	Сухого Степу
І. Кислотність (рНсол)				
Близькі до нейтральних (рН 5,67-6,1)	1,0	0,9		
Слабкокислі (рН 5,2-5,5)	0,9	0,8		
Середньокислі (рН 4,7-5,0)	0,8	0,8		
Сильнокислі (рН 3,5-4,7)	0,7	0,7		
ІІ. Засолення грунтів				
Типи засолення:				
содове та змішане				
слабкозасолені	0,8	0,8	0,8	0,8
середньозасолені	0,7	0,7	0,7	0,7
солончаки	0,5	0,5	0,4	0,4
сильнозасолені	0,3	0,3	0,2	0,2
сульфатне і хлоридно-сульфатне				
середньозасолені			0,8	0,8
слабозасолені			0,7	0,7
солончаки			0,4	0,4
			0,2	0,2
сильнозасолені				
сульфатно-хлоридне і хлоридне			0,9	0,9

сильнозасолені солончаки слабкозасолені середньозасолені			0,7 0,4 0,3	0,7 0,4 0,3
III. Солонцюватість				
слабкосолонцюваті середньосолонцюваті солонці середні солонці неглибокі солонці кіркові сильносолонцюваті солонці глибокі	0,8 0,7 0,5 0,3 0,1 0,5 0,4	0,8 0,7 0,5 0,5 0,4 0,3 0,1	0,8 0,6 0,5 0,5 0,4 0,3 0,1	0,8 0,6 0,5 0,5 0,5 0,4 0,2

IV. Гідроморфність

Ґрунт	Глеюваті, глибина підґрунтових вод, 1,5-2 м	Глейові, глибина підґрунтових вод, 1,0-1,5 м	Сильно-глейові, глибина підґрунтових вод, 0,5-1 м	Глибина підґрунтових вод, до 0,5 м
1.Дерново-підзолисті і сірі опідзолені піщані і глинисто-піщані супіщані і суглинкові	1,2 0,9	0,8 0,7	0,6 0,6	
2. Лучно-чорноземні	1,1			
3. Лучно-каштанові	1,2			
4. Торфово-болотні, торфові, лучно-болотні, лучні		0,8	0,2	0,1

Щільність, г/см^3

Ступінь	Щільність, г/см^3	Коефіцієнти поправок
Дуже щільний	1,5 1,5-1,4	0,43 0,68
Пухкий	1,0	0,97
Щільний	1,4-1,3	0,80
Оптимальний	1,2-1,0	1,00
Ущільнений	1,3-1,2	0,91

VI. Еродованість

Ступінь	Ґрунт

еродованості грунтів	дерново-підзолисті і сірі опідзолені	чорноземи типові	чорноземи звичайні і південні	каштанові
Змиті:				
слабко	0,7	0,8	0,8	0,7
середньо	0,6	0,8	0,6	0,5
сильно	0,3	0,4	0,4	0,3
намиті	1,8	1,1	1,2	1,2
Дефльовані:слабко			0,9	0,9
середньо			0,8	0,8
сильно			0,7	0,6

VII. Клімат і зрошення

Агрогрунтова зона, адміністративна область	Коефіцієнт поправок		Агрогрунтова зона, адміністративна область	Коефіцієнт поправок	
	клім.	зр.		клім.	зр.
I. Полісся			**III. Степ**		
Волинська	0,93	1,00	Луганська	0,86	1,27
Житомирська	0,93	1,00	Дніпропетровська	0,85	1,32
Київська	0,93	1,00	Донецька	0,90	1,27
Рівненська	0,93	1,00	Запорізька	0,93	1,42
Чернігівська	0,93	1,00	Кіровоградська	0,88	1,25
II. Лісостеп			Республіка Крим	0,83	1,40
Вінницька	0,94	1,11	Миколаївська	0,83	1,40
Волинська	0,93	1,00	Одеська	0,86	1,43
Житомирська	0,92	1,06	Харківська	0,88	1,20
Івано-Франківська	0,89	1,00	Херсонська	0,68	1,77
Київська	0,90	1,08	**IV. Степ сухий**		
Кіровоградська	0,86	1,21	Запорізька	0,81	1,50
Львівська	0,89	1,00	Республіка Крим	0,73	1,75
Одеська	0,88	1,26	Одеська	0,79	1,67
Полтавська	0,90	1,03	Херсонська	0,68	1,83
Рівненська	0,93	1,00	**V. Карпатська і Кримська гірські області**		
Сумська	0,89	1,08			
Тернопільська	0,95	1,00			
Харківська	0,90	1,13	Закарпатська	0,84	1,00
Хмельницька	0,96	1,03	Івано-Франківська	0,76	1,00
Черкаська	0,89	1,15	Республіка Крим	0,84	1,39
Чернігівська	0,94	1,03	Львівська	0,72	1,00
			Чернівецька	0,84	1,00

Корекція відбувається згідно формули:

$$Бб = Бсз \cdot Кп,$$

де, Бб- розрахований бал бонітету ґрунту; Бсз – середньозважений бал типових ознак у грунті; К- поправочний коефіцієнт на негативні властивості ґрунтів і клімату.

Остаточний бал бонітету ґрунту розраховують шляхом добутку середньозваженого бала (Бсз) на відповідні поправочні коефіцієнти. Це дозволяє диференціювати оціночні бали залежно від умов місцевості і врахувати регіональні особливості ґрунтів.

9. Оціночний бал округляється до цілих цифр, і наноситься на відповідний контур, тобто стає кінцевою мірою оцінки бонітету конкретного ґрунту.

10. Після того, як відбулося розрахування балу бонітету ґрунту приступають до складання шкал бонітування, в якій ґрунти конкретного досліджуваного господарства розміщують у генетичній послідовності згідно із номенклатурним списком.

Шкали повинні мати розгорнутий вигляд, тобто показники діагностичних ознак повинні бути представлені тут і в абсолютних величинах (т/га, мм, мг, % і т. д.), і відносних балах.

11. Після встановлення бала бонітету ґрунту, визначають клас бонітету (табл. 1.10.)

Таблиця 1.10. Шкала бонітування ґрунтів і оцінки земель

Бал бонітету	Клас бонітету	Ґрунти або земельні масиви за якістю
100 - 91	I	Найкращі
90 - 81	II	Добрі
80 - 71	III	Добрі
70 - 61	IV	Вище середньої якості
60 - 51	V	Середньої якості
50 - 41	VI	Середньої якості
40 - 31	VII	Нижче середньої
30 - 21	VIII	Низької якості
20 - 11	IX	Низької якості
10 - 0	X	Непридатні для землеробства

Матеріали з бонітування ґрунтів подають у вигляді зведеної таблиці (табл.1.11):

Таблиця 1.11. Якісна оцінка (бонітування) ґрунтів _____

Шифр ґрунту	Найменування ґрунту	Основні показники										Середньозважений бал	Поправка на							Бонітет ґрунту	Клас бонітету
		Запас гумусу в шарі 0-100 см		ДАВ в шарі 0-100 см		Азот, що легко гідролізується		Рухомий фосфор		Обмінний калій			Клімат	Кислотність	Еродованість	Засоленість	Солонцюватість	Гідроморфність	Щільність		
		т/га	бал	т/га	бал	т/га	бал	т/га	бал	т/га	бал										

1.3.4. Методика визначення якості грунтів Інституту землеустрою НААН України і Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського

Об'єктом бонітування за цією методикою є одиниці ґрунтового покриву, узагальнені на основі єдиного загальнодержавного номенклатурного списку різновидності чи то агровиробничі групи ґрунтів. Як і в агроекологічному методі за А.І. Сірим, показником ступеня якості ґрунтів слугує бонітет, виражений у балах. Проте, до основних типових ознак у ній належить: глибина гумусових горизонтів та вміст фізичної глини, вміст гумусу в орному шарі та за генетичними горизонтами. Модифікаційні оцінки такі самі, як у агроекологічному методі Сірого. Як узагальнений показник агрофізичних властивостей слугує використання індексу фізичного стану ґрунтів.

Бонітування проводиться за методикою, що заснована на однакових принципах, але з обов'язковим включенням регіональних особливостей ґрунтів та природних умов сільськогосподарського виробництва. Завданням його встановлення ступеню відповідності біологічним потребам конкретних культур властивостей ґрунтів та умов, іншими словами визначення на скільки можливо їх вирощувати.

Роботу виконують у такі послідовності:

1. Визначають перелік сільськогосподарських культур, відносно яких розробляються бали бонітетів ґрунтів відомого природно-сільськогосподарського району чи господарства;

2. Установлюють бонітети ґрунтів за окремими властивостями, від яких у найбільше залежить урожайність конкретної культури;

3. Розраховують міру впливу конкретних властивостей чи бонітетів ґрунтів на врожайність сільськогосподарської культури;

4. Визначають загальні бали бонітетів ґрунтів відповідно до прийнятих культур.

Визначення балів бонітету роблять відповідно еталонних агровиробничих груп ґрунтів, які вибрано для кожної сільськогосподарської культури та приймається за 100 балів.

Визначення балів бонітету проводять на початку за окремими властивостями, а надалі визначають загальну його величину за всіма властивостями.

Бали бонітетів за гумусом й глибиною гумусових горизонтів розраховують за такою формулою:

$$Б = \frac{n_i}{n_{eij}} \times 100 \ ,$$

де n_i – і-та ознака агровиробничої групи ґрунтів, за якою визначається бонітет; n_{eij} – такий самий показник агровиробничої групи ґрунтів, що прийнято за еталон для j-тої культури.

За визначення загального балу бонітету ґрунтів ураховують ступінь упливу окремих ознак на урожайність що характеризуються в природно-сільськогосподарських провінціях. Ці критерії розраховують із коефіцієнта детермінації, що визначають за формулою:

$$K_{\partial ij} = r^2{}_{ij} \ ,$$

де, $K_{дij}$ – коефіцієнт детермінації; r^2_{ij} - коефіцієнт кореляції між окремим (і-тим) показником властивості ґрунту, вираженим у відносних балах бонітету та урожайністю j-тої культури (або балу бонітету за певної урожайності).

Узагальнені бали бонітету агровиробничої групи ґрунтів природно-сільськогосподарського району чи господарства розраховуються за такою формулою:

$$Б_{ij} = \frac{Б_{1ij}K_{\partial 1ij} + Б_{1ij}K_{\partial 2ij} + ... + Б_{nij}K_{\partial nij}}{K_{\partial 1ij} + K_{\partial 2ij} + ... + K_{\partial nij}} \ ,$$

де $Б_{1ij}$, $Б_{пij}$ – бали бонітетів за окремими властивостям ґрунтів по j - культурі; $К_{д1ij}$, $К_{д2ij}$, $К_{дпij}$ - коефіцієнти детермінації за окремим властивостям за вирощування j-культури.

Для того, аби врахувати агрофізичні показники, у якості узагальненого показника, застосовували індекс фізичного стану, приклад розрахунку якого наводиться нижче (табл.1.12.).

Таблиця 1.12. Розрахунок індексу фізичного стану ґрунтів

Показники грунту	Глибина шару, см	Показники грунту		K=b/a
		Еталонні (a)	Фактичні (b)	
1. Щільність, г/см^3	60	1,16	1,24	0,92
2. Пористість аерації, % від об'єму	60	21	19,1	0,86
3. Вміст повітряно-сухих агрегатів розміром 0,25–10 мм, %	46	76	80,8	0,91
4. Найменша (польова) вологоємність, %	140	31	28,6	0,95
5. Вміст водостійких агрегатів 0,25 мм, %	41	14	77,5	0,44
6. Діапазон активної вологи, %	101	15	17,6	0,97
7. Водопроникність (середня фільтрація), мм/год	–	61	35	0,61

В наведеному прикладі добуток $К_1 \times К_2 \times К_3 - ... К_n = 0,185$. Отже загальний індекс фізичного стану буде дорівнювати:

$$I_{заг} = \sqrt[m]{K_1} \times K_2 \times K_3 \times ... \times K_n = 0.79 \ ,$$

На цей коефіцієнт необхідно помножити загальний бал бонітету агровиробничої групи ($Б_{ij}$), на бали бонітету агрофізичних властивостей ним досягається вияв міри впливу.

Для конкретної прив'язки результатів бонітування ґрунтів до конкретних місцевих умов шкали робляться згідно рамок природно-сільськогосподарських районів чи господарств.

Для включення впливу негативних властивостей і ознак на величину бонітету, таких як засолення, солонцюватість, скелетність, оглеєність, кислотність, еродованість бали бонітетів ґрунтів перемножують із відповідними коефіцієнтами поправок. Розрахунки оформляють у вигляді таблиць.

Складається єдина шкала бонітетів для вставлення даних бонітування ґрунтів в цілому по зоні вирощування сільськогосподарської культури. Доцільно застосовувати екологічний коефіцієнт при її складанні, який є відношенням урожайності конкретної сільськогосподарської культури у природно-сільськогосподарському районі на еталонному ґрунті до урожайності на найкращому ґрунті для цієї ж культури у зоні її вирощування.

У підсумку, розрахунки балів агровиробничих груп ґрунтів об'єднують у шкали бонітетів, де агровиробничі групи розміщують в порядку їх номенклатурних шифрів.

Перевірка вірності складання шкал бонітування ґрунтів здійснюється після розробки шкал бонітетів ґрунтів за агровиробничими групами природно-сільськогосподарських районів. Це виконується наслідком співставлення фактичної урожайності за останні 7 –10 років та бонітетів ґрунтів, що визначені за властивостями на кращих ґрунтах із допомогою кореляційно-регресійного аналізу кожної культури.

За загального бонітування, бал бонітету розраховується за окремими бонітетнимим вирощуваних с.г. культур із урахуванням площ посіву цих культур за формулою:

$$Б_з = \frac{Б_1 S_1 + Б_2 S_2 + ... + Б_m S_n}{S_1 + S_2 + ... + S_n} \ ,$$

де $Б_з$- загальний бал бонітету; $Б_1$, $Б_2$..., $Б_n$ -ізольовані бонітети вирощуваних культур; S_1, S_2, ..., S_n -площі посіву с.г. культур, %.

Природним завершенням бонітування ґрунтів слугує пов'язана із нею класифікація земель за придатністю для вирощування конкретних сільськогосподарських рослин, що передбачає установлення ступеню відповідності якості агробіологічним потребам: культур і їх здатності давати урожай певної якості.

Визначення залежності у системі «ґрунт-рослина» найбільш цілковито робиться із використанням бонітування ґрунтів, а отже, із конкретним кількісним вираженням якості ґрунту у балах. Для встановлення можливостей окремих регіонів отримати відповідні об'єми основних типів продукції землеробства у ліпших агроекологічних умовах, потреби конкретно взятої культури потрібно співставити із якістю ґрунтового покриву, що визначеною із урахуванням основних природних властивостей.

Поряд із вказаними перевагами, така методика теж має свої недоліки. Більшість з наведених показників ґрунту, характеризує потенційне забезпечення факторів родючості, які визначають ріст та розвиток рослин (волога, тепло, елементи живлення, повітря,) потенційну кореляцію із урожайністю, що використовують для оцінки родючості. Таким чином, ці параметри не оцінюються. Також, не повною мірою іде врахування впливу зволоженості території і ґрунтів на урожайність культур, ступінь забруднення ґрунтів та його уплив на зниження родючості ґрунтів та урожайності с.г. культур [37].

Потрібно враховувати також і регіональні особливості залежності урожайності від показників ґрунту. Як вказувала Пантелеймонова А.Н. найбільш тісно корелюють із урожайністю на Передкарпатських дренованих ґрунтах такі показники ґрунтів – пористість аерації, загальна пористість, вміст гумусу та рухоме окисне залізо. ці показники можуть бути використані в якості основних діагностичних ознак при оцінюванні осушених земель.

1.3.5. Методика бонітування ґрунтів під плодові насадження в садах Інституту садівництва НААН України

Дана методика, запропонована Інститутом садівництва Української Академії аграрних наук (М.В. Козак, 1996) та має свою специфіку. По-перше - у ній все враховано, що плодові насадження тривалий час ростуть на одному місці, їхня коренева система не обмежується лише орним шаром (0-20 см) ґрунту, а досягає глибини 1,5 м та більше. Одночасно, результативність вибору ділянки проявляється тільки на 4-5 рік після посадки саду.

Для вибору земельної ділянки під плодові насадження та оцінки ґрунтових умов застосовують дві структури: 1) негативну - коли вказуються межі допустимих значень деяких властивостей; 2) позитивну- коли дається оцінка та характеристика ґрунтів за властивостями, що забезпечують найкращі умови для росту та розвитку рослин.

За основу визначення бонітету ґрунтів взято методику Сірого А.І. (1986), таким чином, виділяють основні чи типові та модифікаційні чи негативні властивості. Визначення здійснюють як і в агроекологічному методі, але за еталони беруть наступні показники:

1. Діапазон активної вологи в шарі 0-100 см - 200 мм;
2. Запаси гумусу в шар і 0-100 см - 350 т/га;
3. Щільність ґрунту - 1,37-1,45 г/см^3;
4. Вміст фізичної глини - 35-61%;
5. Вміст рухомих сполук фосфору в шарі 0-40 см за Кірсановим - 25: Чиріковим - 16; Мачигіним - 6 мг P_2O_5 на 100 г ґрунту;
6. Реакція ґрунту (рНкcl) - 5,6-7,5;

1.3.6. Розрахунок зведеного показника якості ґрунтів за методом Т.А. Грінченко

Визначення засновано на пошуку інтегрального показника різних властивостей (рухомого фосфору і обмінного калію, вмісту гумусу, залежно від типу ґрунтів, , ступеня насиченості ґрунтів основами рН та гідролітичної

кислотності) і математичного його опису, виборі математичної моделі перетворенні властивостей ґрунтів із урахуванням бажаності їхнього впливу на відносно загальний рівень ґрунтової родючості.

За усіляким показником розраховують функції виду:

- за односторонніми обмеженнями, коли до погіршення стану призводить напрямок показника від оптимуму лише в один бік ($X_1 < A$)

$$П = \exp\left[-k\left|\frac{X_1 - A_1}{A_1 - B_1}\right|^n\right], \text{ для } x<A;$$

$$П = \left[\exp\left(-k\left|\frac{X_1 - A_1}{A_1 - B_1}\right|^n\right]\right., \text{ для } x>A;$$

- за двохсторонніми обмеженнями показників, коли відхилення від оптимального рівня у любий бік призводить до погіршення загального стану;

У вищенаведених рівняннях:

П - перетворений показник родючості ґрунтів;

X - фактичне вираження агрохімічного показника;

A - оптимальне вираження агрохімічного показника;

B – найгірше чи ймовірне значення агрохімічного показника;

K і *n* - коефіцієнти перетворення, що підібрані виходячи з відповідності проміжних рівнів показників XI і Ai.

Зведений показник якості ґрунтів (*ЗПЯГ*) визначають за формулою:

$$ЗПЯГ = \sqrt[m]{П_1 * П_2 * П_3 * \ldots П_m}$$

де $П_1$ – вирахуваний конкретний перетворений показник ґрунтової родючості,

m - кількість показників.

Цією програмою передбачено включення у розрахунки *ЗПЯГ* сьомого показника, у тому числі і рівня урожайності с.-г. культур.

1.3.7. Розрахунок відносного бала родючості ґрунтів за методом ЦІНАО

Цим методом оцінюють кислотність ґрунтів, вміст гумусу, фосфору, калію, кальцію, магнію, основних мікроелементів, суму поглинутих основ і ступінь насиченості ґрунтів основами.

Відносний бал родючості ґрунтів розраховують за такою схемою.

1. Визначають бал родючості ґрунтів за кожним показником (за винятком потенційної кислотності і при pH вище оптимального) за формулою:

$$Бп = \frac{X}{A} * 100,$$

Де *Бп* - відносний бал показника родючості ґрунтів;

X – фактична кількість агрохімічного показника;

A – оптимальна кількість агрохімічного показника.

Для потенційної кислотності і при pH вище оптимального застосовують наступну формулу:

$$Б_{H(pH)} = \frac{100 \cdot H_Г(pH)opt}{H_Г(pH)},$$

Де *pHopt* -оптимальне значення кислотності;

Нг -фактичне значення гідролітичної кислотності.

Додаткові умови при вирішенні задачі:

- якщо розрахований оціночний бал основних показників (pH, Нг, P_2O_5, K_2O, гумус) більше 120, то результат прирівнюється до 120;
- якщо оціночний бал супутніх показників (Ca, Mg і ін.) більше 100, то результат прирівнюється до 100.

1. Установлюють сумарний оціночний бал основних показників:

$$Б_{H(pH)} = \frac{100 \cdot H_Г(pH)opt}{H_Г(pH)},$$

Де *m* – кількість показників, що бере участь у розрахунках.

2. Розраховують оціночний бал супутніх показників:

$$Б_2 = \frac{Б_{Ca} + Б_{Mg} + \ldots Б_V}{m},$$

3. Знаходять загальний оціночний бал за полем чи ділянкою:

$$Б = 0{,}5*(Б_1 + Б_2)$$

У ЦІНАО розроблений і інший підхід, пов'язаний не з поняттям оптимума для окремих ґрунтових показників, а зі статистичними характеристиками вибірки на обстежуваній території. Бальна оцінка одного показника (Бі) розраховується з а формулою:

$$Б_i = 50 + 10\,\frac{X_i - X_{cp}}{S_X}$$

де *Xi* - фактичне значення показника на ділянці відбору ґрунтового зразка,

X ср - середнє значення показника на обстежуваної території,

S x - стандартне відхилення у вибірці.

Загальний (комплексний) бал ґрунту (землі) розраховують як середню арифметичну величину з оцінок.

Зрозуміло, що таким чином, можна отримати добре співставлені оцінки ділянок тільки в межах конкретної обстеженої території.

1.3.8. Розрахунок повної родючості ґрунтів за методом Б.П. Нікітіна

Основний оцінний бал родючості ґрунтів визначають за елементами живлення рослин. Дію інших факторів враховують через поправочні коефіцієнти, серед яких може бути лише один – лімітуючий.

Родючість ґрунтів вимірюється умовними одиницями, які відповідають кількості елементів живлення, які необхідні для створення біомаси жита при урожайності зерна в 1 ц сухої речовини. Установлено, що для цього азоту витрачається в середньому 5,0 кг, фосфору - 0,9 і калію - 4,1. Ці значення

прийняті в якості еталонних при перерахунку продуктивності різних культур у одиницю родючості (о.р.).

Повну родючість ґрунтів (ПРГ) розраховують в кілька етапів.:

1. Визначення маси орного шару ґрунту на 1 га:

$$M=S*h*d,$$

де M - маса орного шару ґрунту, т;

S - площа 1 га, м^2;

h - потужність орного шару, м;

d - об'ємна маса (щільність) ґрунту, г / см^3.

1. Визначення вмісту елементів живлення рослин в засвоюваній формі на 1 га:

$$Э_у=\frac{M*X*K}{1000}$$

де $Эу$ - зміст елемента живлення, кг / га;

X - фактичний зміст елемента в засвоюваній формі, мг / кг ґрунту;

K - коефіцієнт використання елемента з ґрунту.

2. Визначення родючості ґрунтів за елементами живлення рослин:

$$П_э = Э_у : C_э,$$

де $П_э$ - рівень родючості ґрунтів по аналізованому елементу живлення;

$C_э$ - кількість елемента живлення, необхідне для створення біомаси жита врожаю 1 ц сухої речовини зерна, кг.

При цьому повна родючість ґрунтів дорівнює мінімальному значенню $П_э$.

Для всіх методів по якісній оцінці ґрунтів застосовні наступні положення. Якщо відсутня інформація по будь-якому показнику, то він у розрахунках не брав участі. Якщо відсутня інформація по сумі поглинених основ (S_{oc}) і ступеню насиченості ґрунтів основами (V), але є дані за вмістом кальцію і магнію, то їх розраховують і вносять в базу даних.

$$S_{oc}=Ca+Mg, \text{ мг-екв на 100 г ґрунту,}$$

$$V = \frac{100 \cdot S_{oc}}{S_{oc} + H_{г}}, \%$$

Оптимальні і найгірші значення показників родючості ґрунтів доцільно давати по конкретним сільськогосподарським культурам або групі культур. Для визначення окремих елементів або загального оціночного бала за типами та підтипами ґрунтів, видам сільськогосподарських угідь, сівозмін, відділенням та господарству (району, області) у цілому використовують середньозважені показники і відомі формули:

$$Б_{сів}=\frac{\Sigma(Б_{діл} * S)}{Б_{діл} \ \Sigma S_{відділів}}$$

$$Б_{госп.}=\frac{\Sigma(Б_{відд.} S)}{S_{госп.}}$$

Розрахунки і оцінка різних методів приведено на реальній інформації ряду наявних господарств. Для прикладу взято сівозміну № 1 першого відділення сільгосппідприємства “Княжна” Бершадського району, Вінницької області. Ґрунти - дерново-підзолисті, легкосуглинкові з вираженим розходженням в показниках родючості по полях і ділянках. Аналіз показує, що величина ЗПЯГ по 9 ділянках лімітується низьким вмістом гумусу, а на ділянках 1143, 1144, 1151, 1152 спільною дією недостатнього вмісту гумусу, фосфору і калію (табл. 1.13.).

Таблиця 1.13. Оцінка родючості ґрунтів

Код ділянки	Планова культура	Показник, метод у балах			
		ЗПЯГ	ОБРГ	СГБ	ПРГ за Нікітіним, од.родючості
1111	Оз. пшениця с підсівом трав	78	75	62	13
1121	Багаторічні трави 1-го року	78	74	62	19
1122	Багаторічні трави 1-го року	69	73	60	25
1131	Багаторічні трави 2-го року	83	69	54	27
1132	Багаторічні трави 2-го року	83	71	58	27
1133	Багаторічні трави 2-го року	86	72	58	31
1141	Картопля	85	78	56	52
1142	Картопля	84	80	58	55
1143	Картопля	35	57	58	10
1144	Буряк кормовий	44	63	55	17
1151	Овес ярий	54	62	55	7
1152	Ячмінь ярий	56	67	64	7
1153	Ячмінь ярий	73	70	59	13

Варіювання ОБРГ всередині сівозміни та граничні верхні їх значення визначаються додатково сумою поглинутих основ, вмістом кальцію, магнію, міді і молібдену. Відмінності між ділянками по СГБ не значні, оскільки в розрахунках використані найбільш стабільні характеристики родючості ґрунтів, а вміст елементів живлення рослин не врахований. Недолік методу Нікітіна полягає у тому, що повна родючість ґрунтів визначається по вузькому набору показників. На підставі викладеного матеріалу А.А. Юхнін (1999) робить висновок про те, що в умовах Нечорноземної зони для якісної оцінки ґрунтів найбільш придатні методи Грінченка і ЦІНАО, вибір між ними визначається наявністю вихідної інформації.

1.3.9. Оцінка якості ґрунтів за І.І. Кармановим

Вітчизняними вченими також розроблено декілька методів комплексної оцінки родючості грунтів[38].

Для оцінки ґрунтів території бувшого СРСР І.І. Кармановим [38] запропонований ґрунтово-екологічний індекс ($Г_{ei}$):

$$Г_{ei}=12,5(2-V)ПД_{в}\frac{\sum t(КУ-Р)}{КК+100}А$$

де V – щільність ґрунту, г/см^3 (в середньому 0-100 см шару);

2 - максимально можлива щільність;

П - “корисна” маса ґрунту (0-100см);

Дс - поправочні коефіцієнти на додатково враховувані властивості ґрунтів (каменистість, змитість, дефльованість, гідроморфізм, солонцюватість, засоленість, вміст гумуса, потужність гумусового горизонту, крутизна схилу);

$\sum t$ - средньорічна сума температур більше 10°С;

КУ – коефіцієнт зволоження за Н.М. Івановим;

Р - поправка до коефіцієнту;

КК – коефіцієнт континентальності;

А – підсумковий агрохімічний показник у вигляді поправочного коефіцієнта (Рухомий фосфор і калій, кислотність).

Величина 12,5 уведена у формулу для приведення певної сприятливої сукупності екологічних умов до 100 одиниць ґрунтово-екологічного індекса. Для переходу до балів бонітету окремих культур автор використовує додаткові коефіцієнти $П_{ei}$.

1.3.10. Оцінка біохімічного потенціалу ґрунтів за В.Д. Івановим

Існуючі методи оцінки якості ґрунту не можуть забезпечити у повній мірі оцінку якості самого ґрунту і тим більше її базову вартість. У концептуальному плані оцінка якості цілісного ґрунту як природничо-історичного тіла

природи і головного засобу сільськогосподарського виробництва має базуватися на принципово нових методах у використанні системи оціночних показників. Оцінка якості ґрунту з часів В. В. Докучаєва до теперішнього часу є уніфікованою. У ній ураховуються як відносно стійкі (стабільні) показники, так і вельми динамічні (мінливі). При такому підході оцінюють не стільки якість самого ґрунту, скільки біопродуктивність місцевого середовища. Так склалося історично. Прикладом є методика ґрунтово-екологічної оцінки і бонітування ґрунтів, викладена в її найбільш повному варіанті вченими ґрунтового інституту ім. В.В. Докучаєва (Шишов, Дурманов, Карманов, Єфремов, 1991). Ми вважаємо, що інтегрована оцінка ґрунтів, тим більше ґрунтово-екологічна не розкриває внутрішнього (речовинного) умісту ґрунту як природничо-історичного тіла у межах всього ґрунтового профілю, а сукупність її динамічних (віртуальних) якостей забирає найцінніше і суттєве - її природний потенціал. Аналіз різних методів оцінки якості ґрунту показує, що вона повинна бути диференційованою як за своєю суттю, так і за цільовим призначенням.

В оцінці якості ґрунту як тіла природи і її потенційного багатства (базова ціна предмета нерухомості), повинні бути ураховані абсолютно інші показники, ніж ті, якими визначається її реальна (віртуальна) родючість, в конкретному році через урожайність окремих сільськогосподарських культур із урахуванням їх генетичної особливості або рослинних видів [39].

У зв'язку із цим оцінку якості ґрунту доцільно проводити за двома показниками. Перший - дозволяє охарактеризувати ґрунт як тіло природи з її потенціальними можливостями як засобу сільськогосподарського виробництва і рівень її потенційної прихованої і нереалізованої родючості через інтегрований біогеохімічний показник (потенціал), накопичений у процесі тривалої еволюції ґрунтів (ґрунтоутворення). Другий показник - рівень її реальної родючості, що задовольняє конкретну сільськогосподарську культуру в умовах кожного конкретного року з урахуванням біокліматичного потенціалу території та соціальноекономічні умови виробництва.

Зупинимося докладніше на оцінці природного потенціалу ґрунту, яка відрізняє її від гірської породи, як тіла природи і засобу сільськогосподарського виробництва. В основі першого показника використовується система біологізованих якостей ґрунту: потужність гумусового горизонту; середня щільність ґрунту для усього (Н + Нр) гумусового горизонту; запаси вуглецю в гумусовому горизонті; запаси загального азоту; запаси поглинутих основ (Са, Mg і ін); запаси в гумусовому горизонті біотрансформованого фосфору і калію (частки від їх валового вмісту). Ці показники відображають сумарний біогеохімічний потенціал ґрунту, які і визначають саму потенціальну основу забезпечення рослин та інших організмів елементами живлення на довгий час, створюють основу безперервності процесу ґрунтоутворення і рівноваги у природі

Запропонована схема оцінки якості ґрунтів виражається сумарним запасом головних біогенних елементів в т/га. Цей показник охоплює саму суть ґрунту і її внутрішній вміст на відміну від гірської породи. Оцінка біогеохімічного потенціалу ґрунту та її якості може бути проведена за формулою:

$$Q = [H \cdot d\,(C + N + S + P + K) - \sum Z]\, G \cdot K_{ш},$$

де *Q* - інтегрована оцінка біогеохімічного потенціалу ґрунту як сумарний запас основних біогенних елементів (т/га) або в грошовому вираженні з урахуванням відповідних поправочних коефіцієнтів;

H - потужність гумусового горизонту, см;

d - середня щільність ґрунту для всього (Н + Нр) гумусового горизонту, г / см^3;

C - вміст вуглецю в гумусового горизонту у %;

N - вміст загального азоту в гумусовому горизонті у %;

S - вміст суми поглинутих основ (Са, Mg і ін.) у %;

P - вміст у гумусовому горизонт і органічного фосфору у %;

K - вміст біогенного калію у гумусовому горизонті у %;

Z - відносні показники, що знижують якість ґрунту і вимагають додаткових затрат на рекультивацію, осушення, розчищення від чагарників, каменів, вапнування кислих і гіпсування солонцевих ґрунтів, а також корінна меліоративна обробка у випадках неможливості сільськогосподарського виробництва;

G - відносний показник, що враховує гранулометричний склад ґрунту, коригується з урахуванням вмісту в ґрунті гумусу;

Kht - коефіцієнт гідротермічний за Г.Т.Селяніновим - відношення суми опадів (Р, мм) до суми активних температур (> 10 °С) повітря за рік або за вегетаційний період. Коригується з урахуванням місцевих умов і показника *Z*.

Перевага даного підходу полягає у тому, що в основу покладені самі об'єктивні показники - потужність всього гумусового шару, його середня щільність, а також запаси біогенних елементів (С, N, S, P, K). Дана методика відрізняється своєю прозорістю. У ній видно частка кожного показника. Вона може бути вдосконалена надалі шляхом обґрунтованого уведення одного або декількох показників. На її основі можна визначати базову вартість ґрунту (по вартості її основних компонентів).

Зовсім інші принципи повинні були покладені у основу визначення виробничої здатності ґрунту і рівня його реальної родючості.

1.3.11. Оцінка якості ґрунтів за Т.Н. Кулаковською

Кулаковська і ін. [40] для характеристики родючості використовують відносний індекс комплексу агрохімічних властивостей (pH, фосфор, калій, гумус) в якості індексу окультуреності - як середньоарифметичну величину відносних індексів показників, які використовуються.

1. Розраховують відносний індекс (Івідн) по кожному показником, що використовується для оцінки родючості:

$$I_{відн}=\frac{X_{факт}-X_{мін}}{X_{опт}-X_{мін}}$$

де $X_{факт}$ - фактичне значення показника,

$X_{мін}$ і $X_{опт}$ - мінімальне і оптимальне значення показника для даної ґрунту.

Авторами методу встановлено такі мінімальні значення агрохімічних показників:

pH_{KCl} - 3,5, вміст P_2O_5 і K_2O - по 2 мг/100 г ґрунту, гумусу - 0,5%. Для торф'яно-болотних ґрунтів мінімальне значення показників P_2O_5 і K_2O - 10 мг/100 г ґрунту. При величині фактичного показника більш оптимального відносний індекс приймається за 1.0.

Розраховують індекс окультуреності (ІОГ) ґрунту, виходячи з відносних індексів усіх показників, з точністю до 0,01:

$$Н_{ок} = \frac{Н_{pH} + Н_{P_2O_5} + Н_{K_2O} + Н_{гум}}{4}.$$

За індексом окультуреності виділяють 4 ступеня окультуреності: дуже низький (індекс менше 0,4), низький (0,41-0,60), середній (0,61-0,80) і високий (0,81-1,00). Зв'язок врожайності з індексом окультуреності нелінійний.

Комплексна оцінка родючості ґрунтів за Синельниковим і Слабко [26-27] передбачає бальну оцінку кожного показника агрохімічних властивостей ґрунту. Узагальнюючий показник визначають як середнє арифметичне з цих оцінок з введенням поправочного коефіцієнта оптимальності:

2. Проводять бальну оцінку кожного індивідуального показника властивостей ґрунту

$$B = \frac{X_{фак} - X_{мін}}{X_{макс} - X_{мін}} * 100$$

$X_{факт}$ -фактична кількість агрохімічного показника,

$X_{макс}$ *і* $X_{мін}$ – максимальна чи оптимальна і мінімальна кількість показника для даного виду грунту або групи грунтів, що об’днані спільною ґрунтотворною породою і характером водного режиму.

Розрахункову величину гідролітичної кислотності попередньо розраховують за різницею

$$X_{макс} - X_{факт}.$$

3. Розраховують узагальнений показник (УП) за формулою:

$$П=\frac{\Sigma B_i}{n}$$

де *УП* – узагальнений показник чи бал;

Bi – оцінка в балах кожного індивідуального показника властивостей ґрунту;

n - число використаних у розрахунках показників.

4. Визначають коефіцієнт оптимальності (*Копт*) :

$$K_{опт}=1-\frac{\Sigma|УП-B_{факт}|}{nУП}$$

де $K_{опт}$ – коефіцієнт оптимальності у грунті,

$\sum |УП - B_{факт}|$ - сума абсолютних значень відхилень оцінки величин агрохімічних властивостей у балах від середнього (без урахування знака),

nУП – сумарна кількість балів за всіма показниками.

Комплексний агрохімічний показник (*КАП*, бали) розраховують за формулою:

$$КАП = УПК_{опт} \cdot$$

Нарешті, відзначимо, що для оцінки земель у разі неоднорідного ґрунтового покриву або неоднорідності агрохімічних показників окремо розраховується комплексна оцінка кожного ґрунтового або агрохімічного контуру, а потім узагальнена оцінка землі у вигляді середньозваженої по площах контурів. Якщо оцінюється родючість землі для виробничої ділянки із однаковою системою агротехніки і добрив, то вводяться [28-30] знижуючі коефіцієнти, що відображають ступінь сумісності контурів, що входять у ділянку. У роботах Образцова [4, 18] для комплексної оцінки родючості використані виробничі функції, що дозволяють прогнозувати стан або динаміку окремих показників родючості. Функції враховують умови освітлення, тепло- і вологозабезпеченість, вміст гумусу і його якісні показники, вміст поживних елементів, реакцію ґрунтового середовища, густоту стояння рослин і інші агрономічно важливі показники, які, в першу чергу, лімітують урожайність. За-

пропоновані моделі оцінки родючості можна згрупувати за кількістю використаних параметрів для оцінки кожного показника: однопараметричні (оптимальне значення, середнє значення по регіону або по обстежуваній території) - моделі Карманова, ЦІНАО [38], ГІЗР; двопараметричного (середнє, оптимальне і мінімальне значення) - моделі ЦІНАО [39], Кулаковської і ін., Сінельнікова-Слабко [41]; багатопараметричні (до перерахованих вище параметрів додані регіональні коефіцієнти) - моделі Образцова, Грінченко-Егоршина.

За характером зв'язку оцінки із вихідним значенням показника родючості вони можуть бути: лінійними - моделі ЦИНАО, ГІЗР, Кулаковської і ін., Сінельнікова-Слабко і нелінійними - моделі Образцова, Грінченка-Егоршина. За способом узагальнення оцінок окремих показників у комплексну оцінку: середнє арифметичне із оцінок - моделі ЦІНАО, Кулаковської і ін..

Характеризуючи виділені класи моделей, можна відзначити, що чим менше параметрів у моделі і чим точніше вони можуть бути визначені, тим простіша і надійніша оцінка і, найчастіше, зв'язок урожайності із значенням показника родючості нелінійна (а якщо лінійна, то у вузькому діапазоні значень показника). Вибір способу узагальнення окремих показників тісно пов'язаний із такими законами землеробства, як принцип лімітуючого фактора і принцип незамінності факторів росту рослин, що відображають взаємодію факторів між собою. Цим принципам краще відповідають моделі виконання окремих оцінок, середнього геометричного і модель Синельникова-Слабко, які явно відображають ступінь розбалансованості факторів. Вибір між виконанням окремих оцінок і середніми геометричними визначається нормуванням окремих оцінок.

1.3.12. Оцінка окультуренності і родючості ґрунтів за В.Д. Мухою

Нижче приводимо систему показників, що дозволяють виконувати оцінку ґрунтів за рівнем їх окультуреності і родючістю [42].

Таблиця 1.13. Показники рівня окультуреності і родючості дерново-підзолистих суглинкових ґрунтів

Освоєні (слабкоокультурені)	Окультурені	Культурні (високоокультурені)	Прийоми регулювання
Площа поля, га			
< 10	10 - 25	> 25	Організаційно-меліоративні
Конфігурація поля, відношення довжини гона до сторони квадрата площі			
< 0,8	0,8 – 1,2	> 1,2	Збільшення довж. гону
Потужність орного шару, см			
15 – 20	20 - 25	25 - 30	Поглиблення орного шару
Змитість ґрунту, % від незмитих			
> 30	< 30	Відсутні	Протиерозійні заходи
Завалуненість, $м^3$/га			
> 10	< 10	Відсутні	Видалення каміння
Вміст фізичної глини в орному шарі, %			
> 50	50 - 40	40 - 30	Глинування, піскування
Запас доступної для рослин вологи в 1 м шарі ґрунту на початку вегетації, мм			
< 100	100 - 130	> 130	Покрашення структури, розпушування
Загальна пористість орного шару, %			
< 45	45 - 50	50 - 55	Покрашення структури, розпушування
Щільність орного шару, г/см3			
> 1,3	1,3 – 1,2	< 1,2	Вапнування, травовисів
Вміст в орному шарі водотривких агрегатів > 0,25 мм, %			
< 40	40 - 60	> 60	Покрашення структури, травовисів
Загальний вміст гумусу, %			Сидерація, внесення органічних і мінеральних добрив, травовисів
< 2,0	2,0 – 3,0	> 3,0	
Відношення Сгк : Сфк			
< 0,6	0,6 – 0,9	> 0,9	
Азот сполук, що легкогідрол., мг/кг ґрунту			
< 40	40 - 60	> 60	
Вміст у орному шарі рухомого фосфору, мг/кг ґрунту			
< 100	100 - 250	> 250	Внесення фосфорних добрив
Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту			
< 100	100 - 220	> 220	Внесення калійних добрив
Обмінна кислотність, pH_{KCl}			Вапнування із розрахунку на нейтралізацію 0,75 - 1 гідролітичної кислотності один раз в 4-5 років; 1 т вапна підвищує показник кислотності на 0,1- 0,15 pH_{KCl}
< 4,7	4,7 – 5,5	> 5,5	
Гідроліт. кислотність, мг-екв/кг г			
> 50	50 - 25	< 25	
Насиченість основами, %			
< 60	60 - 80	> 80	
Ємність поглинання, мг-екв/кг ґрунту			
< 120	120 - 190	> 190	Глинування
Кількість корисної мікрофлори, млн. шт./кг ґрунту			
< 5000	5000-8000	> 8000	Система комплексних прийомів
Нітрифікаційна здатність ($N\text{-}NO_3$), мг/кг ґрунту			
< 30	30 - 40	> 40	Система заходів
Глибина залягання верховодки, м			
< 1,5	1,5 – 3,0	> 3,0	Регулювання водного режиму
Урожайність зернових культур, т/га			
< 1,6	1,6 – 3,0	> 3,0	Дотримання технологій вирощ. с.-г. к.-р

Таблиця 1.3.14. Показники рівня окультуреності та родючості світло-сірого і сірого опідзоленого суглинкових ґрунтів

Освоєні (слабкоокультурені)	Окультурені	Культурні (високоокультурені)	Прийоми регулювання
Площа, поля, га			
< 30	30 - 50	> 50	Організаційно-меліоративні
Конфігурація поля, відношення довжини гона до сторони квадрата площі			
< 0,8	0,8 – 1,2	> 1,2	Збільшення довжини гону, наближення за формою до горизонталі
Змитість, % від незмитого ґрунту			
> 25	< 25	відсутні	Протиерозійні заходи
Вміст фізичної глини у орному шарі, %			
< 20	20 - 45	30	Глинування, піскування
Потужність орного шару, см			
< 20	20 - 25	25 - 30	Поглиблення орного шару
Запас доступної для рослин вологи в 1 м шарі ґрунту на початку вегетації, мм			
< 110	110 - 140	> 140	Покращення структури, рихлення
Щільність орного шару, г/см^3			
> 1,3	1,3 – 1,2	1,2 – 1,1	Вапнування, травовисів
Загальна пористість орного шару, %			
< 50	50 - 55	55 - 60	Покращення структури, рихлення
Вміст у орному шарі водотривких агрегатів > 0,25 мм, %			
< 40	40 - 50	> 50	Покращення структури, травовисів
Загальний вміст гумусу, %			Сидерація, внесення органічних і мінеральних добрив, травовисів
< 3,0	3,0 – 5,0	> 5,0	
Відношення Сгк : Сфк			
< 1,2	1,2 – 1,5	> 1,5	
Азот сполук, що легкогідрол., мг/кг ґрунту			
< 40	40 - 80	> 80	
Обмінна кислотність, pH_{KCl}			Вапнування із розрахунку на нейтралізацію 0,75 - 1 гідролітичної кислотності один раз в 4-5 років; 1 т вапна підвищує показник кислотності на 0,1- 0,15 pH_{KCl}
< 5,5	5,5 – 6,0	> 6,0	
Гідролітична кислотність, мг-екв/кг ґрунту			
> 40	40 - 35	< 35	
Насиченість основами, %			
< 70	70 - 90	> 90	
Ємність поглинання, мг-екв/кг ґрунту			
< 200	200 - 250	> 250	Глинування
Вміст в орному шарі рухомого фосфора, мг/кг ґрунту			
< 50	50 - 80	> 80	Внесення фосфорних добрив
Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту			
< 100	100 - 120	> 120	Внесення калійних добрив
Нітрифікаційна здатність ($N\text{-}NO_3$), мг/кг ґрунту			
< 20	20 - 30	> 30	Система заходів
Урожайність зернових культур, т/га			
< 1,6	1,6 – 4,0	> 4,0	Дотримання технологій вирощування с.-г. культур

Таблиця 1.3.15. Показники рівня окультуреності і родючості чорнозему опідзоленого і темно-сірого опідзоленого суглинкових ґрунтів

Освоєні (слабкоокультурені)	Окультурені	Культурні (високоокультурені)	Прийоми регулювання
Площа, поля, га			
30 - 50	30 - 100	30-100	Організаційно, меліоративні і культуртехнологічні
Конфігурація поля, відношення довжини гона до сторони квадрата цієї площі			
< 0,8	0,8 – 1,2	> 1,2	Збільшення довжини гона, наближення по формі до горизонталей
Змитість, % від незмитого ґрунту			
> 25	< 25	відсутні	Протиерозійні заходи
Вміст фізичної глини в орному шарі, %			
< 20 или >60	20 - 60	45 - 50	Глинування, піскування
Потужність орного шару, см			
< 40	40 - 80	> 80	Поглиблення орного шару
Запас доступної для рослин вологи в 1 м шарі ґрунту на початку вегетації, мм			
< 120	120 - 150	> 150	Поліпшення структури, рихлення
Щільність орного шару, г/см^3			
> 1,3	1,3 – 1,2	1,2 – 1,1	Вапнування, травовисів
Загальна пористість орного шару, %			
< 50	50 - 55	55 - 60	Поліпшення структури, рихлення
Вміст в орному шарі водостійких агрегатів > 0,25 мм, %			
< 40	40 - 50	> 50	Поліпшення структури, травовисів
Загальний вміст гумуса, %			Сидерація, внесення органічних і мінеральних добрив, травовисів
< 3,5	3,5 – 4,5	> 4,5	
Відношення Сгк : Сфк			
< 1,5	1,5 – 1,8	1,8 – 2,0	
Азот сполук, що легкогідрол., мг/кг ґрунту			
< 50	50 - 80	> 80	
Обмінна кислотність, pH_{KCl}			Вапнування із розрахунку на нейтралізацію 0,75 - 1 гідролітичної кислотності один раз в 4-5 років; 1 т вапна підвищує показник кислотності на 0,1- 0,15 pH_{KCl}
< 5,0	5,0 – 5,6	> 5,6	
Гідролітична кислотність, мг-екв/кг ґрунту			
> 40	40 - 35	< 35	
Насиченість основами, %			
< 86	86 - 90	> 90	
Ємність поглинання, мг-екв/кг ґрунту			
< 250	250 - 300	> 300	Глинування
Вміст в орному шарі рухомого фосфору, мг/кг ґрунту			
< 60	60 - 100	> 100	Внесення фосфорних добрив
Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту			
< 100	100 - 150	> 150	Внесення калійних добрив
Нітрифікаційна здатність ($N\text{-}NO_3$), мг/кг ґрунту			
< 25	25 - 35	> 35	Система заходів
Урожайність зернових культур, т/га			
< 2,2	2,2 – 3,4	> 3,4	Дотримання технологій вирощування с.-г. культур

Таблиця 1.3.16. Показники рівня окультуреності і родючості чорнозему вилугуваного і типового

Освоєні (слабкоокультурені)	Окультурені	Культурні (високоокультурені)	Прийоми регулювання
Площа, поля, га			
30 - 50	50 - 100	50-100	Організаційно, меліоративні і культуртехнологічні
Конфігурація поля, відношення довжини гона до сторони квадрата цієї площі			
< 0,8	0,8 – 1,2	> 1,2	Збільшення довжини гона, наближення по формі до горизонталей
Змитість, % від незмитого ґрунту			
> 25	< 25	відсутні	Протиерозійні заходи
Вміст фізичної глини в орному шарі, %			
< 20 чи >60	20 - 60	45 - 50	Глинування, піскування
Потужність орного шару, см			
< 40	40 - 80	> 80	Поглиблення орного шару
Запас доступної для рослин вологи в 1 м шарі ґрунту на початку вегетації, мм			
< 130	130 - 150	> 150	Поліпшення структури, рихлення
Щільність орного шару, г/см^3			
> 1,2	1,1 – 1,2	1,2 – 1,0	Вапнування, травовисів
Загальна пористість орного шару, %			
< 50	50 - 55	55 - 60	Поліпшення структури, рихлення
Вміст в орному шарі водостійких агрегатів > 0,25 мм, %			
< 45	45 - 50	> 50	Поліпшення структури, травовисів
Водопроникність за першу годину, мм			
> 100	100 - 150	> 150	Поліпшення структури, рихлення
Вміст загального гумусу, %			Сидерація, внесення органічних і мінеральних добрив, травовисів
< 4,0	4,0 – 5,0	> 5,0	
Азот сполук, що легкогідрол., мг/кг ґрунту			
< 50	50 - 80	> 80	
Обмінна кислотність, pH_{KCl}			Вапнування із розрахунку на нейтралізацію 0,75 - 1 гідролітичної кислотності один раз в 4-5 років; 1 т вапна підвищує показник кислотності на 0,1- 0,15 pH_{KCl}
< 5,6	5,6 – 6,0	> 6,0	
Гідролітична кислотність, мг-екв/кг ґрунту			
> 37	37 - 33	< 33	
Насиченість основами, %			
< 90	90 - 92	> 92	
Вміст в орному шарі рухомого фосфору, мг/кг ґрунту			
< 80	80 - 120	> 120	Внесення фосфорних добрив
Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту			
< 150	150 - 200	> 200	Внесення калійних добрив
Нітрифікаційна здатність ($N\text{-}NO_3$), мг/кг ґрунту			
< 40	40 - 50	> 50	Система заходів
Урожайність зернових культур, т/га			
< 2,1	2,1 – 3,9	> 3,9	Дотримання технологій вирощування с.-г. культур

Таблиця 1.3.17. Показники окультуреності і родючості чорнозему звичайного

Освоєні (слабкоокультурені)	Окультурені	Культурні (високоокультурені)	Прийоми регулювання
Площа, поля, га			
30 - 50	50 - 100	50-100	Організаційні, меліоративні і культуртехнічні
Конфігурація поля, відношення довжини гона до сторони квадрата цієї площі			
< 0,8	0,8 – 1,2	> 1,2	Збільшення довжини гона, наближення по формі до горизонталей
Змитість, % від незмитого ґрунту			
> 25	< 25	відсутні	Ґрунтозахисні заходи
Вміст фізичної глини в орному шарі, %			
< 20 чи >60	20 - 60	45 - 50	Глинування, піскування
Запас доступної для рослин вологи в 1 м шарі ґрунту на початку вегетації, мм			
< 130	130 - 150	> 150	Поліпшення структури, рихлення
Щільність орного шару, г/см^3			
> 1,2	1,1 – 1,2	1,2 – 1,0	Вапнування, травовисів
Загальна пористість орного шару, %			
< 50	50 - 55	55 - 60	Поліпшення структури, рихлення
Вміст в орному шарі водостійких агрегатів > 0,25 мм, %			
< 45	45 - 55	> 55	Поліпшення структури, травовисів
Вміст загального гумусу, %			Сидерація, внесення органічних і мінеральних добрив, травовисів
< 4,0	4,0 – 5,0	> 5,0	
Азот сполук, що легкогідрол., мг/кг ґрунту			
< 50	50 - 70	> 70	
Обмінна кислотність, pH_{KCl}			Внесення кальцієвмісних добрив
> 7,0	5,6 – 6,0	6,0 - 7,0	
Насиченість основами, %			
< 90	90 - 95	> 95	
Вміст обмінного натрія в орному шарі, мг-екв/кг грунту			
> 50	30 - 50	< 30	Гіпсування
Вміст в орному шарі рухомого фосфору, мг/кг ґрунту			
< 80	80 - 120	> 120	Внесення фосфорних добрив
Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту			
< 150	150 - 200	> 200	Внесення калійних добрив
Нітрифікаційна здатність ($N\text{-}NO_3$), мг/кг ґрунту			
< 30	30 - 50	> 50	Система заходів
Урожайність зернових культур, т/га			
< 2,0	2,0 – 4,0	> 4,0	Система заходів

Таблиця 1.3.18. Показники окультуреності і родючості чорнозему звичайного і темно-каштанового ґрунту

Освоєні (слабкоокультурені)	Окультурені	Культурні (високоокультурені)	Прийоми регулювання
Змитість, % від незмитого ґрунту			
> 25	< 25	відсутні	Ґрунтозахисні заходи
Конфігурація поля, відношення довжини гона до сторони квадрата цієї площі			
< 0,8	0,8 – 1,2	> 1,2	Збільшення довжини гона, наближення по формі до горизонталей
Вміст фізичної глини в орному шарі, %			
< 20 чи >60	20 - 60	45 - 50	Глинування, піскування
Запас доступної для рослин вологи в 1 м шарі ґрунту на початку вегетації, мм			
< 130	130 - 150	> 150	Зрошення, зберігання вологи
Щільність орного шару, г/см^3			
> 1,2	1,1 – 1,2	1,2 – 1,0	Вапнування, травовисів
Загальна пористість орного шару, %			
< 50	50 - 55	55 - 60	Поліпшення структури, рихлення
Вміст в орному шарі водостійких агрегатів > 0,25 мм, %			
< 45	45 - 55	> 55	Поліпшення структури, травовисів
Вміст загального гумусу, %			Сидерація, внесення органічних і мінеральних добрив, травовисів
< 4,0	4,0 – 5,0	> 5,0	
Азот сполук, що легкогідрол., мг/кг ґрунту			
< 50	50 - 70	> 70	
Обмінна кислотність, pH_{KCl}			Внесення кальцієвмісних добрив
> 7,0	5,6 – 6,0	6,0 - 7,0	
Насиченість основами, %			
< 90	90 - 95	> 95	
Вміст обмінного натрію в орному шарі, мг-екв/кг ґрунту			
> 50	30 - 50	< 30	Гіпсування
Вміст в орному шарі рухомого фосфору, мг/кг ґрунту			
< 80	80 - 120	> 120	Внесення фосфорних добрив
Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту			
< 150	150 - 200	> 200	Внесення калійних добрив
Нітрифікаційна здатність ($N\text{-}NO_3$), мг/кг ґрунту			
< 30	30 - 50	> 50	Система заходів
Урожайність зернових культур, т/га			
< 2,0	2,0 – 4,0	> 4,0	Система заходів

Таблиця 1.3.19. Показники окультуреності і родючості світло-каштанового і каштанового ґрунтів

Освоєні	Окультурені	Культурні	Прийоми регулювання
Змитість, % від незмитого ґрунту			
> 25	< 25	відсутні	Ґрунтозахисні заходи
Конфігурація поля, відношення довжини гона до сторони квадрата цієї площі			
< 0,8	0,8 – 1,2	> 1,2	Збільшення довжини гона, наближення по формі до горизонталей
Потужність орного шару, см			
< 15	15 - 25	> 25	Поглиблення, окультурення
Вміст фізичної глини в орному шарі, %			
< 20 чи >60	20 - 60	30 - 45	Глинування, піскування
Запас доступної для рослин вологи в 1 м шарі ґрунту на початку вегетації, мм			
< 100	100 - 150	> 150	Зрошення, зберігання вологи
Щільність орного шару, г/см^3			
> 1,3	1,3 – 1,2	< 1,2	Вапнування, травовисів
Загальна пористість орного шару, %			
< 45	45 - 50	> 50	Поліпшення структури, рихлення
Вміст в орному шарі водостійких агрегатів > 0,25 мм, %			
< 20	20 - 30	> 30	Поліпшення структури, травовисів
Вміст загального гумусу, %			Сидерація, внесення органічних і мінеральних добрив, травовисів
< 2,0	2,0 – 2,5	> 2,5	
Відношення Сгк : Сфк			
<1,0	1,1 – 1,2	> 1,2	
Азот сполук, що легкогідрол., мг/кг ґрунту			
< 30	30 - 50	> 50	
Обмінна кислотність, pH_{KCl}			Внесення кальцієвмісних добрив, підбір культур, агротехніки
> 7,0	5,6 – 6,0	6,0 - 7,0	
Насиченість основами, %			
< 50	50 - 60	> 60	
Вміст обмінного натрію в орному шарі, мг-екв/кг ґрунту			
> 50	30 - 50	< 30	Гіпсування
Вміст токсичних солей солей, %			
> 0,2	0,2 – 0,1	< 0,1	Промивання ґрунтів при зрошенні
Відношення Ca^{2+} : Na^{+}			
< 2,0	2,0 – 3,0	> 3,0	Регулювання
Глибина залягання ґрунтових вод, м			
< 2,0	2 - 5	> 5	Гідромеліорація
Мінералізація ґрунтових вод, г/л			
> 5	5 - 3	< 3	Гідрохімічна меліорація
Вміст в орному шарі рухомого фосфору, мг/кг ґрунту			
< 15	15 - 30	> 30	Внесення фосфорних добрив
Вміст обмінного калію, мг/кг ґрунту			
< 150	150 - 200	> 200	Внесення калійних добрив
Нітрифікаційна здатність ($N\text{-}NO_3$), мг/кг ґрунту			
< 25	25 - 35	> 35	Система заходів
Урожайність зернових культур, т/га			
< 1,0	1,0 – 3,0	> 3,0	Система заходів

Питання для самоперевірки:

1. Перечисліть глобальні екологогічні функції ґрунту.
2. Перелічіть відомі методи бонітування ґрунтів.
3. Коротко опишіть історію становлення аграрної освіти в Україні. Які відомі вчені є основоположниками сучасної освіти в державі?
4. У чому полягає метод бонітування ґрунтів Інституту ґрунтознавства та агрохімії імені Соколовського О.Н. і Інституту землеустрою національної аграрної академії наук України?
5. Для чого розраховують зведений показник якості ґрунтів за методом Т.А. Грінченко?
6. Як розраховують повну родючості ґрунтів за методом Б.П. Нікітіна?
7. Назвіть переваги і недоліки бонітетної оцінки ґрунтів за А.І. Сірим.

Розділ 2. Державна кадастрова оцінка сільськогосподарських угідь в Україні

2.1. Зміст і назначення земельного кадастру в державі [91].

Потреба в веденні державного земельного кадастру зумовлена необхідністю суспільного виробництва. Становище його ведення в нашій державі залежить від нагайних потреб суспільного ладу у минулому та сучасному переході до ринкової економіки. За умов соціалістичного ладу система його даних у минулому зводилася, як правило, до реєстрації землекористувань та кількісного обліку земель за видами с.г. угідь, що майже повністю задовольняло необхідність соціалістичної економіки на початкових етапах.

У 50-60-х роках 20 сторіччя із метою удосконалення планування сільськогосподарського виробництва з'явилася потреба для переходу до планування із урахуванням природно-економічних умов територій. У 1968 році у законодавчому порядку, у зв'язку із цим було введено державний земельний кадастр, що представляв собою сукупність потрібних та і ймовірних результатів про природний і правовий, господарський стан земельних угідь. До нього входили дані про реєстрацію землекористувань, облік якості та кількості земель, бонітування ґрунтів та економічна оцінка земель.

Після того, як було проголошено незалежність України закріплено в Земельному кодексі України (2001 р.) [43] призначення, зміст, і порядок ведення державного земельного Кадастру законодавчо і у постанові Кабінету Міністрів од 12.01. 1993 року №17 "Про порядок ведення державного земельного кадастру".

Державний земельний кадастр відповідно до цих актів - це одна державна система земельно-кадастрових робіт, що встановлює процедуру «визнання факту виникнення чи призупинення права власності на земельні ділянки та права користування ними і містить сукупність відомостей та документів про правовий режим цих ділянок, місце розташування і їхню оцінку,

розподіл серед власників землі й землекористувачів, якісну та кількісну характеристику, класифікацію земель.

Призначенням державного земельного кадастру - забезпечення потрібною інформацією органів державної влади і місцевого самоврядування, заінтерисованих установ, підприємств, і організацій, громадян із ціллю раціонального застосування і охорони землі, цінності земель у складі природних ресурсів, врегулювання земельних відносин, економічного й екологічного обґрунтування бізнес-планів та проектів землеустрою визначення розміру плати за землю та контролю за використанням та охороною земель. Усі складові категорії державного земельного кадастру різне в загальній системі управління земельними ресурсами мають застосування. Наприклад, кадастрове зонування включає установлення:

> меж кадастрових зон та кварталів;

> місця розташування обмежень використання земель;

> кадастрових номерів зон, адміністративно-територіальних одиниць, і кварталів;

> меж: оцінюваних районів та зон.

Рис.2.1. Основні завдання державного земельного кадастру

Кадастрові зйомки - основа земельно-кадастрових робіт, що є комплексом робіт, які виконувалися для визначення і відновлення меж земельних ділянок. Кадастрові зйомки прогнозують:

- погодження меж: земельної ділянки із суміжними власниками і землекористувачами;
- геодезичне встановлення меж земельної ділянки;
- встановлення межі частин земельної ділянки, які містять заборони чи обмеження у використанні;
- відновлення меж: земельної ділянки н а місцевості;
- виготовлення кадастрового плану.

Провідне значення мають дані *бонітування ґрунтів* – це порівняльної оцінки якості ґрунтів із їх основними природними властивостями, що мають сталий характер і мають великий вплив на урожайність сільськогосподарських культур, які вирощені у конкретних природно-кліматичних умовах. Бонітет ґрунтів проводиться за 100-бальною шкалою. Найвищим балом оцінюються ґрунти із кращими властивостями, що мають найвищу природну продуктивність.

Економічна оцінка земель – оцінка землі як засобу виробництва у сільському та лісовому господарстві та природного ресурсу і як просторового базису у суспільному виробництві за критеріями, які характеризують ефективність їх використання, продуктивність земель, дохідність із одиниці площі.

Задля зрівняльного дослідження ефективності застосування земель певного призначення проводиться економічна оцінка. Дані економічної оцінки земель - це основа грошової оцінки землі сільськогосподарського цільового призначення. Вона визначається в балах чи у грошовому еквіваленті.

Водночас, із підвищенням ролі даних державного земельного кадастру дуже виросла роль грошової оцінки земельних ділянок. Грошова оцінка визначається на рентній основі земельних ділянок. Залежно від порядку прове-

дення та призначення грошова оцінка земельних ділянок є нормативною і експертною.

Нормативна грошова оцінка земельних ділянок застосовується за для визначення розміру земельного податку, економічного стимулювання раціонального використання і охорони земель, збитків сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва.

Експертна грошова оцінка застосовується за здійснення цивільно-правових угод по земельних ділянках.

Значення результатів державної реєстрації земельних ділянок, а саме, збільшується зараз, зі здійсненням земельно-правових угод. Це вкрай важливо для забудованих земельних угідь, тоді, коли разом із купівлею-продажем об'єктів нерухомості також продається-купується право власності на земельні ділянки. У складі державного реєстру земель здійснюється державна реєстрація земельних ділянок.

Державний реєстрація земель складається з 2-х частин:

- Поземельної книги, що містить відомості щодо земельної ділянки;
- Книги записів реєстрації державних актів на право постійного користування землею та право власності на землю, договорів оренди землі, що враховують кадастрові номери земельних ділянок.

Облік чисельності земель відображає відомості, що характеризують кожну земельну ділянку по площі та складу угідь.

Облік якості земель відображає результати, що характеризують земельні угіддя за набутими та природними властивостями, які впливають на їхню родючість, за ступенем забруднення ґрунтів.

2.2. Види та принципи державного земельного кадастру

Види земельного кадастру в Україні [44]

Залежно від змісту та порядку проведення робіт, земельний кадастр поділяється на два вида: первинний і основний чи поточний та слідуючий [44].

Задачею *основного чи первинного земельного кадастру* слугує початкове одержання чи уточнення відомостей про господарський, правовий та природний стан земель, записування таких даних у земельно- кадастрові документи.

Основний земельний кадастр проводять періодично за повторними зйомками, обстеженнями земель, організації нових чи реорганізації існуючих землеволодінь, виконанням земельно-оціночних робіт, землекористувань, і за чергового заповнення знову ж земельно- кадастрових документів затверджених. Цей кадастр може проводитися у межах окремих землекористувань, землеволодінь, районів та потужних адміністративно-територіальних одиниць, включаючи Автономної Республіки Крим, територію областей, чи країни в цілому.

За проведення основного земельного кадастру аналізують, збирають, і систематизують матеріали та документи, які містять відомості щодо загальної площі землекористувань, і володінь земельними угіддями, якісного стану земель, бонітування ґрунтів та економічну оцінку. Усі зібрані матеріали підлягають ретельному вивченню і перевірці їх достовірності, повноти і об’єктивності. У випадку потреби проводиться коректування матеріалів чи виконуються додаткові роботи для отримання інформації, що не вистачає. Наявні дані після їх розгляду, систематизації і затвердження у чітко встановленому порядку приймаються як вихідні для занесення у земельно-кадастрові документи.

Отож, основний земельний кадастр надає детальну інформацію щодо стану земельного фонду. Наявність досить детальної характеристики стану земельного фонду дозволяє визначити заходи про найбільш правильне та раціонального використання земель у майбутньому. Тому у системі земельного кадастру окремо обліковуються малопродуктивні угіддя, що є придатні для залучення їх у більш інтенсивне застосуваня.

Прикладом слугує те, що із площі сінокосів, перелогів та пасовищ виділяють орнопридатні землі. Із площ чагарників виділяють частки, придатні

до розчистки під сінокоси, ріллю, пасовища. Це значить, що земельний кадастр дивиться на угіддя не з точки зору незмінності та сталості, а з урахуванням можливості їх переведення із одного виду у інший, із менш інтенсивних у більш інтенсивні.

Землі, що слабко чи зовсім не застосовуються у сільськогосподарське виробництво.

Великі зміни у складі земельних угідь відбуваються після насадження садів, чи виноградників, ягідників, полезахисних лісових смуг, доріг, будівництва виробничих центрів, меліоративних каналів. Окрім того, якісний стан угідь зазнає змін. Пасовища і сінокоси, що заросли чагарником, після розкорчування насаджень стають чистими, після розпушування, підсіву трав та внесення добрив малопродуктивні сінокоси та пасовища перетворюються в багаторічні культурні пасовища, покращені угіддя. Досить відчутні зміни у якісному стані земель відбуваються в результаті їх хімізації, меліорації, боротьби із ерозією ґрунтів та проведення заходів, що сприяють різкому підвищенню родючості ґрунту. Підвищення інтенсивності використання земель покладених в основу економічної оцінки земель сприяє збільшенню виходу валової продукції, урожайності сільськогосподарських культур, окупності затрат зростанню чистого доходу, та других показників. Суттєві зміни відбуваються у розподілі земель по категоріях, власникам землі та землекористувачами у зв’язку із будівництвом промислових підприємств, залізниць і автомобільних доріг, відведенням земель для громадських та державних потреб. Окремі зміни відбуваються у присадибному землекористуванні громадян.

Для відповіданя дійсності земельно-кадастрові дані, що вказані зміни потрібно своєчасно відображати у земельному кадастрі. Це значить, що земельний кадастр повинен надати характеристику єдиного державного земельного фонду за власниками землі, призначенням, складом угідь землекористувачами та їх якісним станом на момент проведення основного чи початкового кадастру та забезпечити своєчасне занесення у земельно-кадастрові до-

кументи змін, які відбуваються при використанні земель. Це все спонукає необхідність ведення поточного, чи подальшого земельного кадастру.

Поточний земельний кадастр – це внесення і виявлення в земельно-кадастрові документи змін, після проведення основного земельного кадастру у використанні земель.

Окрім цього, усунення помилок у початкових записах та внесення додаткових відомостей за новими вимогами входить у завдання поточного кадастру. Іншими словами, поточний земельний кадастр може забезпечувати підтримку земельно-кадастрових даних на сучасному рівні.

У поточному земельному кадастрі віддзеркалюються лише законні зміни, що зумовлені використанням земель. Незаконне збільшення площ землекористувань, землеволодінь скорочення площ основних сільськогосподарських угідь, зрошуваних чи осушених земель етапом переведення їх у менш продуктивне використання унаслідок самовільного захоплення чи передачі земель одного власника або землекористувача іншому, та зовсім інші зміни, що виявлені за поточного земельного кадастру, але ще не оформлені у визначеному порядку, в земельно-кадастрові документи не можуть вноситися, а запроваджуються заходи по їх усуненню. Отже, поточний земельний кадастр охороняє права власників землі чи землекористувачів на надані їм землі, сприяє раціональному застосування усіх земельних ресурсів як і основний кадастр.

Ці два земельні кадастри є взаємозв’язані етапи земельного кадастру. Де основний кадастр створює базу для ведення поточного, та визначає сферу його дії. Оновлюючи і доповнюючи відомості основного, поточний кадастр, систематично підтримує дані про земельні ділянки у сучасному стані. А тому, поточний кадастр повинен бути запроваджений відразу після закінчення основного. Інтервал між закінченням основного кадастру та початком поточного може ускладнювати ведення земельного кадастру та привести до потреби періодичного повторювати основний кадастру.

Від якості матеріалів землевпорядкування, зйомок і обстежень, лісовпорядкування, покладених у основу первинного заповнення земельно-кадастрових документів залежить точність земельно-кадастрових даних. За поточного земельного кадастру використовують матеріали основного. Безпосередні визначення площ і виміри проводяться лише на тих ділянках території, на яких були зміни в стані та використанні земель. Отже, поточний земельний кадастр різниться від основного характером виконуваних робіт та обсягом. Він повинен вестися із тією ж точністю, що і основний. Значно знижує точність земельно-кадастрових даних недотримання вимог ведення поточного земельного кадастру.

Основні положення земельного кадастру

Науково-обґрунтоване вивчення земельних ресурсів у природному, правовому і господарському аспектах за проведення земельного кадастру потребує дотримання цілого ряду положень . *Головні положення земельного кадастру* – його законність, наочність, єдність, об'єктивність, безперервність, економічність і доступність.

Єдність земельного кадастру значить, що він повинен вестися за єдиною системою і охоплювати всю територію країни. Народне господарство повинно містити у своїй компетенції дані не лише стосовно окремих землекористувачів, власників землі, але і те, що стосується району, області, Автономної Республіки Крим та країни в цілому. Усе це надає можливості обґрунтовано планувати заходи по раціональному використанню земель у народному господарстві країни, вірно аналізувати розподіл і стан земельного фонду. Проте, єдність земельного кадастру не значить подібну деталізацію земельно-кадастрових відомостей для усіх груп власників землі, категорій земель, і землекористувачів. Ланка деталізації та повнота земельно-кадастрових відомостей окреслюється значенням землі у виробничій чи іншій діяльності землекористувача, власника землі, а потребами у них державних чи господарських органів. А отже, найбільш місткі та детальні відомості потрібно одержати щодо землі населених пунктів, сільськогосподарського

призначення, і також лісового фонду. Землі транспорту, промисловості і іншого несільськогосподарського призначення вирізняються узагальненими відомостями.

Вірність ведення земельного кадастру та використовування його даних забезпечують контроль з боку органів державної влади та відомчого управління, централізоване керівництво. Забезпечення управління кадастром земель, єдності земельного кадастру, і також незалежно від того, в користуванні кого знаходяться землі, здійснюються його місцевими органами контроль за правильністю використання його даних, Держкомземом України.

У виконанні такого принципу велике значення має уніфікація облікових та звітних земельно-кадастрових документів, окрім централізованого управління земельним кадастром. Проте, єднання системи земельного кадастру не вилучає відображення у земельно-кадастрових документах особливостей стану та використання земель у всіх природно-економічних зонах країни. Такі властивості можуть реєструватися у додаткових документах земельного кадастру як доповнення чи додаток до них.

За проведення земельного кадастру окрема увага приділяється аспектам дотримання принципу законності, який знаходиться на сторожі охорони прав землекористувачів і власників землі. Дотримання такого принципу забезпечується законодавчими актами України щодо землі та іншими документами із питань землевпорядкування, землекористування і охорони земель.

Земельний кадастр повинен бути безперервним, а отже, давати особливість стану земельного фонду із врахуванням змін, які відбуваються при використанні земель. Це означає, що дані земельного кадастру повинні відображаючи поточні зміни в господарському, природному і правовому стані земель і систематично уточнюватися. Для підтримання даних земельного кадастру на сучасносному рівні та водночас, добитися стійкості таких даних на якийсь період, у певному порядку вносяться доповнення та зміни в земельно-кадастрові документи. По мірі того, як відбуваються зміни: у складі земе-

льних угідь та їх меліоративному стані – один раз на рік; у якісному стані та оцінці земель – один раз на п'ять років у правовому стані земель.

Земельний кадастр повинен бути об'єктивним, що означає, всі його показники потребують строгої достовірності і власне відповідати дійсності.

Земельні угіддя потрібно обліковувати за їх використанням та фактичним станом. Лише такі об'єктивні дані, що відповідають природному, господарському використанню земель чи правовому, можуть цілком застосовуватися при виконанні державних завдань при управлінні земельним фондом країни та вірного. достовірного використання земель. Таким чином, як внесення поточних змін, так і початкове заповнення земельно-кадастрових документів роблять на основі документів, що підтверджують відповідні зміни. Таким чином, добиваються достовірності даних та повної відповідність їх фактичному стану землеволодінь та землекористувань.

Якщо дивитися об'єктивно, то велике значення має вірність ведення земельного кадастру самими землекористувачами і власниками землі. Усі вони зобов'язані вести кадастр відповідно документів та представляти звіт щодо стану землекористування, землеволодіння із урахуванням змін складу земель. Інженер-землевпорядник селищної, сільської, чи міської рад робить контроль за вірним використанням земель самими власниками чи землекористувачами виїжджаючи на місце чи перевірку додаткових матеріалів та документів, що підтверджують достовірність поданих даних.

Інженер-землевпорядник складає звіт станом на 1 січня кожного року щодо наявності земель, їх розподілу за власниками, землекористувачами, угіддями землі і видами економічної діяльності. Раз у п'ять років складають зведений звіт за наявності та розподілу земель за категоріями, угіддями, власниками землі, землекористувачами, якісним станом і оцінкою земель.

У нашій країні, окрім щорічної звітності, здійснюється державний контроль за використанням земель, яким перевіряється правильність та законність їх використання, вірність виконання землеупорядних, знімальних і робіт по обстеженню, точність та своєчасність земельного кадастру, правиль-

ність зберігання земельно-кадастрових документів та ведення, відповідність кадастрових даних фактичному становищу землекористувань та землеволодінь.

Потрібно на усіх етапах ведення земельного кадастру не робити помилок. Неуважність і неохайність у веденні земельного кадастру спонукає до заплутаності обліку, спотворення кадастрових даних. А там де відсутній правильний облік - створюються можливості для розкрадання та зловживань земель.

За порушення установленого порядку ведення кадастру, що призводить до недостовірності даних земельно-кадастрових відомостей, повинні службові особи будуть притягуватися до адміністративної, цивільної, чи кримінальної відповідальності відповідно до законів України.

Застосуванням сучасних методик космічних зйомок, аерофотозйомок, польового і лабораторного обладнання забезпечується для проведення ґрунтових, меліоративних агрохімічних і геоботанічних обстежень, комп'ютерної, електронно-цифрової обчислювальної техніки забезпечується економічність земельного кадастру. Сприяє одержанню необхідних відомостей природний, правовий та господарський стан земель щодо ведення основного та поточного земельного кадастру з а мінімальних затратах засобів та праці.

Для широкого застосування земельно-кадастрових даних в повсякденній виробничій діяльності господарств, їх потрібно зробити максимально доступними та наочними для споживачів інформації. Це значить, що земельний кадастр повинен бути вільним і простим від непотрібних показників у плануванні, управлінні і контролі за вірним використанням земель. Не задовольняє потреби оперативного керівництва складний кадастр, а також контролю за правильним використанням земель із боку зацікавлених організацій та державних закладів, що створює основу безгосподарності та зловживань. Окрім того, величезний кадастр спонукає збільшенню штату працівників земельно- кадастрової служби. Тому, земельний кадастр ведеться у виключно

встановлених документах за загальноприйнятою класифікацією угідь та ніяких змін у нього вносити не можна. Він буде максимально прозорим у тім випадку, коли на кожне землекористування та землеволодіння поряд із текстовою документацією відтворюється картографічний матеріал.

Дотримання усіх названих принципів може забезпечити вірність ведення земельного кадастру та своєчасний контроль за використанням земель.

Методологічні основи у державному земельному кадастрі

Земельний кадастр базується у методологічному аспекті на великій продуктивності та дохідності земель. Проведення його пов'язане із використанням даних, що описують продуктивність земель. У його витоках знаходиться вчення про земельну ренту, що є різницею поміж індивідуальною ціною виробництва та загальною, яка визначається поганими умовами виробництва, а саме, землями гіршої якості.

Економічні чинники частіше всього впливають на результати загальної оцінки земель та характеризуються різними обсягами затрат виробництва залежно від розташування один від одного господарств до пунктів реалізації їх продукції, чи баз постачання матеріально-технічних засобів виробництва.

Економічні, організаційно-господарські та природно-історичні чинники впливають на земельну ренту та диференціальний дохід.

До організаційно-господарських чинників, що мають вплив на оцінку земель, відносять віддаленість земель від виробничих центрів господарств, склад і співвідношення земельних угідь, земельний устрій. Отже, із віддаленням ріллі від садиби зниження прибутковості земель залежить від: зростання затрат на переїзди та переходи; зміни структури посівів с.г. культур у бік зросту посівів екстенсивних чи малоінтенсивних культур; зниження врожайності унаслідок меншої забезпеченості добривами та нижчої культури землеробства.

Природно-історичні чинники по-різному мають вплив на результати оцінки земель в залежності від економічного стану господарств. У екстенси-

вному господарстві використовується, як правило, природна родючість ґрунту, а в інтенсивному господарстві - головним чином, земля розглядається, як засіб для того аби прикладати працю та капіталу. Таким чином, у першому варіанті ціниться хімічний склад ґрунтів, де наявний стан поживних елементів, тоді як у другому варіанті із широким застосуванням мінеральних добрив на першому місці виявляються фізичні властивості ґрунту та їх здатність відзиватися на додаткові дози поживних елементів.

У розробленій методиці земельного кадастру в Україні дохід, що одержаний із гектара оцінюваних земель, у порівнянні із доходом із відповідно гірших земель називають різницевим, чи додатковим продуктом (ДП), та визначається різницею поміж валовим (ВП) та основним (ОП) продуктами. Інакше кажучи, увесь валовий продукт роз'єднується на основний та додатковий:

$$ОП = З_ф * ОЗ_{вих}$$

А отже, за вихідної окупності затрат ($ОЗ_{вих}$), основний продукт за своїм обсягом прямо пропорційний фактичним затратам ($Зф$). Тому, чим більші фактичні затрати, тим вищий повинен бути обсяг основного продукту, і меншим розмір буде додаткового продукту. Отже, додатковий продукт є диференційним доходом, що відображає розмір доходу в залежності від фактичних затрат.

За формулою, чим вищі затрати - тим менший диференційний дохід та навпаки. Загальний диференційний дохід ($ДД$) складається із додаткових продуктів I II ($ДП_I$), ($ДП_{II}$):

$$ДД = ДП_I + ДП_{II}$$

Диференційний дохід I – це дохід, що було одержано на різноякісних землях порівняно із гіршими землями за такого самого чи середньому рівні затрат живої та неживої праці, а саме, за однакового рівня інтенсивності ведення господарства. Створюється він, як правило, за рахунок

об'єктивних чинників: кліматичні умови, природна родючість, рівень ведення господарства та вираховується за формулою:

$$ДП_I = З_{вих} x (ОЗ_ф - ОЗ_{вих})$$

Диференційних дохід II - утворюється за рахунок ефективності капітальних вкладень на землях різної якості, роботи суб'єктивних чинників та, як правило за рахунок інтенсифікації виробництва, та вираховується за формулою:

$$ДП_{II} = (З_{вих} - З_{вих}) \ x \ (ОЗ_ф - ОЗ_{вих})$$

Великого сенсу в методологічному спрямуванні для земельного кадастру набуває абсолютна та монопольна рента.

Абсолютна земельна рента – зумовлюється монополією приватної власності на землю.

Монопольна земельна рента – різниця поміж монопольно великою ціною на рідкісний продукт та суспільною вартістю його . Може виникати за рахунок суспільства та становить завищену ціну або довільну вартість. Прикладом є: цитрусові рослини у наших кліматичних умовах не культивуються, тому власник, що привіз їх встановлює на них монопольну ціну чи ренту.

Сучасний стан та порядок ведення державного земельного кадастру.

Курс на реформування економіки на ринкових засадах взято із перших днів появи демократичної влади в нашій країні, що потребувало зміни земельного кодексу і формування господарів землі. Тому, першим законодавчим актом щодо землі в Україні стала постанова Верховної Ради Української РСР що прийнята від 18 грудня 1990 р.: "Про земельну реформу". У її завдання ввійшло перерозподіл земель із видачею права на володіння і користування, створення умов щодо раціонального використання та охорони земель, формування багатоукладної економіки, рівноцінного права розвитку різних форм господарювання.

Проведення такої земельної реформи потребувало надання потрібної інформації щодо землі. Тому така постанова зобов'язувала місцеві органи ради до 15 березня 1991 року проводити інвентаризацію земель всіх категорій, нераціонально чи способами, що призводять до зниження родючості ґрунтів, їхнього хімічного та радіоактивного забруднення, також визначити ділянки, які використовуються не за цільовим призначенням, та погіршення екологічного стану [46]. Ця інформація, п о суті, надавала відомості щодо землекористувачів, кількість та якість земель. Зазвичай, у визначені жорстких строків практично не можна було провести детальну інвентаризацію усіх таких земель. І головна увага надавалася одержанню відомостей щодо землі сільськогосподарських призначення. Саме це могло задовільнити потреби реформування земельних відносин, а саме, у сільському господарстві [46].

За проведення таких головних етапів земельної реформи, як приватизація землі і роздержавлення, з'явилася потреба у регулюванні законодавчому нових земельних відносин у країні. Такому завданню відповідав Земельний кодекс України, що був прийнятий Верховною Радою України 25 жовтня 2002 р [46].

Це був головний закон щодо землі, і поруч із потрібними правовими нормативами регулювання земельних відносин у державі закріпив законодавчі норми про ведення державного земельного кадастру.

Науково-методичні основи і зміст одержання земельно-кадастрової інформації було вироблено т а випробувано в Україні ще до прийняття її незалежності. Для переходу на постійно систему даних земельного кадастру Кабінет Міністрів України, своєю постановою від 12 січня 1993 р. № 15 "Про порядок ведення державного земельного кадастру" проголосив "Положення щодо порядку ведення державного земельного кадастру" [45]. У цім Положенні чимало відображено конкретизація самого призначення державного земельного кадастру: «Він призначений аби забезпечувати споживачів необхідними відомостями не просто про землю, як у Земельному

кодексі, а щодо господарського, природного стану і правовий режим земель.

У такому Положенні було більш-менш розширено сам зміст державного земельного кадастру, а саме, даними зонування територій населених пунктів. Таке положення було пов'язане з введенням містобудівного кадастру щодо Закону України від 16 листопада 1992 р. "Про основи містобудування" [45], який спирався на дані державного земельного кадастру.

Також, у "Положенні про порядок здійснення державного земельного кадастру" [45], одна із його частин визначається не як реєстрація землекористувань, землеволодінь, а саме як реєстрація права власності на землю, реєстрація права користування землею.

Але, на сьогодні така реєстрація землі перебуває на стадії формування та становлення, і набуває нового змісту. У державному земельному кадастрі робиться реєстрація земельних ділянок, нерухомого майна і прав на них, також і договорів оренди землі. Такий порядок проведення регулюється Державним комітетом земельних ресурсів.

Регуляція майнових і земельних відносин потребує запровадження нових підходів щодо реєстрування землекористувань, землеволодінь поряд із об'єктами нерухомості, що розміщені на такій території.

Найбільш потребуючою для споживачів інформацією опинилися дані щодо площі земельних ділянок, тобто самого обліку кількості земель. відмінно від колишнього періоду, коли облік вели тільки за землекористувачами, категоріями земель, угіддями та меліоративним станом при зрошувані, осушені земель, тепер ще й включається кількісна інформація щодо землі у межах населених пунктів та поза ними, землі за формами власності, що було надано у тимчасове користування, у тому числі на умовах оренди, також, землі, що підлягають оподатковуванню та не оподатковуються.

Результати обліку кількості земель показують фактичний стан їхнього використовування та кожного року доводять до відома усіх господарських та державних органів управління земельними ресурсами в країні. Ме-

тодика отримання результатів про площі земель гарно відпрацьована та не вимагає якихось великих змін, хоча з боку способів одержання картографічних земельно-облікових матеріалів та точності визначення обліку чисельності землі вимагає ще удосконалення. Це все як наслідок зростанням ролі землі у ринковій економіці, особливо за оподаткування її власників, землекористувачів і за купівлі- продажу її.

Проведення обліку якості земель відповідає вимогам обґрунтованого включення природних властивостей ґрунтів за використання у господарській діяльності. По цим показникам проводиться розміщення сільськогосподарського виробництва, аналізування використання землі, економічне стимулювання їхнього раціонального використання та охорони, планування врожайності культур сівозміни, оцінку результатів господарської діяльності с.г. підприємств. Результати обліку якості земель використовуються за бонітування ґрунтів.

За діючим "Положенням щодо порядку ведення державного земельного кадастру" обліку завбачається якість усіх категорій земель:

> характеристика земель по товщі гумусового горизонту, вмістом гумусу та рухомих елементів живлення, механічним складом ґрунтів, еродованістю, крутизною схилів, засоленістю, кам'янистістю, солонцюватістю, кислотністю, заболоченістю, перезволоженістю, забрудненням продуктами хімізації с. господарства, і також техногенним, включно радіонуклідне;

> класифікація усіх земель сільськогосподарського призначення за придатністю із виділенням особливо цінних земельних ділянок;

> лісотипологічна характеристика угідь;

> особливості культуртехнічного стану природних кормових угідь;

> класифікування земель населених пунктів, які проводяться за функціональним призначенням по даним містобудівного кадастру;

> особливості земель населених пунктів по інженерно-геологічним умовам, ступенем забезпеченості інженерно-транспортною, соціальною, і

природоохоронною інфраструктурою, об'єктами рекреаційного, оздоровчого і історико-культурного призначення.

За кількістю показників, результати обліку якості земель є дуже об'ємними. Повністю їх ще не вдалося описати у наявній земельно-кадастровій інформації. Такі результати вміщують інформацію про якість сільськогосподарських земель із ряду даних. Так, на сьогодні ще не висвітлюється інформація щодо забруднення ґрунтів гербіцидами, пестицидами, важкими металами, нітратами і радіонуклідами.

Про особливість лісових угідь, то вона подається у системі державного лісового кадастру, який поміщає цілий ряд документів щодо правового режиму лісового фонду, розподілу його поміж користувачами, якісного та кількісного стану лісового фонду, поділу лісових масивів по групам і внесення до категорій захисних, економічне оцінювання і інші результати, які є потрібними щодо раціонального ведення лісового господарства та оцінки результатів господарської діяльності у лісових фондах [46]. Таким чином, у системі державного земельного кадастру особливість лісових угідь повинна надаватися не по типу лісу, а по типу ґрунту, що, безперечно має враховуватися за економічної оцінки лісового фонду.

У "Положенні щодо порядку ведення державного земельного кадастру", як вказується, економічна оцінка земель лісного фонду робиться на базі нормативів економічного наслідку від водоохоронних, захисних, клімат регулюючих, та інших природних, корисних властивостей лісів, і також їхнього лісосировинного значення.

Таким чином, у земельно-кадастровій інформації, що буде використовуватися у лісовому кадастрі, повинні бути дані щодо типу ґрунту. Такі дані впливають на кількість лісової сировини, що економічно оцінює лісовий фонд.

Тоді коли говориться щодо земель населених пунктів, то результати обліку якості земель відіграють важливе значення щодо зонування території, розподілу земель по формам власності, плат за них. Останнім часом,

набувають розповсюдження експериментальні обстеження земель для отримання даних із проведення грошової їхньої оцінки. Такі роботи вбачають проведення ґрунтових обстежень, по результатах яких вказується генетичний тип ґрунтів щодо вирахування розмірів грошової оцінки. Тому, ми вважаємо, як і цілий ряд авторів, що земельно-кадастрові результати про особливість земель населених пунктів повинні мати межу тільки інформацією про генетичний тип ґрунту і його площу. По особливостям земель населених пунктів за ступенем забезпеченості соціальною, інженерно-геологічними умовами, інженерно-транспортною і природоохоронною інфраструктурою, рекреаційного, об'єктами оздоровчого і історико-культурного назначення – це включено до функцій тільки містобудівного кадастру.

Аналіз даних обліку якості земель, показує, що у складі державного земельного кадастру, відбувається його забезпечення отримання потрібних та ймовірних відомостей щодо вирішення важливих завдань із регулювання земельних відносин в Україні. Беручи до уваги це, інформація щодо якісного стану земель є багатогранна і об'ємна, потрібно за її одержання вкрай дотримуватися принципу економічності даних. На сьогодні це має вкрай важливе значення, тому, що коштів на виконання таких робіт в належній кількості немає. Таким чином, потрібно переглянути пункт 19 "Положення щодо порядку ведення державного земельного кадастру", де вказується, що звітні дані щодо якості земель складаються один раз на 5 років. Зважуючи на досвід зарубіжних країн із ринковою економікою, там де подібним роботам наділяють великої уваги, потрібно обліковувати якість земель в нашій країні не за 5, а через повних 15 років.

Уперше в Україні були проведені в 1993 році суцільні роботи із бонітування ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення. Бальна оцінка знаменувала агровиробничі групи ґрунтів за цілим рядом природних властивостей таких, як вміст гумусу, глибина генетичного горизонту, вміст фракцій фізичної глини, кислотність. Як вказується в методиці із проведення бо-

нітування ґрунтів нашій державі, його результати слугують встановленню розмірів плати за землю та вартісної оцінки.

Узагальнені результати обліку якості земель, що є основою по бонітуванню ґрунтів, являють собою порівняльну оцінку ґрунтів по головним природними властивостями, які мають постійний і характер і істотно мають вплив на урожайність сільськогосподарських культур у певних природно-кліматичних умовах. Отже, сфера застосування таких результатів по бонітуванню ґрунтів обмежується вимогами тільки сільськогосподарського виробництва.

В нашій державі проведено загальне та часткове бонітування ґрунтів. Перше проведено по основним природними властивостями. Вони описують ґрунт як природно-історичне тіло, яке може задовольняти середні потреби усіх сільськогосподарських культур у поживних елементах та волозі в певних умовах теплового, повітряного і водного режимів. Друге бонітування ґрунтів що проведено по природнім властивостям, найбільш повно корелює із урожайністю таких культур: озимого жита, озимої пшениці, вівса, кукурудзи на зерно, цукрових буряків, соняшнику, льону, картоплі.

У другій ланці урегулювання земельних відносин важливого значення мають результати загального бонітування ґрунтів, що використовуються за визначення грошової оцінки на рівні земельних ділянок у напрямку диференціації за балом бонітету щодо грошової оцінки і балу бонітету і сільській раді.

У послідуючі роки, тоді, коли будуть сформовані та функціонуватимуть зовсім нові сільськогосподарські підприємства, важливу роль матимуть результати часткового бонітування ґрунтів щодо вирішення питань посівів сільськогосподарських культур на відповідних землях, орендної плати за землю в натуральному виразі, планування урожайності культур.

2.3. Порядок ведення та сучасний становище державного земельного кадастру

Земельно-кадастрові дані означуються даними економічної оцінки земель і грошовою оцінкою земельних ділянок. А отже, економічна оцінка земель має два типи:

- грошова оцінка в гривнях;
- відносна економічна оцінка у балах.

Відносна економічна оцінка земель у нашій державі проводиться ще з 70-х років XX сторіччя та є результатом двох її турів: 1980 і 1988 років, тоді як грошова оцінка земель розпочата зовсім недавно. 23 лютого 1995 року Постановою Кабінету Міністрів України було затверджено "Методику грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення і населених пунктів " тимчасова, із доповненнями 31 жовтня 1995 року. 30 травня 1997року затверджено Постановою Кабінету Міністрів України "Методику грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення" окрім земель населених пунктів.

Уся документація відносної економічної оцінки земель держави, що була проведена у 1988 році, заснована на багаторічних статистичних результатах щодо урожайності культур та затрати на їхнє вирощування. За урожайністю, окупністю затрат і диференціальним доходом, вартістю валової продукції, що описують ефективність використання, продуктивність, та дохідність земель, оцінено їх у балах. Викладена оцінка є загальною та частковою. Часткова показує на ефективність, а саме, придатність до вирощування основних сільськогосподарських рослин. Ці результати, як і результати часткового бонітування ґрунтів, однаково практично застосовуються.

Проте, на сьогодні це стосується тільки загальної економічної оцінки земель. Дані щодо рентного диференціального доходу беруться за основу за обчислення грошової оцінки земель. Такий кропіткий підхід до грошової оцінки земель по результатам їхньої дохідності в колишньому, спонукає у фахівців сумнів про фактичну цінність землі. Тому, виникає цілий ряд запитань із цієї проблеми.

- По-перше, чи можуть теперішні економічні показники застосовуватися для розрахунків диференціального доходу, тоді як за умов економічної кризи він таки має від'ємне значення. за такої умови результатом грошової оцінки земель може слугувати від'ємне число, що не має логічного завершення.

- По-друге, чи має виправдання минула методика визначення показників економічної оцінки земель, посеред яких застосовуються лише диференціальний дохід щодо вирахунку грошової оцінки. Можливо, існує біль простий спосіб прийти до цього.

- По-третє, під час економічної кризи, що склалася та не закінчується у світі і нашій державі, призначений законодавством строк оновлення вихідної статистичної інформації щодо економічної оцінки земель (через 4-5 років) не може бути дієздатним.

Регуляція земельних відносин на теперішньому етапі потребує фактичного застосування грошової оцінки земель як правило, у таких двох важливих сферах:

- за купівлі-продажу земель;
- за оподаткування при використанні.

В двох ситуаціях грошова оцінка заснована на нормативній, розрахунковій дохідності землі.

Проте, коли робиться купівля-продаж землі, то її оцінка здатна здійснюватися за ринковими цінами. Тепер таку оцінку землі називають комерційною експертною оцінкою [47].

За визначення ринкової ціни землі впроваджують способи прибутковості, витрат, аналогів. Способом аналогів, сама ринкова ціна землі розраховується порівнянням предмету оцінки із аналогічними об'єктами, що недавно були продані чи виставлені на продаж. Спосіб прибутковості за продажу землі заснований на очікуваному чистому прибутку у майбутньому від його використання із включенням прибутку на інвестицію за даними ринку.

Спосіб витрат використовується задля визначення ринкової ціни тільки забудованих земель; вартість об'єкту визначається скрізь оцінку поточних витрат на заміщення уже існуючих будівель такими самими із подібними ж функціональними особливостями із врахуванням усіх видів зносу та приєднанням до одержаного результату оцінки ринкової вартості земельної ділянки.

Тому, маємо зробити певні висновки та пропозиції для ведення економічної, бонітування ґрунтів, і грошової оцінки земель як одного процесу оцінки земель. Ми вважаємо, що проведені часткове бонітування ґрунтів та часткова економічна оцінка земель містять однакове практичне застосування. По їхнім даним потрібно згрупувати усі оцінені сільськогосподарські угіддя у групи чи класи придатності земель задля вирощування сільськогосподарських рослин і перевести це на картографічні матеріали. Фактично, ця оцінка земель має разовий характер.

Якщо говорити про загальне бонітування та загальну економічну оцінки земель, то їх потрібно проводити періодично, та менше одного разу на 15 років. Додаткові роботи із бонітування ґрунтів не вбачають труднощів за присутності результатів нових обстежень ґрунтів. Достатньо складні повторні роботи із економічної оцінки земель, а саме, в періоди із несприятливими економічними умовами. Саме в цей час результати економічної оцінки земель можна лишати на рівні колишнього періоду або індексувати за середнім індексом цін.

Як показує досвід сільського господарства, економічна оцінка земель постійно викликає дискусії на рахунок ймовірності методики її проведення і одержаних результатів. Цілком можливо погодитися із тим, що не завжди практичні показники урожайності культур та затрат на їхнє вирощування є достовірні цінності землі, що зумовлена як природною , так і штучною родючістю ґрунту. На сьогодні майже неможливо виокремити природну родючість ґрунту зі штучної - тому що маємо загальну економічну родючість.

Якщо припустити, що в колишні періоди був цілком однаковий рівень інтенсифікації землеробства, то досить різну абсолютну урожайність рослин можна пояснити різною природною родючістю, а штучна родючість цілком поетапно і рівномірно збільшувала урожай на різних грунтах за рахунок середніх капіталовкладень.

У висновку відмітимо, що економічна оцінка земель як засобу виробництва вміщує економічну оцінку за природною ї х родючістю та економічну оцінку за штучною їх родючістю.

Це надає можливість запропонувати таку методику грошової оцінки земель, що заснована на нормативному розміру доходу, що диференційована до бала бонітету ґрунту. Для нього, по-перше, потрібно визначити показник грошової оцінки земель на загальнодержавному рівні, після того - диференціювати його по балам бонітету для кожної земельної ділянки. Усе це буде відображати її нормативну грошову оцінку.

Аби одержати фактичну грошову оцінку земель необхідно ввести поправочні коефіцієнти на технологічні властивості земель чи місце розташування, кам'янистість, контурність, рельєф, енергоємність. Такий метод дуже зменшую витрати на виконання оцінних операцій та надає реальні об'єктивні дані щодо грошової оцінки земель в період поміж проведенням повторних робіт.

Із результатів проведеного дослідження потрібно зробити загальні висновки: державний земельний кадастр України являє собою єдину систему всебічних даних про землю. Він забезпечує потрібною і ймовірною інформацією усіх споживачів, пов'язані із використанням землі і задовольняючи виробничі потреби. У цім статусі головне значення має прийняття Постанови Кабінету Міністрів України від 2 грудня 1997 р. № 1355 "Про Програму створення автоматизованої системи ведення державного земельного кадастру" [48]. Цією програмою передбачено цілий ряд заходів, що спрямовані на автоматизацію інформаційно-технологічних процесів , що пов'язані із

оперативним веденням та використовуванням результатів державного земельного кадастру.

Проведення державного земельного кадастру в автоматичному режимі за широкого використання комп'ютерної техніки вимагає розробки та упровадження паперової, земельно-кадастрової документації у текстовому вигляді на вихідному чи базовому рівні. Одержані таким чином результати узагальнюватимуться та вестимуться у автоматизованому режимі на різних рівнях: району, автономної республіки, області, країни.

Потрібно провести аналіз підготовки фахівців з земельного кадастру у вищих навчальних закладах та сконцентрувати їхню підготовку там, де є необхідна навчально-методична база та кваліфіковані науково-педагогічні кадри, ураховуючи зростаючі вимоги до технологій виконання робіт і якості земельно-кадастрової інформації Держкомзему України.

2.4. Земельні ресурси - об'єкт державного земельного кадастру

«Земельні ресурси країни є об'єктом державного земельного кадастру, іншими словами, всі землі у межах території України, та включені острови і землі, які зайняті водними об'єктами є власністю українського народу».

За ведення державного земельного кадастру ураховують адміністративно-територіальне положення земель, їх господарське використання, цільове призначення, якісний стан і оцінку.

За Земельним кодексом України компетенцією в галузі земельних відносин наділені Верховні Ради України та Автономна Республіка Крим, Кабінет Міністрів України, та Рада Міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві ради, центральні органи виконавчої влади по питанням екології та природних ресурсів, земельних ресурсів і місцеві державні адміністрації. Щодо виконання своїх функцій потрібно їм інформація щодо класифікації земель, правового режиму земельних ділянок, їхню кількісну та якісну характеристику і оцінку.

Класифікація земель завбачає їхній розподіл по найбільш характерним ознакам. Згідно земельного законодавства України такою ознакою слугує цільове призначення земель, що вбачає нормативне їх цільове використання, а саме встановлений в нормативному порядку правовий режим використовування земель, або їхній правовий статус, в залежності од видів робіт суб'єктів права власності на землі і права користування землею чи суспільних інтересів.

За цільовим призначенням землі України поділяються на дев'ять класів:

- земля забудови житлової і громадської;
- земля сільськогосподарського назначення;
- землі оздоровчого призначення;
- землі природно-заповідного фонду і іншого природоохоронного призначення;
- землі історико-культурного призначення;
- землі рекреаційного призначення;
- землі лісового фонду;
- землі водного фонду;
- землі промисловості, зв'язку, транспорту, енергетики, оборони і іншого призначення [43].

Земельні ділянки кожної класу земель, що не надані у власність чи користування громадян або юридичних осіб, перебуватимуть у запасі.

Поділення земель до тієї чи іншої категорії робиться шляхом рішень органів державної влади і органів місцевого самоврядування відповідно до їхніх повноважень.

Зміна цільового призначення земель можливо відбуватиметься по рішенню названих органів щодо передачі земель у власність чи надання у користування, вилучення, чи викупу земель.

Порушення зміни цільового призначення, порядку встановлення земель може спонукати до негативних наслідків: можливо бути відмовлено у

державній реєстрації земельних ділянок чи визнання її недійсною певним рішенням органів державної влади і органів місцевого самоврядування; за надання чи передачу земельних ділянок юридичним та фізичним особам і угоди про земельні ділянки можуть визнані бути недійсними.

Юридичні та фізичні особи, що є винними у порушенні порядку установлення і зміни цільового призначення земель, будуть притягнуті до відповідальності згідно закону.

Найбільшу площу в 40378,2 тисяч гектарів займають землі сільськогосподарського призначення серед земель України, що являються самим цінним ресурсом держави та забезпечують найголовніші потреби суспільства.

Під землями сільськогосподарського призначення **мають на увазі** землі, надані під виробництво сільськогосподарської продукції, присвячені сільськогосподарській науково-дослідній та навчальній діяльності, поміщення конкретної виробничої інфраструктури чи призначені для таких цілей. До таких земель сільськогосподарського призначення відносять сільськогосподарські угіддя: насадження багаторічних культур, рілля, пасовища, сіножаті, перелоги, і несільськогосподарські угіддя: господарські прогони та шляхи, полезахисні лісові смуги і інші захисні насадження, окрім тих, які віднесені до земель лісового фонду, землі непостійної консервації, та землі під господарськими будівлями та дворами.

Такі землі сільськогосподарського призначення можуть передаватися у власність і надаються в користування:

- сільськогосподарським підприємствам, аби вести товарне сільськогосподарське виробництво;

- окремим громадянам, щоб вести особисте селянське господарств, городництво, садівництво, сінокосіння, випас худоби, проведення сільськогосподарського виробництва певного товару;

- несільськогосподарським установам та організаціям, підприємствам, релігійним організаціям та об’єднанням громадян за для ведення свого власного господарства;

- також сільськогосподарським науково-дослідним установам і навчальним закладам, професійно-технічним училищам, сільським і загальноосвітнім школам щоб задовольнити дослідну та навчальну мету, пропаганду провідного досвіду ведення сільського господарства.

Головним чином, більшість земель сільськогосподарського призначення знаходиться у власності та користуванні громадян, земельні ділянки яким надаються аби вести особисте селянське чи фермерське господарство, сінокосіння і випасання худоби, садівництво, ведення товарного сільськогосподарського виробництва, городництво.

Наполягати можуть на право власності землі сільськогосподарського призначення сільськогосподарські підприємства по веденню товарного сільськогосподарського виробництва. Таке право власності на землю таких підприємств може бути чинним завдяки внесенню до статутного фонду земельних ділянок їхніх основоположців і придбання земельних ділянок по договору купівлі-продажу:- даруванню, міни та іншими цивільно-правовими угодами.

Надаються в використання сільськогосподарським науково-дослідним установам і сільським професійно-технічним училищам і загальноосвітнім школам, навчальним закладам, задля дослідних та навчальних цілей, ідей передового досвіду ведення сільського господарства саме землі сільськогосподарського призначення.

Несільськогосподарські установи й організації, підприємства, релігійні організації і об’єднання громадян набуватимуть у власність чи оренду сільськогосподарського призначення землі задля ведення підсобного господарства. Такі підприємства, організації чи певні установи застосовують надані таким чином землі із ціллю виробництва сільськогосподарських продуктів задля покращення постачання їдалень, робітників та службовців, шкіл, лікарень, дитячих установ, будинків престарілих і інвалідів, будинків відпочинку, санаторіїв. Особи без громадянства та іноземні громадяни можуть використовувати землі цієї категорії задля ведення особистого селянського гос-

подарства, індивідуального чи то колективного садівництва тільки за умов оренди.

Земельний кодекс України прикріплює перевагу земель сільськогосподарського призначення. Землі, повинні надаватися для сільськогосподарського використання що були визнані у встановленому порядку належними для вимог сільського господарства. Приналежність цих земель для потреб сільського господарства на підставі даних державного земельного кадастру визначається землевпорядними фондами. Землі сільськогосподарського призначення задля несільськогосподарських цілей можуть бути вилучено лише у випадках, коли інших земель немає.

Земельні ділянки у межах населених пунктів, що використовуються задля розміщення громадських будівель і споруд, житлової забудови, інших об'єктів загального користування належать д о *земель житлової та громадської забудови*.

Використовування таких земель житлової і громадської забудови роблять у відповідності до генерального плану населеного пункту, плану земельно- господарського устрою, іншої містобудівної документації, із виконанням державних стандартів та норм, регіональних та місцевих правил забудови.

2.4.1. Земельні ресурси та їх категорії

Відокремлену категорію *становлять землі природно-заповідного фонду і іншого природоохоронного призначення*. Такими землями природно-заповідного фонду слугують ті ділянки суші та водного простору із природними комплексами і об'єктами, які належать до особливої природоохоронної, екологічної, наукової, естетичної, рекреаційної і іншої цінності. Їх виділяють із ціллю збереження генофонду тваринного та рослинного світу, природного розмаїття ландшафтів, підтримання загального екологічного балансу і забезпечення моніторингу навколишнього природного середовища фонового.

У такому разі природно-заповідний фонд підлягає охороні законодавством України як національне надбання, до якого прикріплений особливий режим відтворення, охорони та використання. Наша держава розглядає цей фонд у складі світової системи природних територій і об'єктів, які перебувають під особливою охороною. Цей фонд вміщує природні території та об'єкти: національні природні парки, природні заповідники, регіональні ландшафтні парки, біосферні заповідники, заказники, заповідні урочища, пам'ятки природи, а також створені об'єкти штучно: ботанічні сади, зоологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва, дендрологічні парки.

До земель іншого природоохоронного призначення відносять земельні ділянки у межах яких є природні об'єкти, які мають особливу наукову цінність та водно-болотні угіддя, які не віднесені до земель лісового та водного фонду.

На сьогодні на площі близько 12,7 % території країни мають природний чи близький до такого стан ландшафти. У загальному станом на 01.01.2001року, природно-заповідний фонд України містив у своєму складі 6939 територій та об'єктів із загальною площею 2508,7 тисяч гектар, що становить 4,16 % всієї території.

Для запобігання негативного антропогенного впливу на довкілля, держава зобов'язалася розвивати природно-заповідного фонд як однин із завдань по охороні та відтворенню природних ландшафтів.

Головною умовою успішного розвитку та функціонування заповідних об'єктів слугує удосконалення правової бази і системи управління у галузі заповідної справи. Правові засади охорони, організації, ефективного використання природно-заповідного фонду та відтворення його природних комплексів і об'єктів визначає Закон України "Про природно-заповідний фонд України" [45]. Щодо реалізування таких положень закону було створено службу державної охорони природно-заповідного фонду.

Останніми роками було дуже розширено мережу територій та об'єктів природно-заповідного фонду державного і місцевого призначення. Проте, 2/3 видів природних ландшафтів не занесені у природно- заповідний фонд. Це потрібно мати на увазі за створення нових об'єктів цього фонду.

Вкрай важливим у галузі охорони природи і заповідної справи слугує Закон "Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки". У програмі цього закону є пропозиція змінити структуру земельних угідь нашої держави шляхом зменшення оброблюваних земель і відповідного збільшення відновлених природних ландшафтів, а саме, перенаправлення до збалансованого природокористування. А отже, площу природно-заповідного фонду потрібно розширити до 10,4 % від площі усіх земель.

Землями оздоровчого призначення призначають землі, що від природи мають лікувальні властивості. Вони можуть використовуватися чи застосовуються за для профілактики захворювань та лікування людей. На таких землях забороняється будь-яка діяльність, що суперечить їхньому цільовому призначенню чи може подіяти на їхні природні лікувальні властивості. Щоб забезпечити режим природоохоронних земель і також земель оздоровчого призначення вбачається створення охоронних округів, зон, та зон санітарної охорони. На кордонах зони та округу санітарної охорони заборонено будь-яка передача земельних ділянок у власність чи то надання в користування установам, підприємствам, організаціям та громадянам, загальна діяльність яких не може забезпечувати охорону природних лікувальних властивостей та сприятливі умови для відпочинку населення.

Землі, що використовуються для організації туризму, відпочинку населення та проведення спортивних заходів відносять до *земель рекреаційного призначення*. До них належать земельні ділянки зелених зон та зелених насаджень міст і населених пунктів, екологічних стежок, навчально-туристичних, маркованих трас, ті земельні ділянки, що зайняті територіями пансіонатів, будинків відпочинку, туристичних баз, об'єктів фізичної куль-

тури та спорту, яхт-клубів, кемпінгів, будинків мисливців та рибалок, стаціонарних та наметових туристично-оздоровчих таборів, дитячих та спортивних таборів, дитячих туристичних станцій, інших таких об'єктів, і також земельні ділянки, що надані для дачного будування та спорудження будинків стаціонарної рекреації. На таких землях заборонена будь-яка діяльність, яка перешкоджає чи може перешкоджати використання таких за призначенням, і може негативно впливати чи вплинути на їхній природний стан.

В державі дуже багато оздоровчо-рекреаційних ресурсів. Біля 7,7 млн. га займає територія оздоровчо-рекреаційної мережі, що становить 12,7% території України.

Землями історико-культурного призначення визнають землі, на яких розташовуються: «музеї-заповідники, історико- культурні заповідники, меморіальні кладовища, меморіальні парки, могили, по'вязані з історичними подіями, давні поховання, городища, кургани, пам'ятні скульптури, залишки фортець, поля давніх битв, військових таборів, і комплекси, історичні центри, архітектурні ансамблі, площі, квартали, залишки стародавнього планування та забудови міст і інших населених пунктів, промислової, споруди цивільної, культової, народного зодчества, військової архітектури, фонова забудова, садово-паркові комплекси».

Довкола меморіальних парків, історико-культурних заповідників, архітектурних ансамблів, давніх поховань і комплексів встановлюються охоронні зони зі забороною діяльності, що може вплинути чи шкідливо впливає на дотримання режиму використання цих земель. Організаційні, правові та соціально-економічні асоціації у поприщу охорони земель історико-культурного призначення за для їх збереження, використання у суспільному житті та захисті традиційного характеру середовища із користю теперішнього та колишнього поколінь керує Закон України "Про охорону культурної спадщини".

До земель *лісового фонду* відносять землі, що укриті і не вкриті лісовою рослинністю, нелісові землі, що надані і застосовуються для потреб лі-

сового господарства. Земельні ділянки лісового фонду рішенням органами виконавчої влади чи органами місцевого самоврядування можуть надаються у постійне користування спеціалізованим комунальним чи державним лісогосподарським підприємствам, а лише на умовах оренди можуть надаватися іншим установам, підприємствам та організаціям, у яких було організовано спеціалізовані лісогосподарські підрозділи, задля спеціального використання лісових ресурсів, ведення лісового господарства, та потреб мисливського господарства, рекреаційних, культурно-оздоровчих, туристичних цілей, спортивних, проведення науково-дослідних робіт.

Юридичним особам та громадянам земельні ділянки замкненого типу лісового фонду площею до 5 гектарів, що перебувають у складі угідь фермерських, селянських і інших господарств, можуть бути передаванні безоплатно чи за плату у власність.

Землі лісового фонду є не лише просторовим підгрунтям, але і засобом виробництва щодо одержання деревини і іншої продукції, також дуже важливим природним чинником, що має велике значення в житті людства. Їх площа серед усіх земель сягає 0,9%.

Землями водного фонду окреслені землі, що зайняті річками, морями, водосховищами, озерами, іншими водними одиницями, болотами, до того ж: прибережними захисними смугами вздовж морів, річок, островами навкруги водойм, гідротехнічними і подібними водогосподарськими спорудами і каналами, вміщаючі смуги які притаманні їм і берегові смуги водних басейнів.

Головними споживачами на землях водного фонду слугують державні водогосподарські організації, земельні ділянки яким надаються у постійне користування щодо догляду за водними суб’єктами, смугами відведення, прибережними захисними смугами, та гідротехнічними спорудами, береговими смугами водних доріг.

За рішенням органів виконавчої влади чи місцевого самоврядування замкненні природні водойми площею до 3 гектар можуть безоплатно передаватися у володіння громадянам та юридичним особам. Для рибогосподар-

ських потреб, сінокосіння, рекреаційних, культурно-оздоровчих, спортивних, туристичних спрямувань і проведення науково- дослідних робіт на правах оренди земельні ділянки можуть передаватись водного фонду.

Установлюються водоохоронні зони задля створення позитивного режиму водних об'єктів, засмічення та вичерпання, попередження їхнього забруднення, знищення водної флори і фауни, до того ж зменшення коливань стоку вздовж морів, річок та навколо озер, водосховищ і інших водойм. У рамках таких зон виділяються прибережні захисні смуги.

Усі землі транспорту, промисловості, зв'язку, енергетики, оборони і іншого призначення включено до однієї категорії. Вони надані у визначеному порядку організаціям, підприємствам і установам аби здійснювати визначену діяльність. Багатоцільове використання таких земель не перешкоджає об'єднанню їх у одну категорію. Причиною для такого об'єднання слугує їхнє цільове визначення - несільськогосподарські землі, тому, що використовуються вони не як продуктивна сила, а територіальний основа, місце розміщення засобів будь-якої діяльності.

До земель промисловості відносять ті, що, надані аби розміщувати і експлуатувати основні, підсобні та допоміжні будівлі та споруди промислових, транспортних гірничодобувних і інших підприємств, під'їзних шляхів до них, адміністративно-побутових будівель, інженерних мереж та інших споруд. Розміри для зазначених цілей земельних ділянок, що надаються, значаться згідно затвердженого в установленому порядку державних норм та проектної документації, а саме відведення їх здійснюється із урахуванням черговості їхнього освоєння. Коло об'єктів, що слугують джерелом підвищених рівнів шуму, запахів, виділення шкідливих речовин створюються санітарно-захисні зони.

До земель зв'язку і енергетики відносять земельні ділянки, які надані відносно під супутникові засоби зв'язку, повітряні та кабельні телефонно-телеграфні лінії, під електрогенеруючі станції і транспортувальні електроенергію до користувача об'єкти. Уздовж підземних та повітряних кабельних

ліній зв'язку та електропередачі навкруги споруд випромінювальних теле-радіостанцій і радіоприймальних ліній установлюються охоронні зони. На будь-які використання земель у таких зонах встановлено обмеження.

Землі, надані установам і організаціям залізничного, підприємствам, автомобільного транспорту і дорожнього господарства, річкового та морського, авіаційного, трубопровідного і міського електротранспорту задля виконування покладених на них обов'язків по ремонту та розвитку об'єктів транспорту, використання включають до земель транспорту.

Землі задля потреб оборони надаються щоб розміщувати та займатися постійною діяльністю військовим частинам, установам, військово-навчальним закладам, підприємствам і організаціям Збройних сил України, і інших військовим формуванням що утворені відповідно до законодавства України. Навкруги військових і інших оборонних угрупувань при необхідності, створюються охоронні, захисні і інші зони із відповідними особливими умовами користування.

Диферисифіковано від усіх земель, що можуть бути в державній у приватну власність не передаються у приватній і комунальній власності, землі оборони.

Земельна ділянка як головна земельно-кадастрова одиниця.

Земля є первинною матеріальною основою добробуту кожної людини окремо та суспільства загалом, тому що задовольняє функцію просторової основи задля розміщення виробничих сил т а розселення людей; головного засобу виробництва у сільському і лісовому господарствах; слугує базисом задля відтворення матеріально-технічних, трудових та природних ресурсів. Тому задоволення потреб людини у всі часи потребувало знань щодо землі.

На сьогодні інформація щодо земельних ресурсів набуває все більшого значення та актуальності, через те, що у ній зацікавлені не лише державні органи та господарські структури, а і майже усі громадяни і юридичні особи, що слугують учасниками земельних відносин. Базовим чи центральним об'єктом, первинним джерелом цієї інформації є відмінна земельна ділян-

ка, що розглядається не лише як матеріальний об'єкт, а саме предмет використання а, перш за все, як предмет права.

Для надання повноти відомостей щодо всіх земельних ділянок посвячений державний земельний кадастр. У ході його здійснення установлюється процедура визнавання факту припинення чи виникнення права власності та використання земельними ділянками, готуються та систематизуються відомості щодо місця розташування земельних ділянок, їх оцінювання, кількісної і якісної характеристики, розподілу посеред власників землі і користувачів.

Аналізування, підготовка та систематизація відомостей щодо земельних ділянок у системі ведення державного земельного кадастру робиться на початковому рівні. Окремі складові частини державного земельного кадастру, такі як облік якості та кількості земель, економічна оцінка земель, бонітування ґрунтів, здійснюються на більших територіях, які об'єднані за адміністративним, просторово-якісним, природним, правовим та господарськими особливостями. Проте, кожне структурне таке угруповання земель – це сума площ відокремлених земельних ділянок, а кадастрова інформація щодо такого угруповання – це інтегрована та узагальнена інформація щодо окремих земельних ділянок. А, отже, земельна ділянка є не лише базовим предметом земельного кадастру, а і головною земельно-кадастровою одиницею.

Земельна ділянка – це частина земної поверхні із встановленими кордонами, певним місцем розміщення, із визначеними до неї правами.

Невіднятною рисою земельної ділянки, що відокремлює її від інших частин земної поверхні, є її кордон. Кордон чи межа це умовна лінія, що ізолює територію земельної ділянки щодо іншої частини земної поверхні. Кордон може проходити на перетині спеціально установлених кордонних знаків чи крізь природні лінії та предмети місцевості. Проте, ураховуючи правову норму статті 79 Земельного кодексу України [49], що «право власності на земельну ділянку розповсюджується на обшир, який знаходиться

під і над поверхнею ділянки на глибину та висоту, що є необхідними задля зведення виробничих, житлових, інших будівель та споруд. Під кордоном потрібно розглядати прямовисну площину, що проходить крізь розмежувальні знаки двох суміжних ділянок. Такий площинний кордон, проходячи крізь кордони ділянки, визначає однорідне правове поле задля реалізування прав та обов'язків власника та користувача такої ділянки.

Забезпечується проведенням комплексу польових та камеральних робіт кадастрових зйомок установлення кордонів чи меж земельної ділянки, виміром лінійних та кутових розмірів кордонів. Проводиться їх узгодження зі суміжними власниками землі та землекористувачами, вираховування координат межових точок, укладання проекту зовнішніх кордонів земельної ділянки і перенесення їх у натуру. Кордон чітко фіксується на місцевості та у відповідних право встановлювальних документах [49].

Із установленням кордону земельної ділянки виникає зовсім інша важлива її ознака - місце розташування. Система координат установлених кордонів дозволяє розпізнавати її серед інших та забезпечує просторову визначеність земельної ділянки. Для цього потрібно застосовувати унікальні кодові позначення земельних ділянок , а саме, систему кадастрових номерів, що має додаткову інформацію про географічне місцезнаходження земельної ділянки в кордонах адміністративно-територіального устрою України.

Після відмічення кордонів земельної ділянки та видачі правовстановлювального документа розпочинається її практичне використовування та земельна ділянка, може потрапити у правове поле, та отримати якийсь правовий статус. Згідно земельних законів кожна земельна ділянка є предметом права власності. Ланками права власності на землю є право користуватися, володіти та розпоряджатися нею.

З позиції оцінної діяльності про земельні ділянки у населених пунктах кардинальною є інформація щодо розташування земельної ділянки відносно центрів економічного тяжіння, тобто тих, що в значній мірі підвищують оцінку територій. Місце розміщення земельної ділянки означується

коефіцієнтом, що вважує значення і статус населеного пункту у регіональній, місцевій і загальнодержавній системах виробництва і розселення; розташування земельної ділянки у кордонах економіко-планувальної зони; на кордонах населеного пункту - економіко-планувальної зони - містобудівну цінність території.

Право власності на земельні ділянки надається і реалізується на підставі Земельного кодексу, Конституції України, і інших законів. У приватній, комунальній і державній власності можуть перебувати Земельні ділянки. Кому земельна ділянка належить, хто її власник та хто має право розпоряджається результатами праці від її використання залежить від форм власності. П*раво комунальної власності* можуть набувати територіальні громади чи органи місцевого самоврядування; *право приватної власності* на земельні ділянки - громадяни та юридичні особи*; право державної власності* – держава у особі органів державної влади.

Право власності на земельні ділянки юридичні особи України, громадяни, і територіальні громади і держава можуть набувати при купівлі-продажу, дарування, міни, успадкування чи інших цивільно-правових угод.

Законодавство передбачає і можливість перебування земельної ділянки в спільно сумісному чи спільно частковому володінні. Знаходження земельної ділянки в спільно частковому володінні значить, що на неї мають право дві та більше фізичних чи юридичних осіб і з конкретними частками володіння кожного співвласника. В спільній сумісній власності земельна ділянка знаходиться лише тоді, коли право власності про неї реалізують дві чи більше фізичних осіб без означення розміру частки кожної із них.

Процедура прийняття права власності на земельну ділянку залежить від підстави набуття права та від того, хто його набуває та у якій формі власності вона перебуває.

Набуття права власності на земельні ділянки юридичними особами та громадянами має певні особливості. Ці особливості полягають у тому, що го-

ловною його підставою є передача земельних ділянок в процесі їх роздержавлення та приватизації.

Земельні ділянки, які відносяться до державної та комунальної власності, можуть передаватися державним та установам, комунальним підприємствам і організаціям у постійне користування, а саме, в користування без установленого терміну. Землекористувачі здійснюють право володіння та користування земельною ділянкою.

Після одержання власником або користувачем земельною ділянкою документа, який засвідчує право власності і право користування, та її державної реєстрації, виникає право власності і право постійного користуванні нею.

Право власності та право постійного користування земельною ділянкою засвідчуються державними актами визначеного зразку.

У занесене на договорі строкове платне володіння та користування щодо виконання підприємницької і іншої діяльності – в оренду, земельні ділянки усіх форм власності можуть передаватися їхніми власниками чи уповноваженими ними особами.

Набуття права користування чи оренди земельною ділянкою, права власності, має цільовий характер. Правовий режим, що включає у себе сукупність правил її використання залежить від цільового призначення використання земельної ділянки. Використання її не за цільовим призначенням є законною підставою щодо припинення права користування. Земельне законодавство визначає також і інші підстави щодо припинення права на земельну ділянку.

Право на земельну ділянку чи якусь її частину може бути обмежене встановленням умов дотримання вимог, заборон, які передбачені законодавством чи договором. Узаконено також обмеження про використання земельної ділянки встановленням земельного сервітуту, що представляє собою право власника чи землекористувача на обмежене п латне чи безплатне користування чужою земельною ділянкою чи ділянками. Обтяження чи обме-

ження прав на земельну ділянку можуть формуватися у зв'язку із передачею її під заставу, у разу накладання на неї арешту чи претензії кредиторів. Обтяження чи обмеження реєструються разом з земельною ділянкою у Державному реєстрі земель.

Земельна ділянка виступає предметом плати за землю у подобі земельного податку чи орендної плати, оскільки використання землі в Україні є платним.

Скупчення усіх попередньо викладених правил, становить правовий режим земельних ділянок. Отож, спрямовуючи земельній ділянці головне місце, державний земельний кадастр своїм центральним завданням ставить забезпечення усіх відомостей щодо них.

2.4.2. Угіддя - елемент земельного кадастру. Класифікація угідь

Першочергове уявлення щодо угіддя пов'язане із подарунками благ природи, що людина використовувала, щоб задовільнити свої життєві потреби.

Першими угіддями були мисливські та рибні. Із розвитком скотарства та землеробства, як самостійна група з'явилися сільськогосподарські угіддя. Отже, центровою ознакою, що показує відмінності окремих видів угідь, слугує характер використання землі. За цього, класифікація угідь проводиться із включенням головного призначення та систематичного використання певних ділянок землі для конкретних виробничих цілей. Це значить, що непостійне використання ділянки сінокосу під випасання худоби слугує підставою щодо переведення її у пасовище. Окрім характеру використання землі, за класифікації угідь потрібно ураховувати її природні ознаки, що відображають якісний стан певних земельних ділянок. Тобто, під земельними угіддями розуміють ділянки землі, які постійно використовуються чи придатні до використання у конкретних господарських цілях та які різняться за природно-історичними ознаками (ГОСТ 17.5.1.05-80).

Сучасна класифікація поділяє сільськогосподарські угіддя, до яких відносять землі, які використовуються безпосередньо задля виробництва сільськогосподарської продукції: багаторічні насадження, рілля, сінокоси та пасовища, перелоги.

Як основні земельно-кадастрові одиниці, земельні ділянки якісно неоднорідні та мають різні природно-історичні ознаки та якості, які враховуються за їх використання та стосується різних угідь. У межах земельної ділянки за угіддями ведеться земельний кадастр. У зв'язку із вище викладеним, угіддя є основним елементом земельного кадастру.

Окремого обліку наділяють такі угіддя:

- деревно-чагарникові насадження;
- лісові площі;
- болота;
- дорогами, прогонами і просіками; будівлями;
- землі, зайняті під водою;
- вулицями, дворами, площами;
- інші землі, що не використовувані у сільському господарстві.

До *багаторічних насаджень* зараховують земельні ділянки, що зайняті штучно створеними чагарниковими, деревними, чи трав'янистими багаторічними насадженнями, що можуть давати урожай технічної, плодово-ягідної, чи лікарської продукції. Опису підлягають усі багаторічні насадження, а також ті, що розміщені на терасах. Окремо обліковують площі із загальної площі багаторічних насаджень:

- виноградників, зайнятих виноградними насадженнями;
- ягідників це тих ділянок, що зайняті культурними чагарниковими, напівчагарниковими та трав'янистими рослинами, що дають їстівні плоди;
- садів – це таких земельних ділянок, які зайняті деревними чи чагарниковими насадженнями: кісточковими, зернятковими, горіхоплідними, субтропічними, цитрусовими і іншими породами);

- плодорозсадників – це таких ділянок, що використовуються задля вирощування садивного матеріалу ягідних, плодових культур та виноградників. У плодових розсадниках проводять початкове формування рослин, розмножують та відбирають та підготовляють їх до пересадження у сад чи ягідник.

До *ріллі* належать земельні ділянки, що постійно обробляються під чисті пари, посіви сільськогосподарських культур, і включно посіви багаторічних трав в полях сівозмін із конкретним строком користування, передбаченим сівозмінами, та вивідні поля. У площу ріллі не включають, міжряддя садів і інших багаторічних насаджень, що тимчасово використовуються під посіви сільськогосподарських культур. Ділянки поліпшених сінокосів та культурних пасовищ, що розорані на період оновлення травостою, зайняті посівами попередніх культур на протязі не більше двох років, що розорані із метою створення на них багаторічних пасовищ чи поліпшених сінокосів, обліковуються як площі багаторічних насаджень та до ріллі не відносять.

Посеред багаторічних насаджень обліку підлягають також шовковиці - шовковичні насадження, хмільники - земельні ділянки, що зайняті насадженнями хмелю, ефіроолійними культурами, такими як шавлія, троянда, лаванда, чайні плантації - зайняті чайними рослинами, які призначені для збирання чайного листа чи чайного насіння, і інші види насаджень, які поширені на місцевості. Ті площі, що зайняті під дорогами, лісовими захисними смугами, за виключенням лінійних вітроломних насаджень усередині кварталів, обліковуються в відповідних видах угідь та до складу багаторічних насаджень не входять.

Перелогами називають землі, що раніше підлягалися оранці, а зараз за певних обставин більше одного року, розпочинаючи із осені, не використовуються для посіву сільськогосподарських культур та не підготовлені під пар. До них не відносять розорані ділянки сінокосів та пасовищ, що залишені для природного заростання травостоєм.

Сінокосами вважають земельні ділянки, що покриті багаторічною трав'янистою рослинністю, що постійно використовують під сінокосіння. Сінокоси підрозділяються на суходільні, заливні та заболочені, в залежності від природно-історичних властивостей.

До суходільних відносять сінокоси, що розміщені у сухих балках, лощинах, на вододілах, рівнинних ділянках чи схилах, на деяких пониженнях місцевості серед ріллі та лісових полянах у всіх зонах та гірських районах країни, які зволожуються, переважно атмосферними опадами, і у долинах неглибоких річок та струмків, що тимчасово заливаються талими водами на періодичний час.

Заливні – це сінокоси із різнотравною рослинністю, що розміщені у річкових долинах, заплавах рік та низинах, що постійно заливаються водами на довгий період, який має вплив на характер рослинності. До них не відносять лиманні сінокоси, які розташовані у западинах засушливої степової зони. Це, переважно сінокоси нормального, а інколи і недостатнього зволоження.

Виділяють поліпшені сінокоси з загальної площі заливних та суходільних сінокосів. Сінокоси поліпшені підрозділяють на сінокоси поверхневого та корінного покращення, залежно від обсягу та характеру проведених заходів. Ділянки сінокосів, на яких у разі проведених заходів по поліпшенню і догляду, але не включаючи оранку самої природної дернини, задля посіву лукопасовищних трав було можливим міжсезонне сінозбирання, урожайність, порівняно із вихідною, стала вищою у півтора та більше разів називають сінокосами поверхневого поліпшення.

До сінокосів корінного поліпшення відносять високопродуктивні ділянки сінокосів, на яких було зроблено цілий комплекс заходів із корінного поліпшення та зроблено новий травостій. На схилах базисів ерозії та заплавах рік підвищеної ерозійної небезпеки залуження може відбуватися без руйнації дернини. Сінокоси корінного поліпшення потрібно обліковувати із того року, у якому було проведено посів багаторічних трав в чистому ви-

гляді, чи на наступний рік після висівання трави під покрив попередніх культур. Площі, які були зайняті попередніми культурами, обліковуватимуться як чисті сінокоси.

Заболоченими сінокосами називають надмірно зволожені сінокоси, що розташовані на знижених елементах рельєфу чи на слабко дренованих плоских вирівняних територіях, чи притерасних ділянках заплави та пониженнях вододільних або рівнинних плато, і також по краю боліт із вологолюбною трав'янистою рослинністю.

За господарським віднесенням суходільні, заливні та заболочені сінокоси підрозділяються на:

- чисті - ділянки сінокосів, на яких відсутні деревно-чагарникові насадження, пні, каміння, купини чи вони, здебільшого, рівномірно покривають 10% площі: слабокупинисті ділянки сінокосів, площа яких від 10% до 20% покрито купинами;

- середньо- та сильнокупинисті - це більше 20 % яких покрито купинами;

- слабкозакорчовані чи слабозаліснені – це ті ділянки сінокосу, що здебільшого рівномірно зарослі деревно-чагарниковою рослинністю, що займає від 10 до 30% площі;

- середньо- та сильнозакорчовані чи середньо- та сильнозаліснені – це ділянки із зарослю деревно-чагарниковими кущами, що займає від 30% до 70% площі ділянки. За умов покриття однієї ділянки сінокосу купинами, зарослями деревно-чагарникової рослинності, за класифікації ураховують основну ознаку, що понижує продуктивність чи обтяжує її використання. Окремому обліку піддають площу сінокосів, що придатні до виконання механізованих робіт.

До пасовищ відносять землі, які покриті багаторічною трав'янистою рослинністю, що постійно застосовуються для випасіння худоби, та не придатними для сінокосіння і не слугують перелогами. Орім того, у структурі

пасовищ обліковують площі підкормових і карантинних ділянок, та ділянки скотопрогонів. Пасовища поділяються на суходільні та заболочені.

Пасовища, які розташовані у сухих улоговинах, на рівнинах, вододілах чи схилах у усіх зонах та гірських районах країни, що зволожуються як правило атмосферними опадами, у долинах річок, що тимчасово і недовготривало затоплювалися називаються суходільними. Із них окремому обліку підлягають багаторічні культурні та поліпшені пасовища.

Площі пасовищ, на яких було проведено комплекс заходів із корінного чи поверхневого поліпшення та детального їх впорядкування відносять до багаторічних культурних. На таких пасовищах систематично проводять догляд, створено добрий травостій, вносять добрива, правильно використовують в системі пасовищезміни. За результатом проведених заходів продуктивність багаторічних культурних зрошуваних – у 3-4 і більше разів, а незрошуваних пасовищ у 2,5-3 рази вища у порівнянні із вихідною. Виділяють пасовища корінного поліпшення із загальної площі багаторічних культурних пасовищ, на яких у разі проведених заходів, було створено новий травостій, а також пасовища, які відроджено на колишній ріллі.

Поліпшені пасовища поділяють на пасовища поверхневого та корінного поліпшення. До перших належать ділянки пасовищ, на яких у результаті проведених заходів по осушенню, розчищенню деревно- чагарникових насаджень, зрізанню купин, висівання трав без плужної оранки природної дернини збільшилася продуктивність у 1,5-2 разів, порівняно із вихідною. Пасовища корінного поліпшення – це ті площі, на яких у результаті проведення заходів із корінного поліпшення створений новий травостій.

До заболочених пасовищ належать ділянки, які розташовані за умов надмірного зволоження на понижених елементах рельєфу чи на вирівняних, слабко дренованих, плоских територіях, і також болотні краї із вологолюбивою, низькоякісною трав’янистою рослинністю.

Із суходільних та заболочених пасовищ виділяють:

- слабокупинисті - це ті пасовища, площа яких на 10-20% покрита купинами;

- чисті, на пасовищах немає деревно-чагарникових насаджень, каміння, пнів, купин чи вони здебільшого рівномірно покривають до 10% площі ділянки;

- слабкозакорчовані чи слабкозаліснені -це ті ділянки пасовищ, здебільшого рівномірно зарослі деревно-чагарниковою рослинністю, що займає від 10 до 30% площі ділянки;

- середньо- та сильнокупинисті – на 20% покриті купинами;

- середньозбиті – ті пасовища, травостій яких в процесі підвищеного чи несвоєчасного пасовищного навантаження на протязі багатьох років витісняється смітним різнотрав'ям, низькопродуктивним, з'являються рослини-індикатори збою;

- сильнозбиті - ті пасовища, травостій яких в процесі надмірного пасовищного навантаження на протязі багатьох років знижується урожайність та якість корму, зріджується, переважає смітне різнотрав'я.

В процесі обліку пасовищ потрібно виходити із місцевих характеристик сільськогосподарського виробництва та характеристик випасу худоби. Таким чином, окремому обліку належать гірські пасовища, що незалежно від висотного положення та ступеня розчленованості рельєфу, розташовані на території гірської системи від лінії основи та вище. Пасовища, що використовуються для відгінного тваринництва, із виділенням літніх, зимових, весняно-осінніх, цілорічних обліковуються окремо.

У степових та високогірних районах із загальної площі пасовищ виділяють обводнені пасовища. До таких пасовищ належать ті, що забезпечені водою для водопою худоби, що випасається. Площі заводнених пасовищ обліковують згідно тимчасових вказівок про визначення обводнюваної площі пасовищ у степових та високогірних районах, які затверджені Міністерством меліорації та водного господарства України. Задля визначення площ заводнених пасовищ потрібно володіти інформацією про їх кормову ємність чи

потребу у пасовищах на одну голову худоби, та яке допустиме віддалення тварин від водопійного пункту чи радіус водопою та потенціал вододжерела.

За даними їх паспортизації установлюють кормову ємність пасовищ. Задля орієнтовних розрахунків площі обводнених пасовищ потрібно використовувати середні дані кормової ємності пасовищ на одну голову худоби у різних природно-кліматичних зонах. Припустиме віддалення тварин від водопійного пункту цілком залежить від кількості голів худоби, кормової ємності пасовищ, що закріплюється за водопійним пунктом, яка забезпечується потенціалом водного джерела та рельєфом місцевості. За умов горбистої чи яружної місцевості, радіус водопою зменшується на 30-40%. Припустима відстань до відгону на водопій на гірських пасовищах залежить від крутизни схилу та видів пасовищ.

Лісові площі – це вкриті лісом земельні ділянки, включаючи лісові культури, які зімкнулися чи не зімкнулися , зруби, галявини, згарища та загиблі насадження, лісосіки, які не заліснилися, лісові розсадники, прогалини і пустирі.

Укриті лісом площі – це ті площі, які зайняті чагарниковою, деревною рослинністю із повнотою насадження від 0,3 до 1; галявини - це ділянки лісової площі, деревостій яких, окрім молодняку, має повноту < 0,3; згарища та загиблі лісові насадження - це ділянки насаджень, які пошкоджені пожежами, тривалими підтопленнями, хворобами та шкідниками лісу до етапу закінчення їх росту; прогалини - лісові площі, із відсутністю дерев, але вони зберегли елементи лісової рослинності; зруби - площі, на яких деревостій було вирубано, а молоді рослини лісу ще не зімкнулися; лісові культури – це штучно створені лісові насадження, які не переведені у лісовкриту площу; лісосіки які не заліснилися - лісові площі із вирубаним деревостоєм, із відсутнім самосіву, підростом чи порослевим поновленням; лісові розсадники - площі, що використовуються задля вирощування садивного матеріалу лісових рослин та включають посівні відділення, маточну плантацію, школу,

відділення зеленого живцювання та живцевих саджанців; пустирі – це згарища чи зруби, що перебувають більше 10 років у необлікованому стані.

По *деревно-чагарникових насадженнях* обліку підлягають земельні ділянки, які не належать до лісового фонду, що зайняті лісовими, полезахисними смугами і іншими захисними чи деревно-чагарниковими, озеленювальними насадженнями, групами дерев чи деревами на землях сільськогосподарських організацій, підприємств, установ та громадян; озеленювальними насадженнями у містах і населених пунктах, які виростають на землях, що не зайняті міськими лісами; деревами та групами дерев на присадибних та дачних ділянках, захисними насадженнями на полосах, що відведенні для залізниць, автомобільних шляхів та каналів. До лісових полос відносять лісові насадження, які створені із метою захисту земельних угідь чи споруд від несприятливого впливу кліматичних чинників. Розрізняють такі види смуг:

> садозахисні лісові смуги, що зроблені навколо виноградників, садів, розсадників, плантацій для захисту їх від шкідливих вітрів та покращення мікроклімату;

> полезахисні лісові смуги, що створені для захисту полів сівозмін, зрошувальної та осушувальної мережі від ерозії ґрунтів, посух і несприятливих чинників;

> яружні лісові насадження, що розташовані по дну та укосах ярів та балок;

> прияружні та прибалкові лісові смуги, що створені поблизу брівок ярів;

> прибережні лісові насадження, що розташовані по берегах озер, річок, ставків і других водойм для врегулювання водного режиму, попередження замуленню водойм, розмиву берегів та покращення навколишнього середовища;

> захисні лісові, які насаджені на пісках у вигляді куліс, смуг, масивів, куртин, що створені для їх закріплення та захисту від ерозії.

Болота – це надмірно зволожені атмосферними та ґрунтовими водами земельні ділянки із присутністю на поверхні розкладених та напіврозкладених решток у якості торфу.

Залежно від рослинних умов, характеру водного режиму і покладів торфу вони підрозділяються на о верхові болота, розташовані на підвищених ділянках, що зволожуються атмосферними опадами; низинні болота, розташовані на понижених ділянках, що зволожуються ґрунтовими і поверхневими водами; перехідні болота, що знаходяться в серединному між верховими та низинними болотами місці, які за рахунок атмосферних опадів, ґрунтових та поверхневих вод зволожуються.

Обліковують *землі, що зайняті під водою* - це штучними та природними водоймами. За цього окремому обліку підлягають землі, що зайняті під струмками, озерами і ріками, у тому числі, водосховищами, прісноводними ставками і іншими штучними водоймами, колекторами, каналами та канавами.

Під громадськими дворами, вулицями та площами обліковують землі, які зайняті польовими станами, виробничими центрами, вулицями та площами; під громадськими будівлями – це ті землі, що зайняті культурно-побутовими, виробничими і іншими будинками та спорудами.

Під дорогами, прогонами та просіками обліковують землі, які зайняті залізницями, міжселищними, шосейними, скотопрогонами, внутрішньогосподарськими дорогами та просіками.

Серед *порушених земель* ґрунтовий покрив яких зруйнований за розробки родовищ, корисних копалин та переробці їх, при торфорозробках, геологорозвідувальних роботах, проведенні будівельних і робіт іншого характеру обліковують землі. Серед таких *інших земель*, що не використовують в сільському господарстві, виділяють: яри – це ті земельні ділянки лінійної форми рельєфу, які мають ерозійне походження, глибиною від 1 метра і мають відсутній чи слабосформований ґрунтовим покривом із виходом на укосах нижніх генетичних горизонтів ґрунту; піски, які розвіюються, та що поз-

бавлені рослинності; інші невикористовувані землі; землі, зайняті глинистими і щебенистими поверхнями, оповзнями, осипами та галечниками;.

2.5. Земельний фонд України у складовій світових земельних ресурсів і сучасний стан його використовування

Україна має значні земельні ресурси. Її земельний фонд містить 60,3 мільйонів гектарів.

Це безцінне національне багатство, що може за фективного управління забезпечити гідне життя її громадянам.

70% усієї території країни займають під сільськогосподарські угіддя, понад 17% - це ліси та лісовкриті площі. Міста і інші населені пункти займають більше ніж 6,9 мільйонів гектар земельного фонду, чи 11,4%.

Більше половини території нашої країни, а саме - 65,4%, використовується під сільськогосподарські культури товаровиробниками, 11,9% - використовують громадяни. Досить вагомою є питома вага продуктивних угідь в їх власності та користуванні. А саме, використовують сільськогосподарські товаровиробники - 80,8% сільськогосподарських угідь, а громадяни лише - 16,3%.

У земельному фонді 1991-1998 років відбулися принципово докорінні зміни, але, лише структурні. Власниками земель стали мільйони громадян України. Значно змінилась структура власності земельного фонду: від власності фізичних та юридичних осіб – до, виключно, державної власності на землю. Конституцією України [50] проголошено право власності українського народу на земельні і інші природні ресурси. Український народ зараз має право володіти, користуватися та розпоряджатися таким багатством країни. Водночас статтею 14 Конституції України в формі загальних засад уповноважуються конституційні положення про землю, що створюють однозначно нову у Україні конституційну основу щодо регулювання земельних відносин.

У зв'язку із обмеженням державного управління земельним багатством України не лише не зняті із порядку денного, але і стають на тепер більш актуальними.

Конституція гарантує право власності на землю, що може існувати та як право приватної власності, та як право державної і комунальної власності. Вона підтримує чинне земельне законодавство про обмеження окремої категорії суб'єктів права власності на землю.

Соціальні та економічні проблеми країни потребують удосконалення земельних відносин, та відповідальності щодо використання землі, формування нормативної бази щодо визначення та закріплення прав. Таке завдання не є вирішеним, та не прийнято цілу низку законів: "Про землевпорядкування", "Про державний земельний кадастр", "Про реєстрацію земельних ділянок та права власності на них", "Про іпотеку земельних ділянок", "Про охорону земель", що є головними по визначенню і формуванню земельних відносин та управління земельними ресурсами у державі.

Управління земельними ресурсами, земельні відносини в умовах державного регулювання ринкової економіки є найважливішими проблемами.

Ми вважаємо, для дослідження і розкриття суті поняття малоземелля досить доречним є порівняння землезабезпеченості України із деякими країнами світу (табл. 2.1.).

Наша держава ввійшла до списку країн, де наявні найбільші масиви земель сільськогосподарського призначення. За міждержавного порівняння земельних ресурсів бралися до уваги, насамперед, розвинуті країни Європи і Північної Америки, країни бувшого соцтабору – ті країни, де сільське господарство було однією із провідних галузей національної економіки. ТУ такому випадку за межами порівняння лишилися країни Південної Америки-такі як Аргентина, Бразилія, а також Азії: Індія та Китай і Австралія.

За даними таблиці, Україна ввійшла до п'ятірки держав, у яких на 100 жителів припадає понад 50 гектарів ріллі. Після таких великих країн як США, Росія і Канада за територією країн світу, Україна посіла четверте міс-

це та має 41,9 мільйонів гектар сільськогосподарських угідь, із яких 33,3 мільйона гектар зайнято безпосередньо під ріллею (рис. 2.2.). У нашій державі показник розораності сільськогосподарських земель один із найвищих у світі (рис. 2.3.). Трохи інша ситуація в високо розвинутих країнах Західної Європи, де розораність земель значно менша завдяки заходам по її зниженню. Треба вказати, що проводити заходи по вилученню земель із обробітку дозволяють собі країни із високо розвинутим аграрним сектором економіки.

У сучасних умовах наша держава не може стимулювати зменшення розораності сільськогосподарських земель, але цей процес все ж таки має відбуватися через відсутність можливості повноцінно обробляти землю сільськогосподарськими підприємствами, через досить важку процедуру залучення у аграрну сферу потрібних фінансово-матеріальних ресурсів.

Таблиця 2.1. Площа сільськогосподарських земель окремих країн світу, мільйонів гектар

Країна	Всього с.-г. угідь	У тому числі			На 100 чол. населення	
		рілля	багаторічні насадження	сінокоси і пасовища	с.-г. угідь	ріллі
Україна	41,9	33,3	1,1	7,5	80,4	64,0
Австрія	3,5	1,4	0,1	2,0	44,3	17,7
Бельгія	1,5	0,8	0	0,7	14,3	7,6
Білорусь	9,4	6,1	0,2	3,1	91,3	59,2
Великобританія	17,6	6,5	0	11,1	30,3	11,2
Іспанія	30,2	15,2	0,4	10,3	77,2	38,2
Канада	73,4	45,4	0,1	27,9	264,0	163.3
Німеччина	18,7	14,3	0,4	4,0	48,6	37,1
Польща	210.2	129,9	2,3	78.0	140,9	87,1
Росія	14.8	9,4	0,6	4.8	65,2	41,4
Румунія	426.9	185,7	2,0	239.2	165,8	72,1

США	30.3	18,0	1,2	11.1	52.5	31.2
Франція	1.6	0,4	0.1	1,1	23,2	5,8
Швейцарія	1.6	0,4	0,1	1.1	23,2	5,8

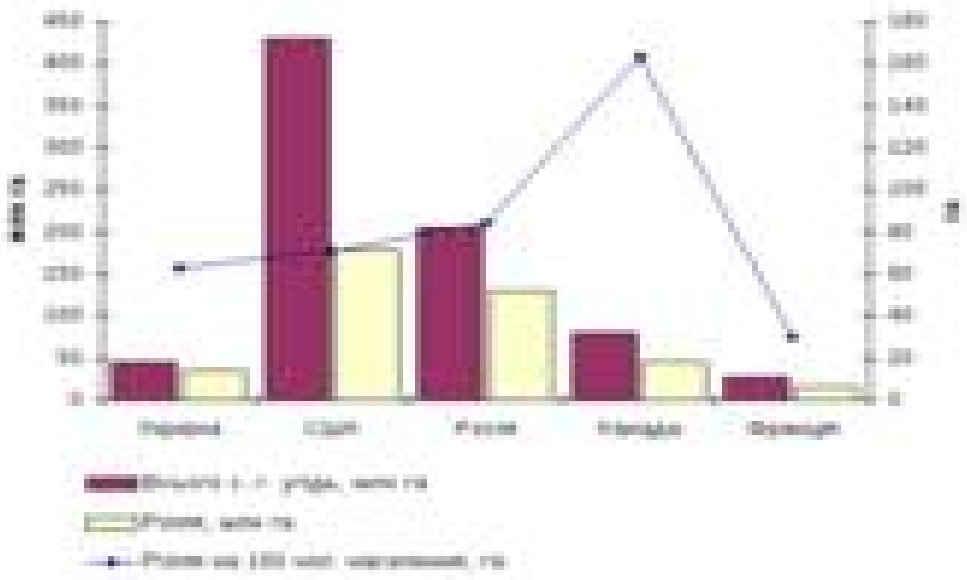


Рис. 2.2. Сільськогосподарське використовування земель.

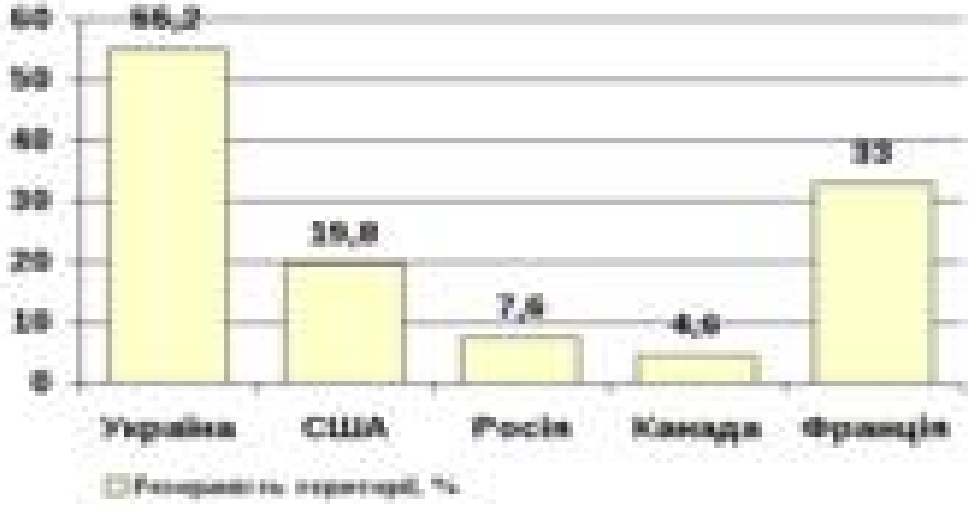


Рис. 2.3. Розораність території Україні і інших країн, %.

На період на перше січня 1996 року на кожного громадянина припадало 0,80 га сільськогосподарських угідь та 0,64 га ріллі. Якщо порівнювати Україну із невеликими по території державами, такими як Бельгія, Великоб-

ританія, Швейцарія, де на 100 тисяч населення припадає ріллі в кілька разів менше, ніж у нашій країні, причина малоземелля стоїть дуже гостро саме в Україні. Чому так?

Ми вважаємо, що цьому є кілька пояснень. Серед головних факторів малоземелля треба відмітити, головним чином, нерівномірність розподілу сільського населення до земельних ресурсів, а саме, у Західному регіоні України, і нерозвиненість у сільській місцевості зовсім інших виробництв, таких як різноманітних обслуговуючих підприємств, легкої промисловості. На тепер у малоземельних регіонах домінуючою галуззю слугує сільське господарство, кризовий становище якого може слугувати джерелом соціального напруження як наслідок необхідності звільнення великої кількості працівників бувших радгоспів і колгоспів. Тому, ми вважаємо, що основною проблемою малоземельних регіонів є стимуляція до розвитку підприємств несільськогосподарського спрямування.

Такі підприємства накопичують через мірну кількість робочої сили та сприятимуть рівномірній зайнятості жителів сіл на протязі року. Цілком зрозуміло, що розвинення підприємств несільськогосподарського значення у селах досить часто прив'язаний до ринкових реформ сільськогосподарського виробництва. Першим із наслідків таких реформ буде зміна конструкції зайнятості сільського населення у паралелі скорочення працюючих безпосередньо у сільськогосподарському виробництві. На даний час за цим показником наша держава, як більша частина постсоціалістичних країн, відноситься до держав аграрно-індустріальної економіки. 20-30% населення в країнах такого типу зайнято в сільському господарстві. Чисельність зайнятих у сільському господарстві у країнах індустріальної економіки - у межах 10% (у Великобританії тільки 2%).

Порівнювання кількості населення, що задіяне у сільському господарстві, проводилося у деяких країнах США, Європи, Канади (табл. 2.2.). Для детальнішого порівняння взято Францію та Австрію.

Австрія поєднує особливості малих і середніх країн Європи, а Франція подібна за своїми розмірами і чисельністю населення до показників України.

Таблиця 2.2. Територія і населення окремих країн світу

Країна світу	Територія, тис.км^2	Населення млн.чол	Густота населення на 1 км^2, чол	Сільське населення тис.чол	Населення зайняте у сільському і лісовому господарстві, %
Іспанія	505	39,1	77,50	3245	12
Бельгія	30,50	10,5	32,200	-	-
Австрія	83,80	7,7	93,10	3394	80
Україна	603,70	52,2	86,00	16859	190
Білорусь	207,60	10,3	49,40	3379	2000
Великобританія	2440	58,1	2350	-	20
Канаді	99760	27,8	2,70	5957	40
Польща	312,70	38,5	1230	15993	270
Німеччина	2480	80,8	2680	-	30
Румунія	237,0	22,7	98,30	-	280
Росія	17075,0	148,7	8,70	38744	130
Франція	54	57,7	1040	14462	60
США	937	257, 5	26,8	59495	3

У Франції і Австрії кількість населення, що зайняте у сільському господарстві, здебільшого менша, ніж у Україні (відповідно 6% , 8%, та 19%). Одночасно, густота населення на 1 м^2 у державі менша - це відповідно на 8 та 21%. Це вказує на те, що у сільській місцевості таких країн несільськогосподарські підприємства сформовані значно ліпше, ніж в Україні, і тому вони займають домінуючу роль у сільських поселеннях, а не сільськогосподарські підприємства. Протилежна картина спостерігається і в Україні, на жаль.

Серед приводів, які обумовлюють таку невідповідність поміж природним продуктивним потенціалом земель та його рівнем використання у регіонах, потрібно виділити екологічну неузгодженість структури територіального розташування підгалузей сільського господарства зі зональними ґрунтово-кліматичними умовами, високу сільськогосподарську освоєність і розораність агроландшафтів, невідповідність ґрунтових умов їх біологічним вимогам культур в сівозмінах, деградацію екосистем ґрунтового покриву.

Порівняльний аналіз таких даних показує, продуктивність землекористування не за рівнем забезпеченості кожного мешканця землею визначається, а саме орними землями, скільки можливістю її використання у землеробстві. Таким чином, у США під с.г. культурами, які вирощуються за для виробництва продуктів харчування, зайнято 0,6 га із розрахунку на 1 жителя, а під технічними культурами – 0,4 га. проте, індекс урбанізації і індустріалізації території у середньому в державі не перебільшує 0,2.

Площа ріллі яка припадає на одного мешканця, у Нідерландах та Бельгії - 0,14 га, Німеччині і Великобританії складає всього 0,12. Але ці країни не лише в повній мірі забезпечують себе продуктами харчування, але і вирощують на експорт у значних обсягах. В таблиці 17 наведене виробництво сільськогосподарської продукції на душу населення в країнах світу. Максимально виробляють на душу населення цукрових буряків (619 кг), зернових та зернобобових культур (1602 кг), картоплі (351 кг) в Данії, соняшнику (35,6 кг) у Франції.

Таблиця 2.3. Виробництво на душу населення сільськогосподарської продукції, кг

Країна	Зернові і зернобобові культури	Цукрові буряки	Соняшник	Картопля
Німеччина	306	450	4,6	113
Бельгія	584	220	-	197
Данія	619	1602	-	350
Україна	542	684	30,4	311
Франція	502	986	35,6	96

Питання для самоперевірки:

1. Розкрийте суть державного земельного кадастру.
2. Призначення державного земельного кадастру полягає у чому?
3. В залежності від змісту та порядку його проведення на які види поділяється земельний кадастр?
4. Назвіть завдання основного земельного кадастру?
5. Поясніть поточний земельний кадастр?
6. Назвіть мету створення автоматизованої системи ведення державного земельного кадастру?
7. Що слугує предметом державного земельного кадастру?
8. Як предмет земельного кадастру на які категорії поділяються за цільовим призначенням усі землі?
9. Назвіть землі, що відносять до земель сільськогосподарського призначення?
10. Яка відмінність поміж землями сільськогосподарського призначення та сільськогосподарськими?
11. Що є основною земельно-кадастровою одиницею?
12. Назвіть, що являє собою земельна ділянка в основі земельно-кадастрової одиниці?
13. На яких правах може використовуватись земельна ділянка?
14. Перечисліть права власників землі та землекористувачів (у тому числі орендарів).
15. Перечисліть обов’язки власників землі та землекористувачів (у тому числі орендарів).
16. Що називається угіддям?
17. Як класифікуються угіддя при земельному кадастрі?
18. Назвіть поділ сінокосів залежно від природно-історичних властивостей?

19. Які землі розрізняють за видами використання у статистичній звітності?

Розділ 3. Грошова оцінка земель

За продажу земельних ділянок комунальної та державної власності юридичним і громадянам та особам, при покупці земельних ділянок за для потреб суспільства, щоб визначити розмір земельного податку, втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, дотриманні інших цивільно-правових угод щодо земельних ділянок, економічної стимуляції раціонального використання і охорони земель і таких інших випадках застосовують дані грошової оцінки земель.

В залежності від порядку і призначення проведення поділяють експертну і нормативну грошові оцінки. Підпорядковано методичним особливостям проведення оцінки земельних ділянок самих різних груп експертну та нормативну оцінку розділяють на оцінку земель лісового фонду, земель сільськогосподарського призначення, водного фонду і інших груп. Поряд із цим, дивлячись на різні ренто утворювальні чинники, потрібно розрізняти і принципові несхожості оцінки земельних ділянок у кордонах і за кордонами населених пунктів. Якщо брати до уваги різні версії запропонованих диференціацій оцінних процедур, характерних особливостей методик і призначення грошової оцінки, в цім навчальному посібнику матеріал викладено в хронологічній послідовності згідно прийняття нормативних актів, що регламентують проведення належного виду оцінки.

Якщо говорити за історію виникнення грошової оцінки, то слід наголосити, що, з огляду на політичні перешкоди, досить тривалий час, до 80-х р. минулого століття, радикальних наукових досліджень із цього питання в Радянському Союзі не було. Активно дискутувались в 60-80-х роках проблеми оцінки земель, проте, ідеологічні заборони робили неможливим визначення у грошовому виразі показників оцінки земель.

на початку 90-х років розпочався зовсім новий етап таких досліджень лише із початком земельної реформи і проголошенням державного суверенітету України. В середині 90-х років такий етап завершився прийняттям ме-

тодики грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення і населених пунктів [51]. Лише у 1999 році з огляду на започаткування продажу земельних ділянок несільськогосподарського призначення юридичним і фізичним особам за для комерційних цілей було започатковано експертну оцінку земельних ділянок, методики, які напрацьовані у країнах із традиційно ринковою економікою стали методичною основою її.

Для характеристики правового аспекту проблем, статтю 23 Закону України від 19 вересня 1996 року № 378/96-ВР "Про плату за землю" [52], впровадження грошової оцінки земельних ділянок доручено Держкомзему України за тими методиками, що затверджені Кабінетом Міністрів. Постановою Кабінету Міністрів України від 30 січня 1997 року № 99 [53] "Про внесення змін до Положення щодо порядку ведення державного земельного кадастру" структуру державного земельного кадастру допрацьовано ще одним аспектом, таким як "грошова оцінка земель".

Грошова оцінка земель у нашій державі виконується у зв'язку із "Порядком грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення і населених пунктів" [53], що затверджені наказом Держкоммістобудування, Держкомзему, Мінсільгосппроду України і УААН «від 27 листопада 1995 року №76/230/325/150 зі змінами та доповненнями, що запроваджені постановами Кабінету Міністрів України від 30 травня 1997 року № 525, від 31 жовтня 1995 року № 864, від 8 серпня 2001 року № 951; "Змінами і доповненнями до розділу 3 «Порядку грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення і населених пунктів», що затверджені наказом Держкоммістобудування, Держкомзему, Мінсільгосппроду України і УААН від 15 квітня 1997 року №46 / 131 / 63 / 34; "Порядком грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення окрім земель населених пунктів" [54], що затверджені спільним наказом Мінагропрому, Держкомзему, Державного комітету архітектури, будівництва і житлової політики нашої держави, Держводгоспу України і УААН, Держкомлісгоспу України, прийнятим від 29 серпня 1997 року №86 / 19 / 148 / 8676 / 88; прийнятого наказом Держа-

вного комітету України із земельних ресурсів, архітектури і житлової політики України, Державного комітету будівництва, Державного комітету України із водного господарства, Державного комітету лісового господарства України, Міністерства агропромислового комплексу України, Української академії аграрних наук від 29 серпня 1997 року №86 / 19 / 148 / 86 / 76 / 88, що зареєстрований в Міністерстві юстиції України 14 жовтня 1997 року за №477 / 2281.

3.1. Грошова оцінка земель сільськогосподарського призначення

За диференціальним рентним доходом, що створюється за виробництва зернових культур та визначається за даними економічної оцінки земель оцінюються землі сільськогосподарського призначення.

За для грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення інформаційною базою слугують: матеріали державного земельного кадастру, а саме бонітування ґрунтів, кількісна та якісна характеристика земель, економічна оцінка земель, проекти формування територій, матеріали внутрішньогосподарського землевпорядкування і установлення кордонів сільських, селищних рад, встановлення кордонів населених пунктів, матеріали інвентаризації земель усіх типів, а грошової оцінки земельних ділянок несільськогосподарського відведення і також земель усіх населених пунктів, які піддатні продажу, - це матеріали економічної оцінки їх територій, інвентаризації земель населених пунктів, схеми генеральних планів сільських чи селищних рад, генеральні плани населених пунктів, проекти детального планування, проекти районного планування чи проекти територіальної організації адміністративних районів.

За аналогічними агровиробничими групами ґрунтів, що до них прилягають визначається грошова оцінка земель сільськогосподарського призначення, на які відсутні усі матеріали економічної оцінки. Грошова оцінка визначається абсолютним рентним доходом в розмірі 1,6 ц зерна з гектара на

поганих землях, на яких не було створено диференціальний рентний дохід із нульовим чи від'ємним показником оцінки.

Задля організації та проведення робіт із грошової оцінки земель та встановлення їхньої ціни, включно земельних ділянок несільськогосподарського призначення, які підлягають продажу.

Севастопольська та Київська міські державні адміністрації, виконкоми міських або міст обласного підпорядкування, районні державні адміністрації рад, створюють комісії в складі спеціалістів відділів земельних ресурсів, продовольства і сільського господарства, планово- економічного, містобудування і архітектури, охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки, фінансового, сільськогосподарських і других підприємств, комунального господарства, працівників тих селищних, сільських і міських або міст районного підпорядкування рад, на загальній території яких було розташовано земельні ділянки, які приватизуються. Спеціальними комісіями керують заступники голів відповідних державних адміністрацій і виконкомів міських рад.

Рентний дохід кладеться в основу означення грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення, що створюється за виробництва зернових культур та вираховується по даним економічної оцінки земель, що проведена у 1988 році. Приводом розрахунків за їх економічною оцінкою при виробництві зернових культур є той факт, що вони вирощуються майже на усіх ґрунтах. За умов інфляції, рентний дохід розраховується у натуральних одиницях чи в центнерах зерна та за визначення грошової оцінки переведенням у вартісний вираз при поточних чи світових реалізаційних цін.

Термін капіталізації установлюється у 33 роки. Грошова оцінка слугує добутком річного рентного доходу та терміну його капіталізації. Вона розраховується окремо до земель під багаторічними насадженнями, орних земель, природними сіножатями та пасовищами послідовно: Автономній Республіці Крим та областях, в Україні, сільськогосподарських підприємствах, адміністративних районах на окремих земельних ділянках.

Задля розрахунку грошової оцінки земель у нашій державі розраховується диференціальний рентний дохід із орних земель за виробництвом зернових культур (у центнерах зерна) за їх економічною оцінкою по такій формулі:

$$Рдн = (У х Ц – З – З х Кнр) / Ц$$

де, У - урожайність зернових із 1 гектара, Рдн – диференціальний рентний дохід з гектара орних земель; ц; З - виробничі затрати на гектар, грн; Ц - ціна реалізації центнера зерна, грн; Кнр - коефіцієнт норми рентабельності.

У сільському господарстві окрім диференціального рентного доходу (Рдн), створюється абсолютний рентний дохід (Ран), за умови використовування гірших земель що додається до диференціального рентного доходу та обчислюється загальний рентний дохід (Рздн) у такім випадку.

Такі вихідні дані використовуються, щоб розрахувати грошову оцінки ріллі:

- середньорічна урожайність зернових із 1 гектара за 1986-1990 роки (31,5 ц);
- середньорічна ціна реалізації одного центнера зерна за 1986-1990 роки (17 грн);
- середньорічні виробничі витрати на один гектар вирощування зерна за 1986-1990 роки (303 грн);
- коефіцієнт норми рентабельності, який використовувався за проведення економічної оцінки земель у 1988 рік (0,35);
- абсолютний рентний дохід (Ран), що виникає на гірших за якістю землях у сільському господарстві та встановлений в нашій державі на гектар угідь в розмірі 1,6 центнерів зерна.

За вихідними даними та формулою диференціальний рентний дохід складає 7,4 центнерів зерна із 1 га. Сума абсолютного рентного та диференціального доходу дорівнює загальний рентний дохід (Рздн) в розмірах 9,0 ц/га (7,5+1,7).

На основі співставлень диференціальних рентних доходів таких угідь та рентного доходу на орних землях за економічною оцінкою при виробництві зернових культур розраховують диференціальний рентний дохід із гектара земель під природними сіножатями (с), багаторічними насадженнями (б), і пасовищами (п) за такою формулою, ц:

$$Рдн(б)((с)(п)=РднхРд(б)((с)(п)/Рд,$$

де, Рд(б)(с)(п) - диференціальний рентний дохід із гектара земель під багаторічними насадженнями (б);

Рд - диференціальний рентний дохід із гектара орних земель за економічною оцінкою по виробництву зернових культур, грн.

Рдн - диференціальний рентний дохід із гектара орних земель, ц;

- природними сіножатями (с) і пасовищами (п) за економічною оцінкою земель, грн;

Аби розрахувати рентний дохід із гектара земель відповідних угідь використовуються нижченаведені вихідні дані:

- диференціальний рентний дохід із гектара орних земель відповідно із економічною оцінкою земель за зерновими культурами, що рівно 348,7 грн.

- диференціальний рентний дохід із гектара земель під природними сіножатями (с), багаторічними насадженнями (б), та пасовищами (п), що відповідно із економічною оцінкою земель відповідає 1563,9 грн; 136,5 грн та 55,7 грн;

За формулою та вихідними даними розраховують диференціальний рентний дохід із 1 гектара земель нижченаведених угідь в центнерах зерна, що становить:

- під природними сіножатями - 2,90 ц (7,4ц х 136,5грн : 348,7 грн);

- під багаторічними насадженнями - 33,19 ц (7,4ц х 1563,9 грн : 348,7 грн);

- під природними пасовищами - 1,18 ц (7,4 ц х 55,7 грн : 348,7 грн).

Загальний рентний дохід (Рздн) із гектара земель наведених угідь відповідає: під природними сіножатями - 4,50 ц зерна (2,90 + 1,6); під багаторічними насадженнями - 34,79 ц зерна (33,19 + 1,6); під природними пасовищами - 2,78 ц зерна (1,18 + 1,6).

Оцінка грошова земель під багаторічними насадженнями, орних земель, природними сіножатями та пасовищами розраховується як множення річного рентного доходу по економічній оцінці за виробництвом зернових культур, терміну його капіталізації, ціни на зерно за такою формулою:

$$Гоз = Рдзн \times Ц \times Тк,$$

де, Рздн - загальний рентний дохід на землях під багаторічними насадженнями, орних землях, природними сіножатями та пасовищами у нашій державі, ц;

Гоз - грошова оцінка гектара земель під багаторічними насадженнями, орних земель, природними сіножатями та пасовищами в Україні, грн;

Ц - ціна центнера зерна, грн;

Тк - термін капіталізації рентного доходу, що установлюється на рівні 33 р.

За формулою та вихідними даними, грошова оцінка 1 гектара становить:

- багаторічних насаджень - 1435,1 млн. грн (34,79 ц х 1,25 млн. грн х 33 роки);
- орних земель - 371,2 млн. грн (9ц х 1,25 млн. грн х 33 роки);
- природних сіножатей - 185,6 млн. грн (4,50 ц х 1,25 млн. грн х 33 роки);
- природних пасовищ – 114,7 млн. грн (2,78 ц х 1,25 млн. грн х 33 роки).

Грошова оцінка земель сільськогосподарського призначення

Із приводу матеріалів економічної оцінки земель розраховується диференціальний рентний дохід на землях під багаторічними насадженнями, ор-

них землях, природними сіножатями та пасовищами у областях та адміністративних районах, Автономній Республіці Крим, за такою формулою:

$$Рдн(р)=Рдн(У)хРд(р)/Рд(У),$$

де *Рдн(У)* - диференціальний рентний дохід із гектара земель під багаторічними насадженнями, орних земель, природними сіножатями та пасовищами в нашій країні (*У*), ц;

Рдн(р) - диференціальний рентний дохід із гектара земель під багаторічними насадженнями, орних земель, природними сіножатями та пасовищами у регіоні (областях, Автономній Республіці Крим, адміністративних районах), ц;

Рд(У) – диференціальний рентний дохід по економічній оцінці за виробництвом зернових культурах на землях під багаторічними насадженнями, орних землях, природними сіножатями та пасовищами за оцінюванням їх в Україні (*У*), грн.

Рд(р) - диференціальний рентний дохід по економічній оцінці за виробництвом зернових культур на землях під багаторічними насадженнями, орних землях, природними сіножатями, пасовищами за оцінюванням цих угідь у регіоні (областях, Автономній Республіці Крим, адміністративних районах), грн;

За відсутності економічної оцінки орних земель по виробництву зернових культур в обчисленнях використовуються показники економічної оцінки ріллі у цілому. У обчисленнях використовуються зведені показники оцінки земель під зерновими культурами у регіонах, там де проведено економічну оцінку відокремлено немеліорованих та меліорованих земель.

Із гектара орних земель, до диференціального рентного доходу Рдн (р), земель під природними сіножатями, багаторічними насадженнями та пасовищами в областях, Автономній Республіці Крим, адміністративних районах, що розраховано за формулою, сумується абсолютний рентний дохід, тобто цілком стала величина, установлена в Україні на 1 га угідь в розмірі 1,6 ц, який відповідатиме загальному рентному доходу (Рздн). Грошова оці-

нка земель визначається абсолютним рентним доходом 1,6 ц зерна із гектара на погіршених землях, де не може бути диференціального рентного доходу, тобто із нульовим чи від'ємним показником оцінки,.

Грошова оцінка земель *колективних сільськогосподарських підприємств,* сільськогосподарських кооперативів, сільськогосподарських акціонерних товариств, у тому числі створених на базі радгоспів та інших державних сільськогосподарських підприємств, обчислюється за формулою.

Попередня грошова оцінка земель здійснюється на рубежах землекористування на момент оцінки до уточнення рубежу та площ сільськогосподарських підприємств, іншими словами, до передачі земель в колективну власність.

Диференціальний рентний дохід н а землях під багаторічними насадженнями, орних землях, пасовищами та природними сіножатями у сільськогосподарських підприємствах розраховують за формулою:

$$Рдн(п)=Рдн(р)хРд(п)/Рд(р),$$

де, *Рдн(р)* - диференціальний рентний дохід із гектара земель під багаторічними насадженнями, орних земель, пасовищами та природними сіножатями у адміністративному районі (р), ц;

Рдн(п) – диференціальний рентний дохід з гектара земель під багаторічними насадженнями, орних земель, пасовищами та природними сіножатями в сільськогосподарському підприємстві (п), ц;

Рд(р) - диференціальний рентний дохід за економічною оцінкою за виробництвом зернових культур на землях під багаторічними насадженнями, орних землях, пасовищами та природними сіножатями за оцінкою цих угідь у адміністративному районі (р), грн.

Рд(п) - диференціальний рентний дохід за економічною оцінкою по виробництву зернових культур на землях під багаторічними насадженнями, орних землях, пасовищами та природними сіножатями по оцінці таких угідь в сільськогосподарському підприємстві (п), грн.

При відсутності економічної оцінки орних земель по виробництві зернових культур в вираховуваннях використовуються показники економічної оцінки ріллі. У розрахунках використовують зведені показники оцінки земель під зерновими культурами у сільськогосподарських підприємствах, де економічну оцінку проводили окремо немеліорованих та меліорованих земель.

Диференціальний рентний дохід обчислюється на підгрунті нової експлікації агровиробничих груп ґрунтів підприємства із допомогою шкали економічної оцінки земель на таких землях під багаторічними насадженнями, орних землях, пасовищами та природними сіножатями у сільськогосподарських підприємствах після оновлення рубежу та площ земель, що передані в колективну власність, за формулою:

$$Рд(п)=\sum(Рд\ агр\ х\ Пагр)/Пагр,$$

де, *Пагр* – площа агровиробничих груп ґрунтів у наведених угіддях, га;

Рд агр - диференціальний рентний дохід за шкалами економічної оцінки за виробництвом зернових культур на землях під багаторічними насадженнями, орних землях, пасовищами та природними сіножатями у агровиробничих групах ґрунтів, грн;

Рд (п) – диференціальний рентний дохід за економічною оцінкою за виробництвом зернових культур на землях під багаторічними насадженнями, орних землях, пасовищами та природними сіножатями у сільськогосподарських підприємствах (п), грн.

До диференціального рентного доходу з гектара землях під багаторічними насадженнями, орних землях, пасовищами та природними сіножатями у сільськогосподарських підприємствах, сумується абсолютний рентний дохід, тобто стала величина, що установлена в нашій державі у розмірі 1,6 ц на гектар угідь. Грошова оцінка земель висвічується абсолютним рентним доходом 1,6 ц зерна із гектара на погіршених землях, на тих, що не продуку-

ється диференціальний рентний дохід із нульовим чи від'ємним показником оцінки.

Виходячи із грошової оцінки одного гектара відповідних угідь та їхніх площ в межах його землекористування до удосконалення на час оцінки та після удосконалення обчислюється загальна грошова оцінка земель сільськогосподарського підприємства.

Грошова оцінка окремої земельної ділянки чи території сільськогосподарських угідь, які знаходяться у власності чи використанні юридичних і фізичних осіб вираховується на базі шкал грошової оцінки агровиробничих груп ґрунтів. Шкала грошової оцінки агровиробничих груп ґрунтів вираховується за формулою:

$$Гагр=Г \times Багр/Б,$$

де, *Г* - грошова оцінка гектара відповідних угідь в сільськогосподарському підприємстві, грн;

Гагр - грошова оцінка гектара агровиробничої групи ґрунтів, грн;

Б - бал бонітету гектара відповідних угідь в сільськогосподарському підприємстві;

Багр - бал бонітету агровиробничої групи ґрунтів;

Загальна грошова оцінка відокремленої земельної ділянки вираховується додаванням добутків площ агровиробничих груп ґрунтів із грошовою їх оцінкою.

Бал бонітету гектара відповідних угідь визначається як середньозважене за формулою:

$$Б = \frac{\sum_{i}^{n}(Б_{АГР} \times П_{АГР})}{\sum_{i}^{n} П_{АГР}}$$

де $П_{АГР}$–площа агровиробничої групи ґрунтів.

Загальна грошова оцінка окремої земельної ділянки визначається сумою добутків площ агровирбничих видів ґрунтів на їх грошові оцінки, тобто:

$$Г = \sum_{i}^{n}(Г_{АГР} \times П_{АГР})$$

3.2. Методичні підходи щодо експертної оцінки ділянок землі

Відповідно до наведених методичних підходів проводиться експертна оцінка земельної ділянки:

> капіталізації чистого доходу від використання земельної ділянки;

> методу співвіднесення;

> зіставлення по цінам продажу подібних земельних ділянок;

> включення витрат на спорудження об'єкту нерухомого майна на земельній ділянці;

> поєднання декількох методичних підходів за умовного розподілу забудованої земельної ділянки на включаючі компоненти, такі як будівлі, земельна ділянка, споруди.

Необхідним є використання методичного підходу, який грунтується на нормативній грошовій оцінці. Серед підходів, що можуть застосовувалася, привілеї надаються тим, що базуються на самих повних відомостях щодо земельної ділянки.

За проведення експертної оцінки застосовують не менше трьох методик.

Результат про оцінну вартість земельної ділянки ґрунтується на висновках порівняльного аналізу за різними методичними підходами її оцінки.

Наслідок визначення оцінної вартості земельної ділянки розраховують на одиницю порівняння в залежності від типу та особливостей земельної ділянки і розміщених на ній предметів чи об'єктів нерухомого майна.

Грошова експертна оцінка земельної ділянки проводиться у такій послідовності:

- подання звіту до експертизи органів Держкомзему;
- вибір і обґрунтування методичних підходів оцінки;

- визначення ефективного використання земельної ділянки;
- збір інформації, яка потрібна щодо проведення оцінки;
- визначення оцінної вартості земельної ділянки дефініція варіантів по визначеним методичними підходами і прийняття кінцевого значення;
- затвердження і складання звіту щодо експертну грошову оцінку.

Метод порівняння цін по продажу подібних земельних ділянок.

Основна концепція методу показує, що ні один, раціонально діючий на ринку інвестор не буде платити за об'єкт суму, які істотно більша, тієї, що була заплачена за такі самі об'єкти в такі самі проміжки часу за аналогічних умов продажу.

Метод заснований на аналізі фактичних цін, за які у умовах чесної угоди земельні ділянки переходили від одного до іншого власника.

Цей метод найсприятливіший, якщо є належна інформація за достатню чисельність угод. У його межах є два принципові підходи щодо оцінки землі - метод одиниць порівняння та метод базової ділянки. В умовах розвинутого ринку землі і нерухомого майна використовується методичний підхід, який ґрунтується на зіставленні цін по продажам подібних земельних ділянок.

Вираховується на рівні ціни продажу подібних земельних ділянок за цим підходом оцінна вартість земельної ділянки за такою формулою:

$$Цзп = Ца + \sum_{i}^{m} \Delta Цаj$$

де, *Цзп* - оцінна вартість земельної ділянки, що визначена шляхом зіставлення ціни продажу подібної земельної ділянки, грн;

Δ*Цаj* - різниця чи поправка в ціні (+,-) продажу подібної земельної ділянки відповідно ділянки, яка оцінюється, за сьомим чинником порівняння, грн;

Ца - ціна продажу подібної земельної ділянки, грн;

m - кількість чинників порівняння.

Ціни продажу таких ділянок, що за чинниками, які впливають на їх вартість, у повному обсязі збігаються із ділянкою, що оцінюється, за основу

беруться визначення оцінної вартості земельних ділянок зіставленням цін продажу таких самих земельних ділянок.

До таких чинників, що мають вплив на кошторис земельної ділянки, відносять:

- використовування прилеглої території чи належне використання прилягаючих земельних ділянок, щільність населення, стан довкілля, рівень інженерно-транспортної інфраструктури.

- правовий режим земельної ділянки;

- місцезнаходження або відмінності в розміщенні земельних ділянок у населених пунктах різної категорії, різних природно- кліматичних зонах, і межах населених пунктів в різних місто- планувальних та економіко-планувальних зонах відповідно до містобудівної документації);

- умови продажу або вільний продаж, вимушена дата продажу чи різниця у часі поміж операціями із продажу, що пов'язана із зміною ринкових умов;

- фізичні характеристики чи розмір та конфігурація земельної ділянки і її інженерно-геологічні параметри стосовно характеру і стану об'єктів нерухомого майна, ухилу поверхні, стану ґрунтів, режиму ґрунтових вод і паводків, заболоченості, прояву небезпечних геологічних процесів, рівня інженерної підготовки;

- цільове використання і функціональне призначення земельної ділянки;

Дефініція оцінної вартості земельної ділянки таким методом визначає порівнювання ціни продажів декількох схожих земельних ділянок, тому як середнє значення визначається для ранжованого ряду варіантів показників без прийняття найменшого і найбільшого чи найпоширене значення серед визначених результатів остаточне значення оцінної вартості.

У випадку використання методичного підходу, що ґрунтується на порівнянні цін продажу схожих земельних ділянок, у звітові прописано чинники, за якими проводиться порівняння і обґрунтування розмірів поправок в ціні

продажів земельних ділянок, що обрані для порівняння земельних ділянок, які оцінюються.

За недостатньої інформації щодо ціни продажу схожих земельних ділянок у певній зоні чи через їх незначну чисельність допустимо порівняння із схожими за цільовим призначенням земельними ділянками, які розташованими у інших регіонах.

Методика співвіднесення, чи метод перенесення, започаткований на принципі вкладу, за яким ціна землі вираховується тією часткою, яку вона додають у вартість предмету нерухомості у цілому. За цієї методики, частка землі у сумарному кошторису збільшується у міру підвищення ступеня містобудівної цінності території.

Така закономірність виявилася підставою до підготовки таблиць ситуаційних класів, у яких усякому ступеню містобудівної цінності співставлено типове відношення вартості землі щодо загальної вартості забудованої ділянки. Постійний зв'язок в кордонах ситуаційного клас у поміж вартістю землі і ціною споруд, які збудовані на ній, допускає застосовувати метод співвіднесення у умовах, коли ринок землі ще н е достатньо набув розвинутого становища, а існує цілком достатня чисельність майнових операцій із другими типами нерухомості. Ураховуючи, що самим поширеним є ринок зведених ділянок, ринковий кошторис земельної ділянки може бути визначений як якась частка у вартості продажу забудованої ділянки з а такою формулою:

$$Цз = \frac{Цк \cdot Кс}{100 \cdot Кя \cdot Кт \cdot Кф},$$

де, *Цк* - вартість продажу квартири у розрахунку на 1 м^2 загальної площі, грн;

Цз - ціна 1 метра квадратного земельної ділянки, грн;

Кя - коефіцієнт, який ураховує споживчу якість забудови;

Кс - частка землі у ціні продажу земельної ділянки для конкретного ситуаційного класу, %;

Кт - відношення площі земельної ділянки до загальної площі будинку, що на ній розташований;

Привілеями методу співвіднесення слугують доволі інформації щодо продажу забудованих ділянок без потреби визначення усіх затрат, які пов'язані із їх забудовою. Такий метод є найбільш зручний щодо оцінки землі у районах забудови, для яких притаманна невелика чисельність майнових угод із незабудованими чи недосить давно освоєними земельними ділянками. Головною перешкодою за застосування такого методу може бути дефіцит розробленої для такого населеного пункту таблиці ситуаційних класів, зведення якої вимагає попереднього аналізу містобудівної цінності такої території.

Метод зважання витрат на спорудження предметів нерухомого майна на земельній ділянці або метод залишку для землі. Цей метод застосовується за оцінки земельних ділянок, що освоєні чи передбачається освоїти згідно їх найбільш ефективного використовування. В базу цього методу вкладено принцип доданої прибутковості, який не пов'язаний зі земельними покращеннями. Відповідно із ним номінальна вартість землі вираховується у вигляді залишку поміж ціною продажу забудованої ділянки очікуваної і витратами на земельні покращення із включенням прибутку, що планується о тримати:

$$Цм = Цо - (Вп - Пп),$$

де, *Цо*- ціна продажу забудованої земельної ділянки, що очікують, грн;

Пп- прибуток, що задовольняє забудовника, грн;

Цм- номінальна вартість землі чи земельного залишку, грн;

Вп- витрати на реалізацію проекту забудованої земельної ділянки, грн;

Усі витрати на реалізацію проекту забудови земельної ділянки містять:

- адміністративно-управлінські витрати;

- витрати, які пов'язані із оплатою місцевих податків, зборів і платою за кредит;

- витрати, що пов'язані із розробкою, відведенням земельної ділянки і погодженням проекту її забудови;

- витрати на облаштування земельної ділянки, інженерну підготовку і будівництво;

Економічний метод доречно застосовувати задля оцінювання земельних ділянок із відповідно новою забудовою, для яких відносно легко розрахувати витрати на земельні покращення без додавання вирахунків фізичного і другого роду зносу будівель та споруд.

За відсутності даних щодо продажу забудованих земельних ділянок і витрат на їхнє освоєння та забудову повинні застосовуватися експертні оцінки. У такому випадку вірогідність вираховування номінальної вартості земельної ділянки підпорядковано ясності розрахунку загальної вартості забудованої ділянки і всіх витрат, що об'єднує із її забудовою.

Метод капіталізації доходу чи земельної ренти. Основна концепція методу вказує, що ні один адекватний на ринку інвестор не буде платити за об'єкт ціну, яка в рази вища, а ніж поточна вартість доходів, що чекають від володіння предметом чи прибуткового його використовування.

Методичний підхід, який заснований на капіталізації чистого доходу, завбачає ефективне використовування земельної ділянки чи фактичне або умовне із включенням обтяжень і обмежень щодо її використовування.

За прямої капіталізації відносно чистого доходу оцінна вартість земельної ділянки розраховується за формулою:

$$Цкп = \frac{До}{Ск},$$

де, *Ск*- ставка капіталізації чи коефіцієнт.

До- річний чистий дохід чи фактичний і очікуваний, грн;

Цкп- оцінна вартість земельної ділянки, яка визначена прямим капіталізуванням чистого доходу, грн;

За непрямої капіталізації чистого доходу або дисконтуванні грошових потоків, оцінна вартість земельної ділянки розраховується за такою формулою:

$$Цкн = \sum_{i=1}^{i} \frac{Доі}{(1+Ск)^i},$$

де, *і*- період, що включено за непрямої капіталізації чистого доходу, років;

Доі- чистий дохід, що очікували в і-й рік, грн;

Цкн-оцінна вартість земельної ділянки, що розрахована як наслідок непрямої капіталізації чистого доходу, грн;

Діленням чистого річного доходу на ціни продажу схожої земельної ділянки чи кумулятивним способом розраховується ставка капіталізації чистого доходу як додавання ризику на інвестування, безризикової відсоткової ставки і ліквідність земельної ділянки.

За визначення ставки капіталізації чистого доходу за співвідношенням поміж чистим річним доходом і вартістю продажу схожої земельної ділянки застосовується така формула:

$$Ск = До / Цан$$

де, *Цан*-ціна продажу схожої земельної ділянки при ринкових умовах, грн.

За кумулятивного методу, ставка капіталізації чистого доходу визначається за слідуючою формулою:

$$С\,к = Бк + Ір + Лр,$$

де, *Бк*-безризикова відсоткова ставка;

Ір- ризик на інвестивування;

Лр- ризик на ліквідність земельної ділянки.

Окрім показників у формулі, також можуть бути враховані ризики, які сполучні із інфляційними очікуваннями, управлінням інвестиціями, станом економіки у певній галузі.

У разі, коли застосування земельної ділянки є нерентабельним, за базу беруть річний дохід від схожої за цільовим призначенням земельної ділянки чи очікуваний дохід за умов ефективнішого використання земельної ділянки.

Від забудованої земельної ділянки чистий річний дохід дорівнює валового доходу, за тими винятками витрат, які пов'язані із експлуатацією і утриманням забудованої ділянки, у тому числі предметів нерухомого майна, що розташовані на ній. У других випадках чистий річний дохід з забудованої земельної ділянки дорівнює доходу від оренди ділянки при ринкових умовах.

За випадку використання методичного підходу, що базується на капіталізації чистого доходу від земельної ділянки, потрібно проводити конкретні розрахунки:

- ставки капіталізації по конкретній земельній ділянці із урахуванням без ризикових відсоткових ставок, ліквідність земельної ділянки і ризику на інвестування.

- чистого і валового річного доходу щодо ефективного використання земельної ділянки, із зважанням обмежень і обтяжень по її використанню;

На капіталізації грошових потоків, що одержувані власником земельної ділянки, у поточну вартість заснований метод капіталізації чистого доходу.

Є кілька способів капіталізації: дисконтування грошових потоків, пряма капіталізація, модель Гордона, іпотечно інвестиційна техніка Елвуда, які ураховують особливість та час отримання потоку прибутків од утримання землі, який прибуток планується отримати від подальшого перепродажу, та інші види прибутків од позбавлення якоїсь частини майнових прав.

Метод, який базується на прибутковості, цілком може використовуватися у різноманітних формах або через виконування кількох зовсім різних

комплексів оцінних процедур, метод дисконтування потоків готівки – є одним із варіантів – і є найгроміздкіший та найнаочніший. Дисконтування- це маніпуляція приведення подальших потоків готівки до сьогоденної вартості. Використання такого методу виправдано у тих випадках, коли прибуток підприємства чи об'єкта має досить значні коливання в різні періоди часу.

За умовно-безкінечному періоді ефективної експлуатації і відносно стабільного рівня прибутку доцільно застосувати метод прямої капіталізації. Період, який перебільшує 20 років, та похибка ставки капіталізації, що найчастіше застосовується в такій практиці, і за такого періоду настільки мала, що її можна не приймати до уваги у такому контексті розуміють умовно-безкінечний період ефективної експлуатації.

Коефіцієнт зв'язку поміж поточною і майбутньою вартістю грошових потоків називають ставкою дисконту. У практиці її розраховують через екстракцію із інформації щодо ринкових трансакцій, чи через порівнювання прибутковості об'єкту оцінювання із прибутковістю альтернативних фінансових вкладень із зважуванням відмінностей відповідних їм ризиків та різної ліквідності - це, більше всього різноманітні фінансові інструменти.

Такий метод, направлений на дохід, у тому випадку, коли неможливо використання методу порівняння аналогів продажу, є одним діючим ринковим методом оцінки відповідно ділянок, що придбані для одержання прибутків, та дає досить надійні результати.

Існуючі способи визначення ставки дисконту. Той факт, що ризик є суб'єктивним гатунком і оцінка його різноманітними інвесторами може бути цілком різною, та знаходити сенс у різних видах, концепціях чи стандартах вартості. За визначення ринкової вартості потрібно норму доходу та відповідно ставку дисконту повернути притаманні ринку капітали, оцінки ризику, іншими словами типовому на даному ринку чи "середньому" інвестору.

Досить багато існує ***методів визначення ставки дисконту***. Досить популярними і класичними можуть бути такі:

- екстракція із усіх даних по трансакції на ринку - є найочевидніший та цілком ненадійним методом, основа якого полягає у акції підприємства-аналога на не тривалому періоді часу, прикладом року, або вимірюванні фактичної прибутковості інвестицій. Такий метод заснований на понятті "загальної норми прибутку".

- методика додавання премій за ризик - модель поводження типового інвестора за формування ним своїх вимог щодо норми прибутку на інвестиції. Поперед вкладання своїх коштів в будь-який об'єкт інвестування, він апріорі порівняє прибутковість такої інвестиції із очікуваною прибутковістю, вкладаючи власні кошти у активи із нульовим ризиком вкладень.

- методика дисконтування дивіденду або вимірювання норми прибутку за дивідендом, яка заснована на припущенні, що ціна простої акції рівна поточній ціні майбутніх дивідендних виплат. Така схема може називатися як модель безкінечного періоду володіння;

- методика оцінки капітальних активів, грунтується на теорії рівноважної залежності поміж потрібною нормою прибутку на капітал, що вкладений у будь-якого типу актив, та ризиком, із яким сполучено одержання такого прибутку;

Потреба описання перечислених вище методів, які мають, на першу оцінку, до земельної власності цілком далеке відношення, що зумовлено тим, що за оцінки будь-якої нерухомості, яка приносить прибуток, вирахувують альтернативні фінансові інструменти та ставки дисконту, що окреслюють ставлення інвесторів до ризиків таких варіантів використовування капіталу у порівнянні із ризиками других вкладень.

Налаштування і інтерпретація результатів складання звіту із експертної грошової оцінки.

Цілком різноманітні результати що відрізняються в кілька разів, і завдання оцінювача полягає у визначенні на їхній основі розміру чи діапазону вартості. Такий процес у оцінній практиці можуть називати зведенням ре-

зультатів у процесі виконання процедур оцінювання різноманітними методами.

Одержані результати не відповідають за значеннями чи теоретично вони повинні збігатися лише за умов досить ідеально розвинутої економіки, але вони означають діапазон, де знаходиться визначене значення вартості.

За виконання таких процедур різними методиками, оцінювач майже постійно приймає цілий ряд припущень, особливо, що стосується умов української економіки та інформаційного поля та, враховуючи ціль оцінювання, може вибирати такий результат, що, на його думку, найбільш повно відображає шукане значення.

До розв'язання такої проблеми можливі два підходи:

- поміж різними варіантами вибирається лише один, що приймається як фактичне щодо вартості;
- існує середньозважене одержання результатів.

Перший вказаний метод вважається доречним, якщо неточності і припущення, можуть бути прийняті в одному із методів, цілком менші, а ніж у інших. Другий варіант буде більш правильним лише у тім випадку, коли у кожному з варіантів існують сумірні величини похибок та припущень. У такому випадку оцінювач об'єктивно, на підставі свого життєвого досвіду, може надати кожному значенню питомої ваги відповідно до питомої ваги настання кожного із таких випадків та знаходить поміж такими значеннями середньозважене.

Протилежно, якщо є результати щодо ринкових угод, які робилися по об'єктам, що схожі оцінюваному, тоді метод аналогів продажів може дати максимально точний результат, тому що у нім виявляються усі ринкові чинники, такі як співвідношення попиту-пропозиції та корисність. За відсутності даних щодо ринкових угод, головними методами є метод урахування витрат та методи капіталізації прибутку. Вони дають гадку щодо корисності предмету, а будь-яке майно чи земля, майнові права, бізнес, варте чогось тільки за умов їх корисності. Методика нормативної грошової оцінки, нехай і

не є, в результаті, ринковою, але усе таки дасть результат , що можна та треба застосовувати за узгодження результатів, можливо, навіть як ще один ціновий орієнтир.

Через те, що визначення вартості- це процес моделяції логіки потенційного покупця та виконування на досить вищому фаховому рівні оцінних процедур, а на сьогодні оцінні процедури виконуються покупцями на цілком інтуїтивному рівні та тільки як вийняток, проводяться серйозні розрахунки, враження більшості інвесторів щодо ціни предмету знаходитиметься у діапазоні поміж значеннями, що отримані двома методами, та більш точне визначення цілком можливе з допомогою середньозваженого поміж ними за однакових чи неоднакових, у конкретних ситуаціях для одного із методів та нульових, їхніх питомих значеннях.

Звіт із експертної грошової оцінки повинен містити:

- ціль оцінки і дату, згідно якої проведено оцінку;
- підгрунтя щодо проведення експертної грошової оцінки земельної ділянки;
- описання земельно ї ділянки;
- аналіз ефективності такого застосування земельної ділянки;
- план та характеристику земельної ділянки, із включенням її фізичних і економічних особливостей, правового режиму, особливостей її місцезнаходження, описання кордонів, цільового призначення, характеру використовування і стану забудови;
- за обраними методичними підходами розрахунок оцінної вартості земельної ділянки;
- обґрунтовування обраних методичних підходів;
- основні упередження проведення оцінки;
- сертифікат земельної ділянки;
- висновок експерта про оцінну вартість земельної ділянки.

До такого звіту прикладають ситуаційний план і план земельної ділянки, матеріали, що можуть бути використані для оцінки земель, і копія дого-

вору по проведенню такої оцінки, ксерокопія кваліфікаційного сертифікату експерта.

Якщо використовують методичний підхід, що ґрунтується на порівнянні вартості продажу схожих земельних ділянок, чітко вказуються чинники, по яким проводиться порівняння і обґрунтування розмірів поправок у вартості продажу земельних ділянок, які вибрані для порівняння із земельною ділянкою, яка повинна оцінюватися.

Якщо використовувався методичний підхід, що заснований на капіталізації чистого доходу від земельної ділянки, робляться конкретні розрахунки:

- ставки капіталізації по певній земельній ділянці із урахуванням ризику на інвестування і ліквідність земельної ділянки, безризикових відсоткових ставок;
- чистого і валового річного доходу від ефективного застосування земельної ділянки із зважанням обмежень і обтяжень по її використанню.

Якщо застосовувався методичний підхід, що базується на зважання витрат по побудові об'єктів нерухомого майна на земельній ділянці, у звітові вказуються рівні витрат продажу забудованих ділянок, що відбувалися на ринку, і затрати, які пов'язані із будівництвом будівель і споруд.

Документи експертної грошової оцінки піддають погодженню зі селищною, сільською, міською радою чи уповноваженим ними органом, Радою Міністрів Автономної Республіки Крим, місцевою державною адміністрацією, що вбачають рішення по продажу земельних ділянок, та схвалюються відповідним державним органом земельних ресурсів.

Висновок експерта щодо оцінної вартості земельної ділянки несільськогосподарського призначення, що необхідною складовою звіту, оформляється окремим документом.

Висновок експерта щодо оцінної вартості земельної ділянки несільськогосподарського призначення підписується експертом і керівною особою

юридичної структури та скріплюється печаткою такої юридичної особи, що провела експертну оцінку.

На підгрунті проведеної оцінки земельної ділянки прописується сертифікат експертної оцінки земельної ділянки несільськогосподарського призначення.

Такий сертифікат підписують експерт і керівник юридичної особи, які провели оцінку земельної ділянки . Підписання керівника юридичної особи скріплюється печаткою. Термін дії такого звіту становить шість місяців із дати оцінки.

Питання самоперевірки:

1. Опишіть інформаційну базу нормативної грошової оцінки.
2. Пропишіть нормативно-правову базу нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення і населених пунктів.
3. Із якою ціллю здійснюється нормативна грошова оцінка земель?
4. Які показники застосовуються при розрахунку показників грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення у нашій державі?
5. Опишіть крок за кроком здійснення грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення. Та вкажіть за якою формулою визначається диференціальний рентний дохід із гектара ріллі?
6. Який строк капіталізації рентного доходу використовується за розрахунку показників грошової оцінки?
7. Вкажіть формулу визначення диференціального доходу із гектара земель під сінокосами, багаторічними насадженнями, пасовищами?
8. Вкажіть формулу визначається грошова оцінка агровиробничої групи ґрунтів?
9. Опишіть порядок призначення грошової оцінки окремої земельної ділянки?
10. Як розраховується функціональне використання земельної ділянки у населених пунктах за визначення її грошової оцінки?

11. Як розраховують витрати на освоєння і облаштування території населених пунктів?

12. Опишіть послідовність проведення земельно-оціночної структуризації населеного пункту?

13. Назвіть види робіт, що включають підготовчий етап проведення грошової оцінки земель населеного пункту?

14. Опишіть порядок затвердження матеріалів грошової оцінки земель населених пунктів?

15. Укажіть за якою формулою розраховується визначення грошової оцінки земель транспорту, промисловості, оборони, зв'язку і іншого призначення?

16. Назвіть орган виконавчої влади, який проводить грошову оцінку земель несільськогосподарського призначення?

17. Опишіть мету проведення експертної оцінки земель?

Розділ 4. Санітарна оцінка якості ґрунтів

Номенклатура показників санітарного стану ґрунтів відповідно до ГОСТ 17.4.2.01 і СТ СЗВ 4470. Такі стандарти включають номенклатуру показників санітарного стану ґрунтів - амонійний азот, санітарне число, хлориди, pH, нітратний азот, пестициди, нафта та нафтопродукти, важкі метали, сірчисті сполучення, радіоактивні речовини, канцерогенні речовини, макро- та мікрохімічні добрива, клостридіум, термофільні бактерії, перфрінгес, патогенні мікроорганізми, личинки та лялечки синантропних мух, яйця та личинки гельмінтів; а також види землеволодінь, для яких конче необхідне використання показників санітарного стану ґрунтів, курортів та зон відпочинку, земля населених пунктів, зон санітарної охорони джерел, санітарно-захисних зон підприємств, водопостачання, транспортних земель, лісових угідь, сільськогосподарських угідь; а також основні терміни- синантропні мухи, санітарний стан ґрунтів, санітарна охорона ґрунтів, термофільні бактерії, показники санітарного стану ґрунтів, гельмінти, клостридіум перфрінгес.

Ґрунти, як правило, не можуть впливати на здоров'я людини, так як атмосферне повітря або вода. Їх неблагоприємний вплив виявляється у тому, що шкідливі речовини, що потрапили у ґрунт, можуть надходити у сільськогосподарські рослини та накопичуються у них. У такому випадку, на практиці застосовують іншу нормативно-допустиму залишкову кількість (ДЗК) харчових та кормових продуктах, полютантів у ґрунтах.

Санітарно-топографічне обстеження місцевості, санітарно-бактеріологічне, фізико-хімічний аналіз, вірусологічне, ентомологічне, гельмінтологічне, а за потреби і санітарно-токсикологічне та радіометричне дослідження охоплює гігієнічна діагностика ґрунтів.

До накопичення нітратів різні рослини мають неоднакову здатність, тому ГДК для різних овочів різна. Таким чином, ГДК нітратів за нітрат-

іоном становить, у мг/кг: у капусті білоголовій та моркві- 300, картоплі- 80, буряках- 140, помідорах та цибулі- 60, огірках- 150.

Якість ґрунтів - це сумарна кількість фізико–хімічних та біологічних властивостей ґрунтів, які визначають їх безпечність в епідеміологічних та гігієнічних відносинах. За показниками санітарного стану грунтів, та комплексу критеріїв, таких як санітарно-хімічні та санітарно-мікробіологічні, визначається якість ґрунтів. Зі слів академіка Вернадського В.І., «ґрунт є основою організації біосфери». Учені - географи називають ґрунт фокусом ландшафту, дзеркалом. У ґрунті поєднуються і взаємодіють усі компоненти біосфери, формуючи таким чином, там складну полігенетичну біокосну систему.

Ґрунти - важливий і незамінним природний ресурс, проте головне завдання діяльності людини – це підтримка здатності ґрунтів у процесі ґрунтоутворення до самовідновлення.

Деградація ґрунтів відбувається природним шляхом, і у результаті антропогенної діяльності. Антропогенне забруднення ґрунтів проходить унаслідок роботи різних галузей військової діяльності, промисловості і сільського господарства, транспорту, комунально-побутових господарств, енергетики. За обсягом зон і рівнем забруднення ґрунтів забруднення діляться на глобальне, локальне, фонове, регіональне.

Якість ґрунтів обмежується за стандартами у яких розглядаються методи відбирання та підготовки проб до хімічного, бактеріологічного та гельмінтологічного аналізу, номенклатура показників санітарного стану ґрунту.

4.1. Стандарти з якості ґрунтів

Обмежено, стандарти такої групи можна поділити на організаційні, термінологічні, та такі, які регламентують методи визначення якості ґрунтів.

Термінологічні стандарти:

ДСТУ ISOO 11074 -2:2004. Якість ґрунту. Словник термінів. Частина 2. Пробовідбирання;

ДСТУО 3980:2000. Ґрунти. Фізико-хімія ґрунтів. Терміни та визначення.

ДСТУ ISOO 11074-4:2004. Якість ґрунту. Словник термінів. Частина 4. Відновлення ґрунтів та ділянок;

ДСТУ ISOO 11074 -1:2004. Якість ґрунту. Словник термінів. Частина 1.Забруднення та охорона ґрунтів.

Стандарти організаційні:

ГООСТ 17.5.3.06-85. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ;

ГООСТ 17.4.3.02-85 Требования к охране плодородного слоя почвы пр производстве земляных работ;

ГООСТ 17.5.1.06-84 Земли. Классификация малопродуктивных угодий для землевания;

ГООСТ 25100-95. Ґрунты. Классификация;

ДСТУ ISOO 15176:2004. Характеристика вийнятих ґрунтів та інших ґрунтових матеріалів, призначених для вторинного використання;

ГООСТ 17.4.3.06-86 Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических з агрязняющих веществ;

ГООСТ 17.4.4.03-86 Почвы. Метод определения потенциальной опасности эрозии поді воздействием дождей;

ДСТУ ISOO 11269-2-2002. Визначення дії забрудників на флору ґрунту. Частина 2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин;

ГООСТ 26244-84. Обработка почвы предпосевная. Требования к качеству и методы определения.

Стандарти по визначенню якості ґрунтів:

ГООСТ 17.4.1.02-83 Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения;

ГООСТ 17.4.2.01-81 Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния;

ДСТУО 4289:2004. Якість ґрунту. Методика визначання органічної речовини;

ДСТУО 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб;

ДСТУ ISOO 10390-2001. Якість ґрунту. Визначення pH;

ГООСТ 17.4.03-85 Почвы. Требования к методам определения загрязняющих веществ;

ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунтів. Показники родючості ґрунту;

ДСТУ 4288:2004 Якість ґрунтів. Паспорт ґрунту;

ДСТУ ISOO 15903:2004. Якість ґрунтів. Форма запису інформації при ґрунту і ділянки;

ДСТУ ISOO 11259:2004. Якість ґрунтів. Спрощений описання ґрунту;

ДСТУ 3866-99. Ґрунти. Класифікація їх за ступенем вторинної солонцюватості

4.2. Поведінка забруднюючих речовин у ґрунті

4.2.1. Ґрунтово-геохімічні бар'єри

Ґрунт – це *відкрита система* ландшафтів. Потоки енергії і речовини в ґрунтах засновані з приземними шарами атмосфери, поверхневими і ґрунтовими водами, рослинністю. Ті речовини, які попадають на поверхню із техногенними потоками, цілком *затримуються верхнім горизонтом ґрунтів*. інша частина елементів може проникати до середини ґрунтової товщі низхідними і висхідними токами ґрунтової вологи, і механічним способом унаслідок діяльності ґрунтової фауни (рис. 4.1).

Потік усіх речовин у тому числі і техногенних утримуються *ґрунтово-геохімічними бар'єрами* у межах ґрунтового профілю. До таких відносяться гіпсові, карбонатні, глейові, солонцеві, гумусові, ілювіально-залізисті. Ґрунтові геохімічні бар'єри показуються лише тоді, коли трапляється зміна інтенсивності міграції хімічних елементів на малих відстанях, та, як результат, їх накопичення у певній чисельності [54].

Фактично, у ґрунтових горизонтах поява таких природних новоутворень як ортштейни є наслідком зміни інтенсивності міграційних потоків в ґрунтовому профілі. Наслідком зменшення швидкості потоків речовини у ґрунті та її накопичення можуть бути зміни хімічних чи фізичних умов міграції різних сполук і техногенних у тому числі.

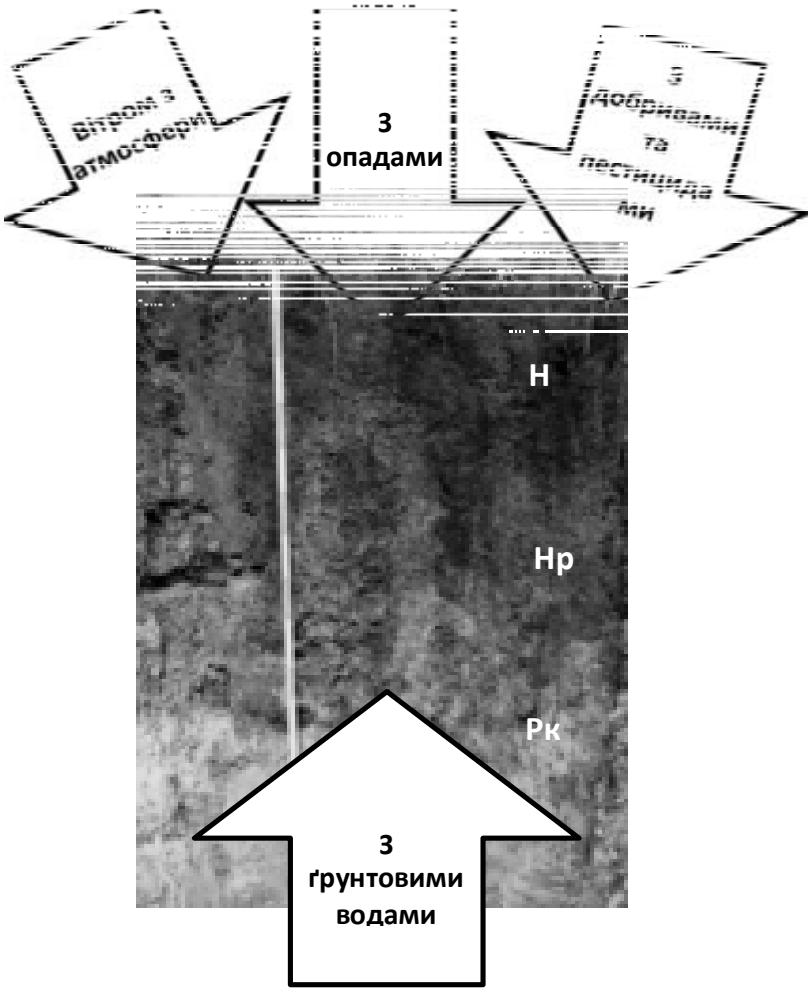


Рис. 4.1. Основні шляхи забруднення ґрунтів

Глибина ґрунтово-геохімічних бар'єрів у ґрунті може сягати від кількох міліметрів і більше. Як правило фізико-хімічні бар'єри притаманні вузьким зонам, там де зустрічаються чи контактують два цілковито різні по конкретним хімічним чи фізичним параметрам середовища складу ґрунту. І, в наслідку, такі складові можуть мати відмінні умови міграції хімічних елементів як правило із потоками поверхневих та підземних вод [55].

Конкретної зміни умов щодо виникнення цілком вираженого геохімічного бар'єру недостатньо. Потрібно, аби така зміна була *контрастною і* здійснювалася на малому проміжку ґрунтового простору. У випадку, якщо зміна таких умов проходить поступово, на досить значній відстані в середині ґрунту, такий бар'єр буде так би мовити "розмитий" у просторі та збільшення концентрацій хімічних елементів-забрудників буде невеликим. Аби вивчити загальну картину міграції хімічних елементів та досить незначні або, "розмиті" бар'єри необхідно також ураховувати.

Буферність ґрунтів

Буферність - це можливість ґрунтів зберігати генетично притаманні йому чи штучно зроблені потенціали елементів родючості та в певній мірі нейтралізувати чи пригальмовувати зовнішні впливи, які направлені на зміну таких потенціалів (Трускавецький, 2003) [66]. У базу такого визначення буферності ґрунту покладено відомий принцип термодинамічної стійкості Ле-Шатальє. Його принцип відповідно ґрунтової системи формується подальшим чином: *зовнішні чинники, що порушують відносно урівноважений стан елементів родючості, водночас стимулюють в ґрунті такі процеси, що хочуть пригальмувати результати такого зрушення* [56].

Відомо традиційне вузьке визначення поняття "буферність ґрунтів". За ним ознака ґрунту підтримувати завжди реакцію ґрунтового розчину. Проте, у широкому трактуванні "буферності ґрунту" - підтримання pH ґрунтового розчину – тільки окремою складовою. Виділяють, окрім того:

Фосфатна буферність- здатність ґрунтів протидіяти змінам потенціалу фосфору ґрунтового розчину за внесення у ґрунт фосфору чи споживанні його рослинами із грунту.

Азотну буферність- здатність ґрунту зберігати азотну рівновагу у процесі мобілізації та іммобілізації мінеральних форм азоту ґрунту та добрив.

Буферність солонцевого потенціалу- здатність ґрунту протидіяти змінам ґрунтово-вбирного комплексу (ҐВК) як базису хімічних меліорацій солонцюватих земель.

Калійну буферність- здатність ґрунту протидіяти змінам калійного потенціалу ґрунтового розчину за внесення калійних добрив у ґрунти чи вилучення його із ґрунту рослинами.

Окисно-відновну буферність- здатність ґрунту берегти окисно-відновний потенціал (ОВП) на конкретному рівні після надходження окисників чи відновників і за змінах коливання вологості та температури ґрунту. Вона значно впливає на живий моноліт ґрунту та усі процеси, які пов'язані із живленням сільськогосподарських рослин.

Термобуферність- здатність ґрунту протидіяти зміні температурного режиму, перш за все, кореневої зони рослин, яка значно має вплив на їх ріст та розвиток.

Гідробуферність- здатність ґрунту накопичувати і раціонально витрачати накопичену ним продуктивну вологу, і зберігати оптимальні гідроаеральні умови життєдіяльності рослин за впливу перезволоження та висушування.

Флуорна буферність- здатність ґрунтів протидіяти акумуляції флуору (фтору). Фітофлуорне накопичення не вбачає небезпеки для рослини. Цей елемент міцно закріплюється ґрунтом в недоступній для рослин малорозчинній формі, а саме за високої акумуляції у ґрунтовому розчині йонів Ca^{2+}. У дерново-підзолистих ґрунтах флуор-буферність значно менша, у порівнянні із чорноземними грунтами.

Буферність відносно важких металів- здатність ґрунтів протидіяти акумуляції важких металів, у тому числі і радіонуклідів.

Кислотна і лужна буферність- здатність ґрунту протистояти швидким змінах кислотності чи лужності ґрунтового розчину. Буферність у цім аспекті залежить від ємності поглинання ґрунтів і хімічного складу, складу

поглинених катіонів та особливостей ґрунтового розчину. Якщо до ґрунту додати незначну кількість соляної кислоти, можна чекати підкислення ґрунтового розчину, але цього не відбудеться, тому що проходить обмінна реакція із утворенням нейтральних солей. за умов додавання лугів, прикладом соди, то вона знову ж таки буде нейтралізована. Буферна здатність ґрунтів буде тим більшою, чим вища їхня ємність поглинання. Лужна та кислотна буферність врегульовує процеси міграції речовин у ландшафтах, виявляючи буферність по відношенню до забруднюючих речовин: карбонатні- можуть нейтралізувати кислі антропогенні випадіння, а кислі ґрунти - нейтралізують лужні сполуки.

Якісь кількість високотоксичних елементів здатна переходити у важкодоступні для рослин форми, інші сполуки, мобільні в даному ґрунтово-геохімічному середовищі, здатні мігрувати у ґрунтовій товщі, і здійснювати потенційну небезпеку для біоти.

Безперечно, що розчини та суспензії, що рухаються у ґрунтах, контактують із ґрунтовими частинками. Якась кількість молекул і іонів затримується та обмінюється. Така здатність твердої фази ґрунту вбирати із ґрунтових суспензій та розчинів і обмінюватися із ними різноманітними речовинами зветься *поглинальною здатністю ґрунту*.

Вирізняють п’ять видів поглинальної здатності ґрунтів: фізичну, механічну, фізико-хімічну чи обмінну, хімічну та біологічну. Усі види поглинальної здатності залежать від мулистої чи колоїдної фракції ґрунту, а дві із них, фізико-хімічна та фізична, залежать від колоїдів ґрунту та їх особливостей. І тільки біологічна поглинальна здатність залежить від ґрунтової біоти.

Процеси інфільтрації і капілярного підняття вологи

Вода екосистемі виконує дві функції: забезпечує більшість фізичних та хімічних процесів і є сильною *транспортною геохімічною системою, що* відповідає за переміщення речовин у просторі. У існуванні ґрунту вода здійснює такі функції: вона слугує одним із факторів ґрунтоутворення і процесів руйнування чи вивітрювання мінералів; хімічні реакції проходять лише у во-

дному середовищі; гумусоутворення; за впливу води відбувається формування ґрунтового профілю; регуляція температури ґрунту проходить із допомогою води; і вона слугує одним із факторів життя організмів і рослин, і родючості ґрунтів. Вода в ґрунті пов'язана із ґрунтовими часточками у різній мірі та має різні здатність засвоюватись рослинами і рухомість [57].

Водопроникність- це можливість ґрунтів вбирати і пропускати крізь себе воду, що поступає із поверхні. Це одна з дуже важливих ґрунтово-гідрологічних констант, яка робить вплив на водний режим ґрунту, особливості формування стоку. Перебіг руху води має два етапи: просочування (фільтрація), всмоктування (інфільтрація). Кордоном поміж всмоктуванням та фільтрацією позначають установлення постійної швидкості фільтрації.

Водопроникність ґрунтів перебуває у тісному симбіозі від їхнього гранулометричного складу та хімічних властивостей, щільності, структурного стану, вологості і терміну зволоженості.

Водопіднімальна здатність визначає здатність вологи підніматися по ґрунтовим капілярам. Із допомогою ліофільності мінеральних ґрунтів їхні капіляри гарно змочуються водою, у них зароджуються увігнуті меніски, що зумовлюють поверхневий натяг, який спонукає підняття вологи. Чим менший діаметр капілярів, тим вище піднімається волога. Якщо в суглинистих грунтах вона є на порядок більшою, а саме до 3-6 м, а в глинистих- знову зменшується, то в піщаних ґрунтах максимальна висота капілярного підйому не перебільшує 0,5-0,7 м. Як швидко відбувається капілярне підняття вологи також підпорядковано вологості ґрунту і діаметру капілярів.

Великого екологічного значення для ґрунтоутворення і агрономічної практики, тому що процеси оглеєння, водний т а сольовий баланс, живлення рослин набуває капілярні підняття вологи при умовах, що кореневмісний шар потрапляє у зону його впливу.

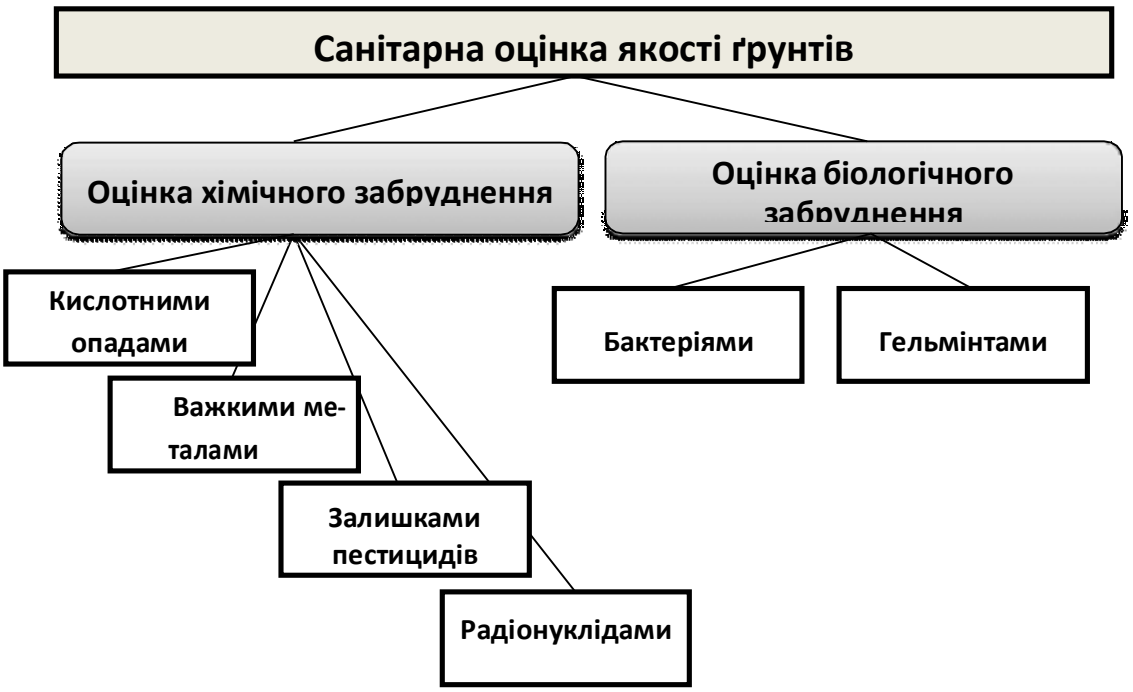


Рис. 4.2. Санітарна оцінка ґрунтів

4.3. Хімічне забруднення т а його нормування. Забруднення важкими металами

4.3.1. Важкі метали: вплив на живі організми

Санітарна оцінка якості ґрунтів налічує оцінку хімічного і оцінку біологічного забруднення. А, хімічне забруднення ґрунтів, що застосовується у сільському господарстві поділяється на забруднення залишками пестицидів, важкими металами, радіонуклідами і кислотними опадами (рис. 4.2). Такі забруднення ґрунтів мають зовсім різні джерела виникнення (рис. 3.3).

Важкі метали- це, в по-перше, відгуки, що зумовлюють такі метали як *ртуть, кадмій свинець*, які значно важчі за залізо, а саме у 2,0-3,7 рази за атомною масою і у 1,1-1,7 за густиною. До важких металів на зараз внесено також *кобальт, талій, хром, нікель, цинк, мідь, срібло, кадмій, миш'як, селен, ртуть, та свинець*, певні сполуки яких можуть бути достатньо токсичні [58].

Рис. 4.3. Джерела хімічного забруднення ґрунтів

Разом із тим треба наголосити, що, хром легший за залізо на 10%, як за густиною так і за атомною масою, а такий елемент як селен не тільки має густину на позначці 61 % від заліза, але і належить до неметалів. В залежності від контексту, «важкими металами» мають право називатися навіть легші за вуглець елементи, і не можуть так називатися і деякі набагато важчі метали.

За даними багатьох джерел літератури «важкі метали» позначаються як «цілком звичайні перехідні метали, такі як свинець, цинк, мідь, які можуть створювати забруднення навколишнього середовища із великої кількості джерел, включно і присутність їх у нафті, промислових викидах і кислотних дощах». Має місце на існування і цілковито синонімічний термін «*токсичні метали»*, для якого теж не має зовсім чіткого визначення [58].

Головною метою вивчення важких металів у системі «ґрунт-рослина» - це відстеження ефективних заходів, що попереджають чи істотно зменшу-

ють їхнє надходження у харчові ланцюги людини та сільськогосподарських тварин. Володіння інформацією щодо забруднення ґ рунтів важкими металами та поведінку металів у системі «ґрунт-рослина» дає право цілком успішно боротися із забрудненням рослинницької продукції, отримується із небезпечних територій. Звісно, що головна небезпека отруєння важкими металами загрожує, в першу чергу, сільськогосподарським тваринам, що вживають в їжу вегетативні надземні частини рослин, які можуть забруднюватися аеральним та ґрунтовим способом. Сіно, солома та бадилля рослин тісно пов'язані із живленням мінеральними елементами із ґрунтового розчину та відносно не є захищеними біологічним бар'єром, суть якого виконує флоема, яка робить захист генеративних органів од безпосередньої дії чи надходження полютантів із транспіраційним потоком, що потрапляє із кореневих систем рослин у процесі мінерального живлення у листя та стебла. Генеративні органи рослин, які відповідають за виживання виду, надійніше захищені од шкідливого впливу середовища, та часто підлягають відповідно слабшому забрудненню [58].

Людині в їжу потрапляють як правило, ці частини рослин, і тому практично виключені гострі отруєння людей важкими металами у результаті споживання рослинної продукції. Проте, існує скрита небезпека хронічного забруднення харчової продукції металами, що мають *дію на організм негативну кумулятивну* [59].

Важкі метали першого класу небезпеки

До таких елементів належить *кадмій*, у більшості продуктів концентрація його коливається між 1 та 50 мкг/кг. На території більшості країн щоденне надходження кадмію із їжею становить 10-25 мкг/кг. Мкг- мікрограм у метричній системі мір - це одиниця вимірювання маси, що відповідає мільйонній частині (1/1 000 000) грама (1×10^{-6}) чи 1/1000 частини міліграма). Гуннансон О. 1983 року приводить результати середнього тижневого надходження кадмію в організм дорослої людини у більшості країн (у мікрогра-

мах): Канада – 365, США – 275, Румунія – 265-446, ФРН – 337, Чехія та Словакія – 461, Швеція – 129.

Мають місце також дані вмісту кадмію в харчових продуктах за останнє сторіччя які мають тенденцію до зростання, і слугують наслідком забруднення довкілля. Аналізування людських нирок, що зберігаються у музеях із середини 19 сторіччя, вказало, що ці органи мають досить менше кадмію, чим нирки тих зразків людей, що померли в кінці 20 сторіччя. Таке накопичення кадмію в людських організмах та організмах тварин сполучено із його вкрай повільним виведенням. Таким чином, уміст кадмію в людському організмі на протязі життя постійно зростає. За народження його вміст не перевищує 1 мкг, а до віку 50 років зростає до 15-30 мкг.

В людський організм кадмій надходить із рослинної і їжею тваринного походження. Дуже багато його в печінці тварин, нирках, устрицях, мідіях та грибах. Застосування деяких видів мінеральних добрив для удобрення сільськогосподарських рослин, і вапнування невеликими дозами кислих ґрунтів під зернові злакові культури спричиняють потраплянню кадмію у зерно та солому [59].

Людей у Японії, що довгий час харчувалися рисом із високим умістом кадмію (1000 мкг/кг) було виявлено хвороба «ітай-ітай», за якої трапляється остеомаляція скелету. Однією із причин такої хвороби було тривале забруднення рисових полів стічними водами гірничодобувного комбінату, що у своєму складі містили кадмій. У результаті рис, що вирощений на цих полях, мав у 10-12 разів більше елементу Cd, ніж рослини із незабруднених ділянок такої території. Проте головним та найбільш поширеним джерелом надходження в організм людини кадмію є куріння. Саме листя тютюну може поповнюються кадмієм аеральним способом, у місцях із забрудненою атмосферою, та ґрунтовим, за застосування фосфорних добрив, що мають у своєму складі великий домішок кадмію, а також за застосування у якості органічних добрив компостів із осаду стічних вод та компостів із побутового сміття, що забруднене кадмієм. У такому разу за вирощування тютюну пот-

рібно бажати зменшення надходження цього металу у рослину через ґрунт [59].

Ртуть- сусід кадмію по групі хімічних елементів в таблиці Менделєєва – це метал, що представляє дуже вагому небезпеку для здоров'я людини. Він значиться у трьох видах: у вигляді неорганічних солей та в аспекті органічних сполук, що досить часто зустрічаються у навколишньому середовищі, тому, що металева ртуть здатна під дією мікроорганізмів трансформуватися у лужні органічні сполуки. Самого більшого розповсюдження у середовищі людського існування має метилртуть . Чисельність ртуті у харчових продуктах не може виходити за межі 5-20 мкг/кг. Із яких перше число належить до соків, а друга - до овочів.

Проте, в історії землеробства не було ще таких в випадків, коли вирощені на забрудненому грунті рослини спонукали до серйозних отруєнь людей ртуттю. Причинами масового отруєння цим елементом були тільки після помилкового вживання у їжу зерна, яке було протравлене препаратами, які містили ртуть. Попервах для боротьби із грибковими захворюваннями зернових культур за передпосівної обробки насіння досить розповсюджено застосовували фунгіциди, які включають сполуки ртуті. Тому, гранозан, хімічна формула якого C_2H_5HgCl, містить у своєму складі 75,6 % ртуті. Також широко використовувалися препарати у сільському виробництві 2 % дусту із цією сполукою [59].

Третім по черзі металом, який несе небезпеку для здоров'я та досить розповсюджений у агроландшафтах, є *свинець*. Головним методом забруднення сільськогосподарських рослин і ґрунтів у цім випадку є аеральний. Що сполучено із тривалим в часі застосуванням тетраетил свинцю для збільшення октанового числа бензину. Уздовж завантажених автомагістралей спостерігалося в першу чергу забруднення рослин свинцем. Нікіфоров Б. уважає, що за потужністю забруднення свинцем атмосфери цементні заводи можна ставити поруч із автотранспортом та металургійним виробництвом.

30-40 км від джерела їх викидами – сягає радіус забруднення вод, ґрунту та рослин.

По мірі потрапляння свинцю у придорожній ґрунт з часом, до аерального забруднення рослин приєднується ще й ґрунтовий. Такий шлях є менш небезпечним, тому, що у ґрунті велика імовірність переходу свинцю у малорозчинні сполуки: фосфати, сульфати, карбонати. Кожного дня потрапляння свинцю із їжею людини становить приблизно 35 мкг із великою різнобіжністю день від дня, і поміж індивідами. Головним джерелом надходження свинцю у раціоні людини у Західній Європі є виноградне вино - від 10 до 200 мкг/л. Гарно очищена і вимита рослинна їжа не може бути небезпечним джерелом надходження свинцю в людський організм, так як забруднення рослин проходить переважно механічним шляхом і в наслідку дифузії свинцю із забрудненого ґрунту в коренеплоди та бульби, а також шляхом осадження сполук свинцю із атмосфери на поверхні листя, стебел та плодів переважно в вигляді оксидів. 5-10 %- становить середня абсорбція свинцю із травного тракту. Ця величина, насамперед, є більшою в людей, що хворіють на хвороби із нестачею кальцію та заліза в організмі. Місце накопичення свинцю – скелет людини, де зосереджено близько 90 % усього свинцю, який надійшов в організм. Позбавлення кісткової тканини від свинцю – досить тривалий процес, із періодом напіввиведення 5-50 років [59].

Інші важкі метали

Опріч вище описаних трьох самих найнебезпечніших для людини металів є і другі, що є менш небезпечні для людини, проте здатні забруднювати рослинницьку продукцію. Особливе місце серед них займає *нікель,* що достатньо рухомий у кислих ґрунтах та добре засвоюється рослинами. Він досить широко застосовується у господарській діяльності. У значній кількості харчових продуктів уміст нікелю не повинен перевищувати 1 мкг/кг. Його висока концентрація -від 2 до 11 мкг/кг знайдена тільки у деяких видах горіхів та бобів. Всмоктування нікелю із травного тракту становить близько 3 %. Він з’являється у екскрементах проте дуже швидко та знаходиться переваж-

но у сечі. Час напіввиведення цього елементу - 1-2 дні. На організм нікель діє як мутаген.

Хром. Трьохвалентний хром потрібний задля нормального функціонування організму людини. Він приймає участь у метаболізмі холестерину, глюкози та жирів. Дефіцит цього елементу веде до зменшення ваги та спонукає діабетичний синдром. Надходження хрому із їжею щодня становить приблизно 60 мкг. Його потрапляння із травного тракту у органи людського організму вкрай низьке, тільки 0,3 - 0,5 % від початкової дози. Найбільш токсичного шестивалентною хрому засвоєння трохи вище- 2-6 %. У плазмі крові та м'язових клітинах проходить відновлення шестивалентного хрому до трьохвалентного, який менш токсичний [71].

Кобальт. Надходження кобальту із їжею становить - 5-46 мкг у день. Всмоктування його із їжі - 30-40 %. За літературними даними, невеликі кількості залученого в організм кобальту затримується на лічені місяці. Цей елемент входить у склад вітаміну В12 та потрібний людському організму в такій (Алексєєв, 2008) [60].

*Миш'як. Е*лемент належить до неметалів, але рахується вкрай токсичним. Він досить поширений у довкіллі як трьохвалентний та п'ятивалентний в сполуках сполуках. Арсенат свинцю та метиловані сполуки миш'яку використовуються в якості гербіцидів. Миш'як, що потрапляє у людський організм із їжею, може ефективно всмоктуватися із травного тракту та виводитися з сечею в якості метилмиш'якової та диметил-миш'якової кислоти. Трохи менша його кількість - до 20% виводиться із сечею без метилювання. У всякому разу, 50 % спожитого миш'яку виводиться із сечею на протязі тижня. Отже, це елемент має короткий термін напіввиведення. Рослини можуть адсорбувати дуже високі кількості миш'яку > 6000 мг на кг сухої маси і > 8000 мг на кг золи. Проте, шанс отруєння тварин цим елементом через овочі і кормові рослини вкрай низький [60]. Хронічні захворювання і отруєння можуть відбуватися неорганічними сполуками миш'яку.

Миш'як обумовлений як отруйна речовина, що негативно впливає на метаболізм і, володіє канцерогенними особливостями [59].

*Сурма. Е*лемент, який досить поширено зустрічається разом з миш'яком. Вони мають кілька подібних хімічних та фізичних особливостей. Сурма буває у трьох- та п'ятивалентних формах. Щоденне надходження її із їжею в людський організм становить близько 10 мкг. Сурма не відноситься до життєво необхідних елементів для людини, але її розчинні форми надходять у рослини з ґрунтів. У споживних рослинах концентрація сурми знаходиться в межах 0-4,3 мкг/кг маси [59].

Ванадій. Його роль для організму людини вивчено і встановлено у тридцяті роки минулого сторіччя. Недостатня його кількість у раціоні може привести до захворювання - карієсу зубів. Сполуки ванадію знижують уміст вільного холестерину у плазмі крові, сповільняє активність трипсину та пепсину, та посилює гідроліз гексозодіфосфату. Вагомим джерелом ванадію у харчовому раціоні людини може слугувати рослинна їжа. Вміст його у рослинах становить у середньому - 1 мкг на кілограм сухої маси. А у кінських бобах було знайдено 12 мкг/кг ванадію [59].

Стронцій - елемент, який відноситься до третього класу небезпеки, і йому притаманна головна участь у розвитку вкрай небезпечного ендемічного захворювання людей та тварин -це так званої уровскої хвороби; друга його назва - хвороба Кашина-Бека. Ця хвороба розповсюджена у російському Приамур'ї, Забайкаллі та Північній Кореї. Ця хвороба пошкоджує опорно-руховий апарат та виникає, насамперед, при зародженні організму, а саме, на початковому етапі формування кісткового скелета. Аналізування геохімічної ситуації цієї території показало, що ґрунти і вода на ній відзначається відносно низьким вмістом калію, кальцію, натрію та високим стронцію та барію. Отож, загроза стронцію виникає за порушення оптимальних співвідношення лужноземельних та лужних елементів у ґрунтах та рослинах.

За недостатньої кількості кальцію в їжі та питній воді, на фоні підвищеного вмісту стронцію, останній заміщує кальцій під час формування кісткового скелета. Уменшення співставлення Ca:Sr у овочевих та кормових рослинах, застосовування у сільському господарстві засобів хімізації, що містять у своєму складі природну домішку стронцію, потребують уваги лікарів-гігієністів. Потрібно намагатися, аби співвідношення Ca:Sr у рослинницькій продукції було вище, ніж 100. За таких обставин неприйнятні порушення в організмах людини та тварин є малоймовірні [59].

Хімічні елементи створюють такий ряд за показниками канцерогенної токсичності:

As > Сд > N і > Pb = Cd = Hg, і за шкідливості мутагенезу, відповідає: Cr > As > Nщ > Hg > Cd > Pb [59].

4.4. Забруднення ґрунту радіонуклідами

4.4.1. Радіонукліди і радіоактивність

По термінології «радіонуклід» відповідає значенню «ядро (від лат. nucleus), те, що здатне до випромінювання» (від лат. «radius» - промінь). Синонімом слова «радіонуклід» - радіоактивний ізотоп. Радіонуклід по собі - це досить нестійке утворення, що здатне самовільно трансформуватися, і може проходити із викиданням ззовні утворених чи вилучених із його складу часточок чи “проміння”, яке спонукає *радіоактивність* (Корсак, 2004) [65]. Радіонукліди частіше всього виокремлюють γ і β випромінювання, а цілком рідше - α-часточки.

Альфа-часточка (α-частинка) – відповідає позитивно зарядженій частинці, що вилучається ядрами кількох радіоактивних атомів. Потік α-променів інколи називають α-променями. Усі альфа-частинки мають у складі 2 нейтрони та 2 протони, тобто вони є ядром атома гелію $^{4}He^{2+}$. Альфа-часточки слугують одним із продуктів випадкового розпаду таких як радій або торій радіоактивних ізотопів (Корсак, 2004) [65].

Бета-випромінювання- це електронний потік, який формується за бета-розпаду. Ці електрони рухаються із вкрай великою швидкістю що дорівнює швидкості світла.

Гамма-випромінювання чи гамма-промені - це електромагнітне випромінювання найвищої енергії із довжиною хвилі значно менше 1 ангстрему. Таке випромінювання виникає у реакціях із присутністю атомних ядер та елементарних часточок у відповідних реакціях синтезу, розпаду, анігіляції, за гальмування заряджених часточок величезної енергії. Радіоактивне ядро - це випромінювання, одне із процесів виникнення гамма-квантів, що було утворене у збудженому стані. Гамма-кванти випромінюються при переході ядра із збудженого стану у звичайний. Ні атомний номер, ні масове число ядра при такому процесі змінюються (Корсак, 2004) [65].

Дуже значимою особливістю радіонуклідів є їхній *період напіврозпаду* – певний проміжок часу, на протязі якого розпадається 1/2 кількості ядер радіоактивного ізотопу ті, що трансформуються у другий елемент чи ізотоп. Можна виміряти лише період напіврозпаду, так як повний розпаду ніколи не проходить. Період напіврозпаду лишається сталим за будь-якої температури та тиску, але дуже відрізняється в інших ізотопів.

Радіоактивність розраховується по кількості ядерних розпадів в одиниці часу. Одиницею чисельності радіоактивності є *Беккерель* (1 Бк=1 розп/с) у міжнародній системі СІ. Також іншою одиницею активності радіоактивності є *кюрі* (1 Кі = $3{,}7 \cdot 10^{10}$ Бк). Ця одиниця розрахована за розпадом 1 граму ізотопу Радію-226 (Корсак, 2004) [65].

Радіоактивність ґрунту

Підвладно особливості накопичування радіоактивних елементів у ґрунтах поділяють *штучну* та *природну* радіоактивності.

Зумовлена природними радіоактивними елементами природна радіоактивність, постійно існує в ґрунтах і в ґрунтоутворюючих породах. Їх розділяють на дві групи: космогенні та первинні. Первинні елементи, які надійшли у ґрунт із геохімічним потоком чи із ґрунтоутворюючих порід із других

територій. Це можуть бути елементи, усі ізотопи яких є радіоактивними – таких як уран, що має 17 ізотопів, таких як 238 U, 235 U, актиній, що має 14 ізотопів, торій, що має 12 ізотопів, а саме - 232 Th, радій 226 Ra і радон 222 Rn, 220 Rn. Ізотопи "нормальних" елементів, також можуть бути радіоактивними- це 87 Rb; 40 K; 48 Ca; 96 Zr. Саму більшу природну радіоактивність із них має калій- 40. Що стосується космогенних радіоактивних ізотопів, то вони потрапляють у ґрунт із атмосфери, там де вони можуть виникати як наслідок взаємодії космічного випромінювання із ядрами досить стабільних елементів. До такої категорії належать тритій -3 H, берилій - 7 Be, 10 Be та вуглець - 14 C [62].

Процеси природної радіоактивності існують в Землі дуже давно, як давно існують на ній живі організми. Тому, усе живе на Землі зароджувалося, існувало і розвивалося за безперервного впливу цього геофізичного фактору. Концентрація усіх природних радіонуклідів у ґрунтах значно збільшується в процесі технологічних факторів, що пов'язані із добуванням, переробкою і складуванням мінералів, що мають у своєму складі радіоактивні ізотопи, виробництвом та внесенням деяких мінеральних добрив; спалювання вугілля на теплових та електростанціях.

Уміст урану у промислових рудах відповідає у середньому 0,1-0,2 %, - це більше ніж 99,9 % містять радіоактивні відходи. Підсумком цього слугує потрапляння та акумуляція на денній поверхні значної кількості природних радіонуклідів. величезну небезпеку у цім випадку несуть елементи 3-х радіоактивних сімейств 238 U, 235 U, 232 Th та продукти їх розпаду. Осередками забруднення радіоактивними елементами території на *етапах видобутку урану* слугують шахти, кар'єри, хвостосховища; застосування рудних порід в якості місцевих будівельних матеріалів, а саме за будівництва доріг; виділення радіоактивних газів, перш за все, радону із руд та відходів. Рівень випромінювання у деяких регіонах, таких як населені пункти (Кропивницький, Жовті Води) чи прилеглі до копалин у 30 - 100 разів перебільшує фонові показники [62].

Приречене радіоактивне забруднення ґрунтів проходить природними радіонуклідами у наслідку *виробництва і застосування калійних добрив.* А саме, калійні добриває слугують джерелом додаткового надходження 40 К в ґрунт. Опісля внесення деяких типів калійних добрив у ґрунт уміст 40 К становить 37-1101 Бк/кг, при випадку, що у добривах уміст 40 К становить близько 6001 Бк/кг.

Природні фосфорити, частіше усього, містять у своєму складі в 10-100 разів більше урану, чим середній вміст його у земній корі. Інколи концентрація урану в фосфоритах сягає промислових величин. Використання протягом тривалого часу фосфорних добрив веде до значного збільшення кількості урану і продуктів його розпаду у ґрунтах. За цього зростає чим більше кількість доступних рослинам форм радіонуклідів: кислоторозчинних у 4 рази, водорозчинних у 10 разів, у порівнянні із вихідною породою. Одночасно за видобування фосфоритів та їхній переробці формуються великі відвали з *фосфогіпсу,* які містять радіонукліди у кількості вище, ніж ГДК. Це спонукає проблеми, які пов'язані із переробкою та захованням таких відходів, і, звісно, рекультивацією даних територій. За сталого використання фосфогіпсу як меліоранту солонців і солонцевих ґрунтів може проходити накопичення радіонуклідів, а саме 90 Sr.

Штучна радіоактивність зумовлена потраплянням у ґрунт радіоактивних ізотопів, які виникли у результаті атомних вибухів у атмосфері, за утилізації відходів атомної промисловості, і в наслідок аварій на атомних станціях та випадковому потраплянню у довкілля. Найнебезпечніші з цієї точки зору є ізотопи 90 Sr та 137 Cs, тому, що власне тільки вони викликають штучну радіоактивність, знаменуються тривалим періодом напіврозпаду, що становить близько 30 років, та характеризуються високою енергією випромінювання та здатністю активно влучатися у біологічний кругообіг. Спільним і для 90 Sr та для 137 Cs є цілковите їх поглинання твердою фазою ґрунту, так як головна їхня кількість - 80-90 % може закріплюватися у верхньому горизонті 0-10см.

Найвища сорбція притаманна ґрунтам із високим вмістом гумусу, та, що багаті мулистою фракцією та з монтморилонітовим і гідрослюдним складом глинистих мінералів. За власними особливостями - 90 Sr дуже схожий на кальцій, а 137 Cs на калій. Із цього випливає, що поводження цих радіоізотопів у ґрунті відповідає поведінці кальцію та калію. Велика кількість радіонуклідів цезію та стронцію адсорбується ґрунтами по типу обмінного поглинання, проте 137 Cs може бути і необмінно поглинений. Переміщення радіонуклідів тісно пов'язана від міцності зв'язків з ґрунтом. У ґрунтах легкого гранулометричного складу вона є більш інтенсивною ніж у важких аналогів. Забруднення великої частини території України лишилось джерелом штучної радіоактивності після аварії на Чорнобильській АЕС.

4.4.2. Динаміка радіоактивних елементів у ґрунтах

Вміст у більшості ґрунтах радіоактивних елементів є досить незначним, тому вони особливо не мають впливу на зміну головних властивостей ґрунту: рухомість елементів живлення для рослин, реакцію ґрунтового розчину. Великий вплив на характеристику ґрунтів становить гранична концентрація радіоактивних речовин, що потрапляють із ґрунту у рослини, перерозподіл їх по профілю і швидкість самоочищення ґрунту від радіоактивного забруднення.

Хід радіонуклідів у ґрунтах було гарно вивчено на забрудненій у наслідку аварії на Чорнобильській АЕС території. У ґрунти сполеглих територій просочилися різні радіоактивні елементи: 137 Cs; 134 Cs, 144 Cs; 141 Cs; 90 Sr. Найвища їх кількість від суми належить 137 Cs; 134 Cs; 90 Sr. Геохімічні дослідження ґрунтів, які проведені в 1986-1989 рр. у 30-кілометровій зоні ЧАЕС вказують, що механізми міграції цих елементів зовсім різні та підпорядковано формі сполук, у складі яких вони були вилучені із реактора, характеристиці клімату та властивостей ґрунту. Переміщення радіонуклідів відбувається в основному, унаслідок біологічного змішування ґрунтової товщі, просочування часточок радіоактивного пального через пори ґрунту і ру-

ху ґрунтової вологи, що має розчинені та колоїдні форми радіоактивних елементів [63].

Потрапивши у ґрунт, часточки радіоактивного пального хімічно змінюються, внаслідок чого засновуються обмінні та необмінні форми сполук. Обмінні форми можуть вбиратися ГВК у кількості, що обумовлена ємністю вбирання такого ґрунту. прикладом можу бути дерново-підзолисті ґрунти Київського і Житомирського Полісся, що мають невисоку ємність убирання, і фіксуються ґрунтом обмінні форми 90 Sr та 137 Cs тільки частково [63]. У таких ґрунтах швидкість вилучення 90 Sr вища, чим швидкість закріплення його. Якась частка цього ізотопу у розчиненому вигляді мігрує у нижні горизонти ґрунту. Проте, за випадання таких сполук на ґрунти із великою ємністю вбирання, таких як сірі лісові, чорноземи чи каштанові відбудеться практично повне їх закріплення ґрунтом.

За хімічними властивостями, як уже вказувалося 90 Sr і 137 Cs є аналогами Са та К. І їх поводження у біологічному кругообізі речовин схожа до поводження зазначених елементів. Корені рослин подібно засвоюють як калій, так і цезій, як кальцій, так і стронцій. Тому, аби зменшити засвоєння рослинами зазначених радіоактивних ізотопів, потрібно збільшувати концентрацію Са та К шляхом внесення мінеральних добрив [63].

Наділ радіоактивних елементів за грунтовим профілем залежить од гранулометричного складу та водного режиму. На глинистих та суглинкових ґрунтах із непромивним водним режимом, головна частка радіонуклідів антропогенного походження на протязі великої кількості років знаходиться у верхньому 0- 10 см шарі. Отож, швидкість вертикального проходження на таких ґрунтах вкрай низька. Досить швидше просочуються радіонукліди в глиб піщаних ґрунтів. На глибину 40-50 см вони проникають за 10-15 років. За досягнення рівня ґрунтових вод і елементи починають горизонтально рухатися та можуть потрапити у гідрологічну мережу [64].

Тому такий процес самоочищення ґрунтів від радіоактивного забруднення цілковито буде залежати від терміну існування радіоактивних ізотопів

і їх міграційної здатності. Пришвидшити такий процес можна тільки вивезенням із поля залишки рослин, що увібрали радіоактивні елементи із ґрунту.

Горизонтальний перерозподіл радіонуклідів – вторинний – пов'язаний ще й із процесами водної і вітрової ерозії. Залежно від глибини розвитку процесів ерозії, уміст радіонуклідів у орному шарі у депресивних частинах рельєфу може збільшуватися на 75 % од начальних показників. Як результат, змінюються у часі також коефіцієнти надходження радіонуклідів із ґрунту у рослини. Надходження у зернові культури та сіно багаторічних трав Cs 137 в післяаварійний період порівняно із 1986-1988 роками на порядок зменшився, проте, потужність транслокації стронцію 90 фактично лишилася сталою [64].

Доступність радіонуклідів для рослин та ступінь забруднення продукції підпорядковано міцності фіксації як стронцію-90 так і цезію-137, у ґрунті. Уміст радіонуклідів в сільськогосподарській продукції підлегле не лише від щільності забруднення, а і від типу ґрунту, їхнього гранулометричного складу, агрохімічних властивостей, та біологічних характеристик вирощуваних культур. В період із 1987 по 2015 рр. Кількість фіксованого цезію 137 підвищилася майже у 3 рази та складає 83-98 % його валової кількості. І навпаки, стронцію-90, характерно збільшення доступних для рослин сполук, кількість яких складає тільки 57-81 % од валової кількості та несе тенденцію до збільшення з часом. Задля встановлення прогнозу забруднення сільськогосподарської продукції потрібно час від часу оновити коефіцієнти потрапляння радіонуклідів із ґрунту у урожай с.г. культур.

Подальший рух радіонуклідів по харчовим біологічним ланцюгам залежить, переважно, од їх розчинності. За потрапляння таких частинок на силікатні ґрунти переважно відбувається лише механічне забруднення рослин. А за випадання радіоактивних часточок, які мають у складі радіоактивний 14 С на поверхню рослинного вкриття, радіонукліди можуть проникати крізь стебла і листя рослин, і накопичуватися у них [63,64].

4.5. Забруднення ґрунтів пестицидами

Хлорорганічні пестициди

Найбільш стійкі – *хлорорганічні пестициди*, токсичні і дуже поширені в попередні роки препарати із надмірно високими та визначеними кумулятивними властивостями**,** помірною та високою стійкістю в довкіллі. Потрапляння хлору в органічну сполуку придають їй біологічної активності, яка виявляється у перешкоджанні головних біологічних процесів, які протікають в мікроорганізмах, рослинах і тваринах, бо вони застосовуються для боротьби із небажаними та шкідливими мікроорганізмами, тваринами і рослинами. Нейротропні отрути є високотоксичні, можуть уражати нирки, кровотворну систему, печінку, змінюють гормональну баланс і погубно упливають на розвинення ембріона. У процесі виробництва також таких пестицидів та за їх перетворення у довкіллі утворюються така речовина як *діоксин.*

В пройдешні роки хлорорганічні пестициди, досить широко використовувалися для захисту рослин від комах та кліщів – це поліхлоркамфен, ГХЦГ, ДДТ, гептахлор, поліхлорпінен. Тому, що велика чисельність хлорорганічних пестицидів дуже повільно руйнуються у довкіллі, потрапляють та накопичуються у тканинах продуктивних тварин та таким чином понижають санітарну якість харчових продуктів. Застосування на сьогодні у сільському господарстві України їх заборонено [65].

Фосфорорганічні пестициди

Фосфорорганічні пестициди- це складні ефіри такі як: тіофосфорної – метафос, метіл- нітрофос; фосфорні кислоти - діметілдіхлорвінілфосфат (ДДВФ); дітіофосфорної - карбофос, рогор. Пріорітетом фосфорорганічних пестицидів слугує їх відповідно мала біологічна та хімічна стійкість. Досить велика кількість їх розпадається у ґрунті, рослинах, воді на протязі одного місяця, проте деякі інсектициди і акарициди здатні зберігатися на протязі року. Головними реакціями розпаду майже усі х фосфорорганічних пестицидів є реакції гідролізу та окислення. Такі хімічні реакції проходять в атмосфері,

воді, ґрунті і більшості біологічних систем. За впливу мікроорганізмів у анаеробних умовах має місце протікання процесів відновлення. Швидкість їх гідролізу залежить від температури та pH.

Розклад фосфорних органічних сполук у ґрунті, рослинах та тваринах проходить досить швидко із утворенням самих простих нетоксичних продуктів, проте у деяких випадках у першій стадії метаболізму виникають речовини більш-менш токсичні, аніж вихідні продукти. Вкрай швидко проходить деградація органічних сполук фосфору за впливу мікроорганізмів в грунтах, і організмах комах та кліщів. Задля аналізу можливості забруднення пестицидами предметів довкілля потрібно ураховувати не лише швидкість розкладу основної сполуки із виникненням продуктів, що мають меншу токсичність, але і швидкість розкладу всіх продуктів до самих простих сполук: H_3PO_4, CO_2, H_2O.

Пестициди, які відносяться до фосфорорганічних сполук, за невеликим вийнятком, є середньотоксичними високотоксичні та мають слабо виражені кумулятивні властивості, та вкрай швидко інактивуються у навколишньому середовищі. Процес їх токсичної дії відноситься до розладу функцій периферійної та центральної нервової системи [65].

Ртутьорганічні сполуки

Самим неблагоприємними властивостями із санітарно-гігієнічної точки зору мають *ртутьорганічні сполуки , такі як* – гранозан та меркуран. Ці пестициди належать до сильнодіючих речовин за токсичністю, досить тривалий час зберігаються в навколишньому середовищі і мають суттєво виражені кумулятивні властивості. Попавши у людський організм, вони осідають у нирках, печінці, головному мозку. При зв'язуванні з ними сульфгідрильних груп тканинних білків проходить різні метаболічні порушення та погіршення функцій життєво важливих органів та систем організму.

Вельми обмежена сфера використання гранозана та меркурана у сільському господарстві: вони застосовуються лише за*для протруювання назначеного для посіву зерна із ціллю забезпечення його збереження та високої*

схожості. За такої маніпуляції зерно практично перестає бути харчовим продуктом по вкрай високій концентрації у ньому отрутохімікатів.

Пестициди, які є ртутьорганічними сполуками, застосовують у сільському господарстві задля захисту рослин од бактеріальних та грибкових хвороб. Вони використовуються у вигляді порошків та розчинів для протруєння насіння технічних, зернових, овочевих та декоративних культур.

Досить широко застосовуються такі: 1) меркуран - суміш етилмеркурхлориду та гаммаізомергексахлорана; 2) етилмеркурфосфат; 3) етилмеркурхлорид, який є основою гранозану. Усі препарати цієї групи досить високо токсичні, стійкі та мають яскраво виражені кумулятивні властивості. Органічні сполуки ртуті, можуть проникати у організм в процесі дихання та через шлунково-кишковий тракт, вони затримуються у мозку, нирках, печінці, стінці жовчного та сечового міхура.

Потрапляючи в людський організм, отрута досить легко проникає через гемато-енцефалічний бар'єр та частково порушує мозкові клітини. Виділення проходить досить повільно через кишківник та нирки. Ртутьорганічні елементи належать до ферментних отрут, які зв'язують сульфгідрильні чи тіолові SH-групи. Суворо порушується функція ферментних систем, які виявляють активність тільки за присутності вільних SH-груп. Знешкодження тіолових груп великої кількості ферментів жирового, вуглеводного та білкового обміну спонукає досить глибокі трансформації у тканинному просторі [65].

Похідні карбамінової кислоти

Похідні *карбамінової кислоти* мають велике значення посеред сучасних пестицидів тому, що, вони є досить високоефективними фунгіцидами, інсектицидами, гербіцидами. До цієї групи препаратів належать карбамати (Горбатов, 2008):

- МТД тетраметилтіурамдісульфід, застосовується у якості порошків для протруєння насіння, середньотоксичний отрутохімікат;

- севін- застосовується в боротьбі шкідників бавовників, виноградників, плодових культур, середньотоксичний;
- цинеб- застосовується як фунгіцид, малотоксичний.

Більшість препаратів цього класу мають виражені кумулятивні властивості. Процес дії похідних карбамінової кислоти зводиться до зменшення активності холінестерази із мускарино- та нікотиноподібним ефектом. Елементи такого типу є отрутами паренхіматозної та нейротропної дії [66].

Стійкі органічні забрудники-ксенобіотики

Окремі хімічні речовини набули назви «стійкі органічні забрудники»: СОЗ, POP, persistent organic pollutants [68]. такі речовини чи синтезовані штучно, чи можуть бути побічними продуктами виробництва, тому біологи іменують їх *ксенобіотиками*– xeno - чужий, лат., а саме речовинами, що є чужими для біоти чи для довкілля.

На міжнародному рівні [62] визначають потребу прийняття миттєвих глобальних заходів, що пов'язані із наступними дванадцятю СОЗ, які називають "Брудна дюжина" речовин:

- *промислові хімікати-* гексахлорбензин, який використовується як пестицид**, ПХД - поліхлордифеніл;
- *пестициди-* хлордан, алдрін, ДДТ його виробництво обмежене і застосовується лише як засіб боротьби із малярією, ендрин, діелдрин, гептахлор, токсафен, мірекс;
- *випадкові побічні продукти-* фурани, діоксини.

У 2009 році було сформовано додатковий список, який складають 9 речовин, але до поправки приєдналися не усі країни [62].

Міграція пестицидів в ґрунтовому профілі

Переміщення пестицидів по ґрунтовому профілі проходить головним чином, за рахунок капілярно-гравітаційного переміщення води. Швидкість переміщення та глибина їх проникнення цілком залежать од безлічі факторів, які пов'язані із ґрунтово-кліматичними особливостями: в містом колої-

дів, гранулометричним складом та сорбційною характеристикою ґрунтів, кількістю опадів, особливостями і дозами внесених у ґрунт цих препаратів.

За умов фільтрації при дії сил гравітації міграція препарату крізь ґрунтовий профіль як правило є поєднанням двох процесів: “переважного” масопереносу і фронтального потоку.

Фронтальний потік – це однорідний рух води та розчинів крізь ґрунт. Цей рух розчинів обумовлений багато в чому існуванням у структурному ґрунті макропор: тріщин, ходів ґрунтової фауни, каналів за ходами коренів. Фронтальний потік спонукає міграцію основної маси пестициду, проте транзитним потоком переміщуються тільки мікрокількості препарату. Основна кількість токсикантів у зоні помірного клімату, як правило зосереджується у шарі 0-30 см. Просочування невеликої кількості пестицидів на досить велику глибину до 50-80 см, і у крайніх випадках до глибини 100-120 см, відбувається, як правило, у ґрунтах, що визначаються легким гранулометричним складом та низьким вмістом гумусу, за умов надмірного зволоження, і за збільшення доз чи за багаторазового застосування пестицидів. Від ступеня поглинання пестицидів ґрунтом та ступеня розчинності залежить глибина просочування їх у межах кожного із класів органічних сполук. Спадний гравітаційний потік води, що було спричинено атмосферними опадами чи талими водами, обумовлює тотальне скорочення на 80-85 % від початкової концентрації хімічної речовини у якому небуть ґрунтовому горизонті.

Детоксикація пестицидів у ґрунті

За вивчення наслідків постійного застосування пестицидів було установлено можливість їх трансформації на нетоксичні речовини шляхом цілковитого розкладу чи утворення окремих нетоксичних хімічних комплексів. Такий процес отримав назву *детоксикації чи деструкції.* Як правило, *розпізнають* групи фізико-хімічних, фізичних та біологічних факторів деструкції.

До *фізичних чинників* належать сорбція пестицидів високодисперсними мінералами та органічними ґрунтовими колоїдами. Успішність такого

процесу залежить від особливостей ґрунту, природи і особливостей адсорбенту, екологічних та кліматичних факторів. Таким чином, внесені у ґрунт пестициди за період холодної та сирої погоди поєднуються верхнім шаром ґрунту, і на такому етапі, зазвичай, застосовуються різноманітні запобіжні заходи від їх розкладання і вимивання. За потепління вони переходять у грунтовий розчин та знову проявляють свою активність. Із вплином певного часу, після внесення пестициду у ґрунті, відбувається певна рівновага поміж токсикантами і сорбованими пестицидами, що знаходиться у розчині. За вмістом його в рідкій фазі ґрунту говорять про ступінь десорбції токсикантів. До фізичних факторів детоксикації відносять також випаровування та термічний розклад. Повнота випаровування пестицидів із ґрунту дуже залежить від його вологості - сорбції легколетких пестицидів сухим ґрунтом вкрай більша, а ніж сорбція вологим грунтом. Перетворення токсикантів пришвидшується із підвищенням температури.

Із *фізико-хімічних факторів розкладу* речовин-ксенобіотиків самим суттєвим виявився фоторозкладення чи фотоліз, початком якого є дія довгохвильових ультрафіолетових променів сонячної радіації. За цього проходить фото окислення більшості пестицидів і їх метаболітів, що знаходяться на поверхні ґрунту. На такому етапі фотолітичної деструкції пестициду важливого значення має взаємозв'язок його із молекулами ґрунтової води. Велику роль має його температура, pH грунтового розчину, що утворюється на поверхневих шарах ґрунту, характеристика наявних у водному розчині інших сполук. За дії короткохвильової частини сонячної радіоактивності велика частина фенолів і близьких до них сполук можуть переходити у менш токсичні продукти розпаду.

Хімічні перетворення пестицидів у ґрунті, як правило є гідролітичними і окисними процесами, швидкість яких підпорядковано виду і числу атомів галоїдів, довжині вуглеводневого ланцюжка. Збільшення взаємодії токсикантів із ґрунтом пришвидшує реакцію гідролізу, прикладом може бути

колоїдна фракція ґрунту, яка каталізує реакції пестицидів із активними частками ґрунтових часточок.

Велике значення у хімічному розкладі пестицидів зв'язане із вільними радикалами. Витоками вільних радикалів у ґрунті є гумінові кислоти, і також вітаміни, пігменти, смоли, антибіотики.

Біологічне перетворення та деструкція пестицидів в ґрунті залежить, як правило, від мікробіологічної детоксикації. Виявлено, що мікробіологічна деструкція пестицидів - головний шлях до детоксикації ґрунтів, і сама незначна активізація мікробіологічної діяльності буде сприяти ретирації отрутохімікатів із ґрунтів. Швидкість мікробіологічної деструкції пестицидів у ґрунті залежить від кількості гумусу, температури та вологості ґрунту, кількості поживних елементів і інших факторів. Гарні умови для розвитку ґрунтових мікроорганізмів збільшують у рази біологічне руйнування пестицидів.

Руйнація пестицидів – це головна екологічна функція ґрунтової мікробіоти. Активну участь у руйнуванні хімічних речовин беруть автоморфні мікроорганізми, що здатні змінювати хімічну будову молекул ксенобіотиків, чи фрагментально, чи повністю деструктувати ксенобіотики до H_2O, CO_2, NH_3, H_2 [67].

Але в мікробному перетворенні пестицидів існує зворотня негативна сторона, тому, що проміжні продукти, які є фрагментами вихідних речовин за власними токсичними властивостями як правило можуть конкурувати із пестицидами. Прикладом може бути те, що у процесі деградації гербіциду ордрам, що застосовується на посівах рису, виникає кілька кетопохідних, що дуже токсичні у порівнянні із вихідним продуктом [63].

Водночас у ґрунті на пестициди мають вплив фізичні, фізико- хімічні, хімічні та біологічні структури. Тому, як правило, на швидкість деструкції пестицидів в ґрунті має вплив його реакція середовища, гранулометричний склад ґрунту, гідротермічні умови. На суглинкових ґрунтах пестициди руйнуються швидше, чим у ґрунтах легкого гранулометричного складу, а хло-

рорганічні пестициди в кислому ґрунті довше зберігаються, а ніж у лужному. Багато пестицидів у водо нерозчинні та важкодоступні для ґрунтових організмів форми пов'язує органічна речовина ґрунту, та спонукає тому, що токсиканти не піддаються гідролізу та, не дивлячись на велику біологічну активність гумованих ґрунтів, можуть зберігатися у них тривалий час. Висока температура ґрунту веде до десорбції пестицидів, що пов'язані із колоїдами. На такі процеси може впливати окисно-відновні властивості ґрунту: деякі пестициди швидко перетворюються у анаеробних умовах, а інші - у аеробних.

4.6. Вплив кислотних опадів на ґрунт

Дощова вода рахується такою, що несе кислу реакцію, якщо її pH менше а ніж 5. На сьогодні, снігова та дощова вода досить часто є просто слабким розчином сірчаної і азотної кислоти. Проте досить нормальна дощова вода несе слабокислі реакцію тому, що існує в повітрі діоксид вуглецю.

Кислотний дощ виникає у результаті реакції поміж водою і речовинами, які забруднюють атмосферу, такі як: оксиди азоту (NO_2, N_2O_3) і оксиди сірки (SO_2 і SO_3). Такі сполуки потрапляють в атмосферу через автомобільний транспорт, і у внаслідок діяльності металургійних підприємств і теплових електростанцій. Речовини сірки, сульфіди, самородна сірка знаходиться в вугіллі і у рудах. досить багато сульфідів існує у бурому вугіллі, а за спалювання його виникають летючі сполуки – оксиди сірки (сірчистий ангідрид) і сірководень. Сірководень- сполука, що виникає у невеликих кількостях за недостатнього випалювання чи не повному згорянні, за низької температури.

Нормування впливів «кислотних опадів» на ґрунт здійснюється на базі поєднування ґрунтів по ступеню кислотності і лужності (ДСТУ 4362:209004), які наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. Групування ґрунтів по ступеню кислотності і лужності (ДСТУ 4362:20004; [68]).

Ґрунти по лужності	pHkcl	pH_{H2O}	Вміст у водній витяжці, мг-екв	
			HCO_3^-	HCO_3^--Ca
Дуже сильної кислотності	<4,01	<4,5		
Сильної кислотності	4,1-4,05	4,7-5,0		
Середньої кислотності	4,6-5,00	5,2-5,5		
Слабко кислі	5,1-5,05	5,7-6,0		
Близькі до нейтральних	5,6-6,00	6,2-7,0		
Нейтральні	6,1-7,00	7,2-7,5		
Слабкої лужності	7,1-7,05	7,7-8,0		
Середньої лужності	7,06-8,0	8,2-8,5	<0,1	0,6-1,0
Сильної лужності	8,01-8,5	8,7-9,0	0,3-0,8	1,1-2,0
Дуже сильної лужності	>8,06	>9,2	>0,8	>2,1

Різні речовини азоту знаходяться у вугіллі, та, а саме, у торфах: азот, і сірка, входять до складу біологічних речовин, із яких виники ці корисні копалини. За спалювання цих корисних копалин може утворюватися оксиди азоту.

Оксиди азоту і сірки, які вступають у реакцію із водою атмосфери, за впливу сонячного випромінювання, чи названих «фотохімічних реакцій» трансформуються у розчини кислот: сірчистої, сірчаної, азотистої і азотної, що взаємодіючи із снігом чи дощем, можуть випадати на поверхню ґрунту. Існують гіпотези, що після такого дощу відбувається зменшення pH на півтори одиниці до глибини 35 см у вертикальному розрізі ґрунтів.

За потрапляння кислотних опадів у ґрунт відбувається підкислення ґрунтового розчину, яке спонукає:

а. руйнування кристалічних граток мінералів і виникненню у ґрунтовому розчині токсичного для рослин алюмінію;

b. пригніченню мікробіологічної діяльності;

c. погіршенню фізичних і водно-фізичних властивостей ґрунтів;

d. збідненню і зменшенню родючості ґрунту у зв'язку із дефіцитом поживних речовин.

4.7. Нормативи вмісту металів, радіонуклідів і залишків пестицидів в ґрунті

Від концепції порогів впливу залежить визначення нормативів якості довкілля та харчових продуктів. Поріг шкідливої дії - мінімальна доза речовини, за якої у організмі відбуваються зміни, які відбуваються за межами нормальних фізіологічних реакцій. Гранична доза речовини чи поріг дії спонукає у біологічного організму реакцію, яка руйнує його нормальне існування.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) - певний норматив умісту шкідливих речовин у одиниці об'єму повітря, води; маси харчових продуктів чи ґрунту, що зовсім не має впливу на здоров'я людини у конкретний термін часу та не спонукають негативних наслідків в його потомства.

Методика нормування умісту хімічних сполук у ґрунті відрізняється од методик, які застосовуються для других середовищ тим, що *контактування людини із ґрунтом як правило не пряме, а опосередковане*. Це відбувається згідно ланцюжків: «ґрунт-рослина-людина» чи «ґрунт-рослина-тварина-людина» чи «ґрунт-повітря-людина» чи «ґрунт-вода-людина». ГГДК хімічних сполук в ґрунтах - це таке їх концентрування, за якого *вода та повітря, які мають контакт із цим ґрунтом, і живі організми, які пов'язані із грунтом трофічними ланцюгами – це, насамперед рослини безпечні для живих організмів*. Тому, гранично допустимі концентрації хімічних сполук для ґрунтів відбувається за чотирма обов'язковими показниками:

- міграційним водним;

- загально санітарним показником, який притаманний для інших природних середовищ;
- транслокаційним;
- міграційним повітряним.

Транслокаційний показник показує можливість ґрунтів забезпечити допустимий уміст хімічних сполук в рослинах, а саме, у сільськогосподарських та, перш за все, у тих, що споживаються відповідно у свіжому вигляді. В загальному, самим найменшим рівнем перечислених показників і запроваджуються ГДК для ґрунтів.

Загально санітарний показник визначає силу сполук на здатність ґрунту до самоочищення, і дію забрудника на ґрунтовий мікробіоценоз в чисельності, що відповідно не змінюють основні мікробіологічні процеси в ґрунті. Показники *водного та повітряного руху описують* можливість ґрунтів запровадити безпечний рівень вмісту таких речовин, відносно , у поверхневих і ґрунтових водах і в найближчому до землі шарі повітрі.

Окрім ГДК можуть застосовуватися *тимчасовий норматив, так званий - ОДК* - орієнтовно допустиму кількість, що отримують вираховуванням та який переглядають кожні 3 роки чи змінюють на ГГДК, як уже отримали потрібні додаткові дані.

Кларки ґрунтів

Згідно вище названої концепції ГДК, нормування умісту забрудників у ґрунтах, яке пов'язане із визначенням будь-якого мінімального значення умісту у ґрунті забрудника – це не вкрай недотримана та суб'єктивна задача. Тому, у якості еталонного показника за розробки ГДК і ОДК застосовуються *фонова кількість хімічного елемента* чи в навколишньому середовищі, чи у антропогенно не порушених ґрунтах, що має назву «*кларкове число»*, чи *«кларк»*. Цей показник указує на природний середній уміст певного хімічного елементу в ґрунті. Така кількість визначається чи в об'ємних процентах (%), чи в мільйонних частках - г/т чи мг/кг.

На сьогодні, достатньо визначені кларкові числа для міських ґрунтів [67], що формуються під постійним і інтенсивного впливу антропогенної дії. Можна допустити, що такі ґрунти пізнали найвищого техногенного тиску, порівняно із другими геохімічними системами біосфери у цілому. Установлення кларків міських ґрунтів визначено потребою використання певної «відправної точки» відліку кількості конкретних речовин, своєрідних часових «реперів» для подальших висновків, щодо забруднення ґрунтів населених пунктів.

Якщо говорити про кларки орних ґрунтів, то вони підвладні, у першу чергу, од хімічного складу ґрунтотворної породи і специфіки ґрунтоутворення конкретних ґрунтів. Процеси трансформації рослинних решток в гумус аконпонуються досить гострою акумуляцією певних хімічних сполук в гумусовому горизонті. Вертикальна міграція водних розчинів та пов'язаний із нею процес вилуговування є досить суттєвим фактором вертикальної диференціації хімічних елементів в ґрунтах. Різноманітне поєднання процесів біогенної акумуляції і вилуговування веде до формування у грунтовому профілі із відповідними фізико-хімічними умовами. За такого процесу у ґрунтах на межі різних горизонтів досить часто виникають конкретні геохімічні бар'єри, в яких проходить акумуляція окремих хімічних елементів чи їхніх сполук. Отож процеси генезису ґрунтів фактично постійно ведуть до вертикальної диференціації хімічних сполук.

В наслідку із однорідної гірської породи із часом утворюється ґрунтовий профіль із горизонтами, що різняться своїми геохімічними особливостями. За аналізування ґрунтів прийнято виділяти «головний горизонт», чи «центр ґрунту», який визначає його індивідуальність у цілому. Перш за все, таким центром слугує верхні горизонти - Н [56]. у цім горизонті досить швидко розкладаються органічні речовини та їм притаманна сама більша напруга усіх геохімічних процесів. Тільки інколи «центром ґрунтів» стає будь-якої інший горизонт. Прикладом може бути в солонцях центром слугує солонцевий горизонт - S.

Таблиця 4.2. Регіональні кларки для ґрунтів України важких металів, мг/кг (Медведєв, 2012).

Зона		Елементи									
		Pb	Zn	Mn	Cu	Co	Mo	Sr	Cr	V	Ni
Полісся	середнє	11,4	42	395	8	10	2,4	118	39	16	12
	діапазон	6-24	8-96	75-1400	1,4-20	2,5-20	15,5-5,0	80-520	20-67	8-29	9-12
Лісостеп	середнє	10	52	735	20	17	2,8	119	51	52	26
	діапазон	-	20-90	240-3000	10-48	8-40	0,9-6,3	52-250	18-100	16-201	10-80
Степ	середнє	13	62	670	27	16	3,8	142	85	68	20
	діапазон	10-15	33-100	200-1600	10-64	8-27	2,9-5,6	100-220	40-150	42-130	19-40
Крим: Степ	середнє	10	69	845	31	24	1,8	112	96	119	53
	діапазон	-	40-190	520-1100	12-47	10-30	2,0-3,8	30-300	40-156	33-120	10-47
Крим: гори	середнє	-	60	933	83	27	1,1	-	-	253	53
	діапазон	-	45-70	500-1267	55-125	23-32	0,5-1,7	-	-	148-267	43-67
Прикарпаття	середнє	-	84	676	23	17	-	-	90	106	39
	діапазон	23-168	45-237	150-1575	5-79	5-32	0,4-3,0	138-145	30-282	49-282	8-110
Крапати: гори	середнє	61	50	924	25	21	-	-	140	71	31
	діапазон	-	45-70	500-1500	20-40	15-40	-	126-145	100-160	46-90	25-40

Однією із відмінних геохімічних характеристик ґрунтів є особлива просторова нерівномірність поширення хімічних елементів. Уміст великої кількості хімічних елементів в ґрунтах різноманітних районів відрізняється у 100-1000 разів. Саме незначне розкидання у такій геохімічній системі притаманне для таких самих поширених елементів, - це таких як Si, Al. Їх середня кількість у ґрунтах різних регіонів як правило змінюються тільки у десятки разів. Тому, для геохімічної характеристики ґрунтів конкретного регіону потрібно застосовувати фонові вмісти сполук, а за застосування середніх значень сполук, доречно б було зазначити їхню помилку, включаючи певну імовірність [69].

Фахівцями ННЦ “Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського визначені та наведені у таблиці 4.3. кларкові числа важких металів для ґрунтів України.

Таблиця 4.3. ГДК для ґрунтів України, мг/кг ґрунту

Елементи	ГДК з урахуванням фону (кларку)	Показники шкідливості			
		Транс-локаційний	Водно-міграційний	Повітрянно-міграційний	Загально-санітарний
		Валовий вміст			
Марганець	1500	1500	1500	-	1500
Ванадій	150	170	350	-	150
Ванадій + Марганець	100+1000	150+1500	200+2000	-	100+1000
Миш'як	2.0	2.0	15	-	10
Ртуть	2.1	2.1	13.1	2.1	5.0
Свинець	90(фон+20)	35	260	-	30
Свинець + Ртуть	20+1	20+1	30+2	-	30+2
Сурма	4.5	4.5	4.5	-	30
Мідь	55(фон+35)	-	-	-	-
Нікель	85(фон+45)	-	-		-
Цинк	100(фон+50)	-	-	-	-
Рухомі форми, які екстраховуються ацетатно-амонійним буферним розчином із pH=4.8					
Кобальт	5.0	25	>100	-	5.0
Мідь	3.0	3.5	72	-	3.0
Нікель	4.0	6.7	14		4.0
Цинк	23	23	260	-	37
Свинець	6.0	За загально-санітарним показником			
Фтор	2.8	За транс-локаційним показником			
Хром	6.0	За загально-санітарним показником			
Рухомі форми, які екстраховуються ацетатно-амонійним буферним розчином за іншим pH					
	pH=4.0	60			
Марганець	pH=5.1-6.0	80			
	pH=6.0	100			
		Водорозчинні форми			
Фтор	10	10	10	-	25

Як правило, у більшості випадках визначальний ефект на концентрацію сполук в ґрунтах мають геохімічні та мінералого-петрографічні характеристики ґрунтотворних гірських порід. Отож, можна із впевненістю та зсилатися на уже наявні дані, вважати, що конкретні геохімічні провінції різ-

няться ще й за геохімічними характеристиками ґрунтів. Це надає важливого визначення кларкового значення сполук у ґрунтах певних регіонів. У будь-якому разі такі регіони, як правило, являють вкрай велику територію, то за вираховування регіональних кларків хімічних сполук в ґрунтах, роль інших, окрім гірських порід, природних чинників нейтралізується. Тому, ні один із чинників не матиме такого впливу на геохімічний статус ґрунтів, як це робить геолого-геохімічні характеристики гірських ґрунтоутворюючих порід.

Такі показники застосовуються за розробки методики ґрунтово-агрохімічного обстеження сільськогосподарських земель і за створення еколого-агрохімічних паспорту ґрунтів певних полів.

Нормування кількості забрудників ґрунтах

Відповідно до оціни спеціалістів ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» [70] задля нормування забруднення ґрунтів достеменний є підхід 80-х років 20 сторіччя, показники якого були пов'язані із фоновими показниками та допрацьовані із внесенням нормативів кількості не лише валових, але і рухомих форм певних забрудників. Крайня корекція була відпрацьована у: ГН 6229-91 «Перечень относительно допустимых концентраций и приблизительно допустимых количеств химических веществ в почве», що затверджено відповідальним Заступником Головного державного санітарного лікаря СРСР [70]. Такі дані та представлена спеціалістами ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського» задля застосування у нашій державі і наведені в таблиці 3.2. За такого потрібно вказати, що такі показники треба осучаснити і удосконалити.

ГДК і класифікації ґрунтів по ступеню забруднення важкими металами, радіонуклідами і залишками пестицидів є конкретним розвитком концепції ГДК та перспективою здійснення групування ґрунтів сільськогосподарського використання (Методика проведення…, 2013) [70]. (табл. 4.4., 4.5., 4.6.).

Потрібно вказати, що зазначені показники фактично відповідають критеріям забруднення ґрунтів, що визначені в ДСТУ 4362:20004, де вказу-

ється, що для мінеральних типів ґрунтів, густота забруднення не повинна перебільшувати 1,0 Кі/км^2 за 137 Cs і 0,02 Кі/км^2 за 90 Sr. Те, що стосується кількості валових форм важких металів, по ДСТУ 4362:20004, його кількість не може перебільшувати величину, що відповідає 1 кларку чи 0,5 ГДК, а кількість залишків пестицидів має бути меншим, а ніж 0,5 ГДК.

Таблиця 4.4. Гранично допустимі кількості (ГДК) елементів забруднювачів і важких металів у ґрунтах, мг/кг.

Елементи	Рухомі форми	Валовий вміст
Марганець		1500,1
Кобальт	5,1	
Кадмій	0,8	3,1
Нікель	4,1	Фон+45,2
Хром	6,1	0,06
Фтор	2,9	
Цинк	23,1	Фон+50,2
Миш'як		2,2
Свинець	6,1	Фон+20,3
Ртуть	–	2,4
Мідь	3,1	Фон+35,4

Таблиця 4.5. Гранично допустимий вміст залишкових пестицидів у ґрунті, мг/кг.

Пестицид	ГДК
2,4 Д (амінна сіль)	1,25
ГХЦГ- (сума ізомерів)	1,1
ДДТ- та його метаболіти	1,1

Таблиця 4.6. Групування ґрунтів по щільності забруднення цезієм 137- Cs і стронцієм 90- S r, Кі/км^2.

Радіонуклід	Зона			
	умовно чиста зона	посиленої інспекції	гарантованого, добровільного відселен-	обов'язкового відселення

			ня	
90 Sr	<0,03	0,03 – 0,16	0,17 – 3,1	>3,1
137 Cs	1,1	1,0-5,4	6,1-15,0	>15,2

4.8. Біологічне забруднення

Усі грунти, у порівнянні із водним середовищем і атмосферою, де відбувається процес розведення забрудників та поетапного зменшення їхньої концентрації, накопичує, а іноді спонукає до розмноження забрудників у своїй приповерхневій зоні. Головними осередками потрапляння біологічних забрудників в ґрунт можуть бути [63]:

- побутові, сільськогосподарські і промислові відходи;
- теплокровні тварини, у яких вони розмножуються- травному тракті;
- аерозолі мікробіологічних виробництв;
- органічні добрива;

Із таких осередків у ґрунт можуть втрапити потенційно небезпечні для людей токсикогенні і патогенні мікроорганізми, що можуть спонукати у людини кишкові інфекції і харчові отруєння, епідемічні захворювання в тварин та токсикози рослин.

Забруднення ґрунту патогенами мікробіологічного моменту створення

Ґрунт слугує не досить сприятливим середовищем задля великої кількості патогенних типів бактерій, грибів, вірусів та найпростіших, тому, що у ньому немає потрібних поживних речовин і других умов їхнього нормального розмноження. Однак, деякі і з них мають можливість зберігатися у нім од кількох днів до кількох місяців, таких як збудники дизентерії, ентеровірусних інфекцій, черевного тифу, бруцельозу, туляремії, туберкульозу, лептоспірозу. Самим довгим часом - десятки років у ґрунті зберігаються споротвірні бактерії: ботулізму, клостридії правця, бацили сибірки, газової анаеробної інфекції.

Досить суттєвого значення набуває грунт, як посередник у розповсюдженні кишкових інфекцій, таких як, дизентерії, тифо- і паратифозних захворювань, гельмінтів. Навіть не розмножуючись, такі збудники хвороб досить довгий час зберігаються у ґрунті, і не втрачають своїх патогенних особливостей від декількох днів до трьох років та навіть більше.

У ґрунті проживають патогенні грибі, що можуть проникати у організм, викликати такі тяжкі захворювання як гістоплазмоз, аспергілез, та мікотоксикози.

Забруднення гельмінтами

Ґрунт слугує основним місцем зберігання яєць і личинок *гельмінтів - паразитичних хробаків*, що можуть гарно існувати без проміжного господаря. Гельмінти - це загальна назва паразитів- черв'яків, які паразитують у організмах людини, тварин (у кишківнику чи порожнині тіла, або у інших тканинах та спричинюють гельмінтози.

Яйця гельмінтів у ґрунті потрапляють із фекаліями хворих тварин. При сприятливих умовах у грунті із них розвиваються личинки.

Грунт, за забруднення органічними відходами стає місцем потенційного розмноження, зберігання і розповсюдження патогенних кишкових бактерій та яєць гельмінтів. Одночасно, зазвичай, головна частина патогенних мікробів і вірусів не може знайти в ґрунті для свого існування оптимальних умов та поетапно відмирає. Отож, відбувається втілювання механізмів *самоочищення ґрунтів*. Така здатність ґрунтів до самоочищення залежить од його особливостей, а саме, кислотності чи лужності ґрунтового розчину і дії зовнішніх фізичних факторів - величин найвищих і найнижчих температур, сили процесів «висушування-зволоження» поверхні ґрунтів, сили сонячної інсоляції.

Крім того, досить суттєвим механізмом самоочищення грунтів є присутність в грунті бактеріофагів, що можуть знищувати бактерії, що забруднюють, і наявності міцного природного співвідношення різних видів мікроорганізмів, який окреслюється якимось антагонізмом поміж різними типами

актиноміцетів, бактерій та грибів. Тому за наявності у ґрунті нових мікроорганізмів «із зовні», що порушують постійне співвідношення типів мікробіоти, можуть включатися механізми саморегуляції і самоочищення.

Таблиця 4.7. Оцінка забруднення ґрунту по санітарному числу

Особливості ґрунтів	Санітарні числа
Не забруднений	>0,99
Слабозабруднений	0,86-0,98
Забруднений	0,71-0,85
Сильнозабруднений	< 0,72

У просторі та часі такі механізми як правило, будуть окреслюватися якимись конкретними ознаками ґрунтів. Тому, у ґрунті час виживання патогенних мікроорганізмів кишкового сімейства залежить від кількох чинників – це тип і ступінь окультуреності ґрунтів. Я правило, легкі за механічним складом ґрунти самоочищуються трохи швидше, а ніж важкі, тому, що в них достатньо енергійніше відбуваються процеси розпаду і мінералізації органічної речовини. за умови достатньої вологості забруднені ґрунти південних регіонів нашої країни самоочищаються швидше, а ніж такі самі ґрунти північних районів.

Дослідження таких збудників як ботулізм, сибірка, газова гангрени вказують, що їх поведінка у ґрунті або терміни виживання, здатність до розмноження визначається як біологічними характеристиками збудників, так і фізико-хімічними і мікробіологічними особливостями ґрунтів і кліматичними факторами: інсоляція, температура, вологість. Самим сприятливими та відносно самими «заразними» є чорноземні ґрунти лісостепової і степової зон. Отож, для розробки профілактичних заходів, що спрямовані на ліквідацію ботулізму, сибірки, потрібно враховувати не лише епідеміологічні дані, але і ландшафтно-ґрунтові умови певної території.

У санітарно-бактеріологічних ґрунтових дослідженнях (СанПіН 2.1.7.12877 – досліджують кількість в ґрунтах бактерій виду кишкової палички (E. coli) та патогенних клостридій та бацил таких як: збудники сибірської виразки (Bac. Anthracis), правця (Cl. Tetani), газової гангрени (Cl. Perfringens) тощо (рис. 4.4). У відповідності хімічного показника оцінки біологічного забруднення беруть так зване *санітарне число* - частку від поділення вмісту ґрунтового азоту у мг/100 г абсолютно сухого ґрунту на вміст загального органічного азоту у мг/100 г (табл. 4.7). Як відомо, у ґрунті, міститься деякий вміст азоту, що можу входити до складу білкових речовин. За внесення у ґрунт забруднюючих речовин часто збільшується вміст органічного азоту та, як правило, відбувається співвідношення поміж ним та білковим азотом.

Рис. 4.4. Санітарно-бактеріологічний аналіз ґрунту

Титр кишкової палички (E. coli) і титр одного із анаеробів (B. perfringens) застосовують у якості показника бактеріального забруднення ґрунту. Такі бактерії поступають в ґрунт із фекаліями. Так як анаероб володіє можливістю до спороутворення, то він консервується в ґрунті досить довгий час, а ніж кишкова паличка. Присутність в ґрунті анаероба за відсутності кишкової палички говорить, що грунт давно вже забруднений фекаліями.

Число яєць гельмінтів у 1 кг ґрунту – називають санітарно-гельмінтологічним показником стану ґрунту, а санітарно-ентомологічним - присутність личинок та лялечок мух у 0,25 $м^2$ його поверхні. Критерієм високої якості ґрунту є повна відсутність личинок гельмінтів і яєць у ґрунті.

4.9. Поширення інфекційних захворювань у ґрунтах

Мікрофлору ґрунту за межами населених пунктів, зазвичай правило, складають нешкідливі сапрофіти. Патогенні мікроби попадають у ґрунт переважно із сечею, фекаліями, трупами, сміттям, гноєм, стічними водами.

Головна частина сапрофітних та патогенних мікроорганізмів знаходиться на глибині від 1 до 10 см. Вміст сапрофітів налічується сотнями тисяч та мільйонами мікробів у 1 г ґрунту. Із збільшенням глибини вміст мікробів досить різко зменшується. Так, на глибині 25 см їхня кількість у 10-20 разів нижча, а ніж на глибині 2 см, а глибина 4 - 7 метрів, частіше всього майже стерильний у разі непорушеної структури поверхневого шару. В поверхневому шарі ґрунту мікроорганізмів менше тому, що проходить бактерицидна дія сонячних променів.

У всякому разу, руйнування структури поверхневого шару чи то тваринами, що риють ґрунт, вигрібанням, копанням криниці, кар'єром веде до можливого проникання мікроорганізмів у більш глибокі шари підстилаючих порід та у підземні води.

Патогенні мікроорганізми, що не створюють спор, не можуть мати в ґрунті умови задля розмноження та як правило гинуть в ньому через кілька днів чи тижнів (табл. 4.8). Проте, ще до своєї гибелі вони можуть з ґрунту потрапити у верхні чи підземні води, на поверхню овочів чи ягід, і на руки людей. Їх розповсюджують і мухи, гризуни, інші комахи; гризуни за цього можуть не лише переносити інфекції, але і бути їхнім джерелом, тому, що вони самі інфіковані такими зараженнями. Зараження людей можливе також і за час безпосереднього контакту із ґрунтом.

Таблиця 4.8. Термін виживання мікробів патогенних в ґрунті

Збудник хвороб	Середній термін, тижні	Максимальний термін, місяці
Дизентерійна група	1,5-5	9
Тифопаратифозна група	2-4	12
Паличка бруцельозу	0,5-4	2
Холерний вібріон	1-3	4
чуми	0,6	1
туляремії	1-3	2,5
Віруси Коксакі, поліомієліту, ЕСНО		3-6
туберкульозу	14	8

До мікроорганізмів, що утворюють спори та проживають в ґрунті кілька років, належать збудники правця, ботулізму, газової гангрени і сибірки. B. tetani, CI. botulinum та збудник газової гангрени опиняються в ґрунті як правило із екскрементами людини та тварин. Зараження ґрунту C I. Botulinum пов'язане із загрозою інфікування спорами харчових продуктів та як наслідок- важким захворюванням людей.

Захворювання на правець та газову гангрену з'являється унаслідок вогнепальних поранень та травматичних ушкоджень при забрудненню ран ґрунтом, що має у складі збудники таких захворювань. А тому обов'язково прививають протиправцевою сироваткою усіх осіб, що мають рани, які забруднені ґрунтом.

Палички сибірки можуть втрапляти у ґрунт із стічними водами шкіро переробних заводів, екскрементами тварин, що хворі на сибірку, із їхніми трупами, із водою, у якій мили вовну. Спори бактерій сибірки виживають в ґрунті напротязі десяти років. Худоба заражається через споживання трави, яка забруднена спорами. Відбувалися випадки зараження людей, що ходили босоніж на зараженому ґрунті. Тоді виявилося, що у них на шкірі ніг були присутні подряпини і ранки.

Питання для самоперевірки:

1. Назвіть важкі метали першого класу небезпеки для людини.
2. Перечисліть джерела хімічного забруднення ґрунтів.
3. Що таке буферність ґ рунтів?
4. Які види буферності ґрунтів Ви знаєте?
5. Назвіть основні шляхи біологічного забруднення ґрунтів.
6. Що таке ґрунтово-геохімічні бар'єри?
7. Назвіть основні метали поширені в агроландшафтах, що становлять небезпеку для здоров'я людини.
8. Що таке радіонукліди?
9. Які елементи створюють штучну радіоактивність ґрунту?
10. Які елементи створюють природну радіоактивність ґрунту?
11. Назвіть найбільш стійкі і токсичні для людини пестициди.

Розділ 5. Методика визначення деградованих та забруднених земель

5.1. Види деградації ґрунту та земель.

Деградація ґрунтів – сукупність таких процесів, які спонукають до змін функцій ґрунту, кількісного та якісного погіршенню їхніх властивостей та режимів, пониженню природно-господарської важливості земель.

Природно-господарська важливість - якісна ознака земель, що означає ефективність їх господарського застосування, участь ґрунтового покриву в встановленні функціонування екосистем і в тому числі агроекосистем та існування природних та агроландшафтів.

Землі - території, які обмежені однаковим господарським застосуванням чи призначенням в кордонах природних чи штучних меж.

Розрізняють такі найістотніші види деградації ґрунтів із земель з врахуванням їхньої поширеності, природи та природно-господарської важливості таких наслідків:

- деградація, що з'явилася від ерозії ґрунту, у тому числі: а) водна, б) вітрова;
- технологічна чи експлуатаційна деградація, у тому числі: а) фізична деградація; б) порушення ґрунтового покриву; в) агровиснаження;
- заболочування;
- деградація, що з'явилася від засолення ґрунту, у тому числі: а) осолонцювання, б) засолення.

Під **технологічною чи експлуатаційною деградацією** вбачають погіршення характеристики ґрунтів в результаті надлишково кількості технологічних навантажень за усіх видів землекористування, які порушують ґрунтовий покрив, утруднюють фізичний його стан та агрономічні характеристики ґрунтів, які ведуть до знищення природно-господарської важливості земель.

а) ***Порушення земель-*** механічне порушення ґрунтового покриву, яке обумовлено закритими та відкритими розробками корисних копалин та торфу; будівельними і геологорозвідувальними роботами. До порушених таким чином земель належать усі землі із знятим чи перекритим гумусовим шаром та ті, що непридатні задля застосування без попереднього відновлення родючості, отже ті землі, які утратили первинну цінність тому, що було порушено їх структуру.

б) ***Фізична деградація*** ґрунтів уміщує процеси руйнування ґрунтів, погіршення системи їхніх фізичних особливостей, водно-повітряного і других режимів, які спонукають погіршенню фізичних факторів існування біоти і рослин також. Фізична деградація виникає за низької культурою землеробства; руйнуванням чи помилками у використанні меліоративних систем. У наслідку фізичної деградації відбувається зниження ґрунтової родючості, дегуміфікації, зменшення кількості ґрунтової біоти, локального вимокання, неблаготвірного перерозподілу поверхневих вод і фізичної посухи. Фізична деградація, як правило, є першоджерелом підсилення процесів ерозії.

в) ***Агровиснаження земель-*** знищення ґрунтової родючості у результаті зменшення кількості в ґрунтах елементів мінерального живлення, розвитку неблагоприємного комплексу ґрунтової біоти, погіршення умов ґрунтового поглинаючого комплексу, зменшення мінералогічного складу, реакції середовища, надмірного зменшення фракції фізичної глини чи надмірне її збільшення, зменшення кількості та зниження якості органічної речовини. Агровиснаження викликане, зазвичай, порушенням систем землеробства за вирощування культур в сільськогосподарському виробництві та експортується фізичною деградацією ґрунтів.

Ерозія- це руйнація ґрунтового вкриття за дії верхнього стоку- водна ерозія та вітру- вітрова ерозія із подальшим перенесення та перевідкладанням ґрунтового матеріалу.

а) ***Водна ерозія-*** це руйнація ґрунтового вкриття за дії верхніх водних потоків та виявляється у площинній та лінійній формі . Площинна водна еро-

зія виявляється як змивання поверхневих шарів ґрунтів. Лінійна чи яружна ерозія проявляється як розмив ґрунтів та порід, які підстилають, і виявляється в вигляді формування різного виду ярів та вимоїн.

б) В***ітрова ерозія*** чи дефляція – це відрив та переміщення часточок верхніх шарів ґрунтів під дією вітрових потоків, які приводять до руйнації ґрунтового покриву.

Деградація ґрунтів в результаті засолення **–** це процеси надмірного накопичення водорозчинних солей, що містить нагромадження у ґрунтовому поглинаючому комплексі йонів натрію та магнію. а) ***Засолення -це*** надмірне накопичення водорозчинних солей та можлива зміну реакції середовища із причини їх катіонно-аніонного складу.

б) ***Осолонцювання-*** це притаманність ґрунту досить специфічних морфологічних та других особливостей, що обумовлене надходженням йонів натрію і магнію у ґрунтовий вбирний комплекс, який споглядається як самостійний процес неблагоприємних змін ґрунтів засоленого ряду.

Заболочування- вважається зміна водного режиму, яка значиться у збільшенні періодів довготривалого підтоплення, перезволоження і затоплення ґрунтів.

5.2. Оцінка ступеня деградації ґрунтів і земель

Характеристика стану грунтів, яка відображає зменшення якості їхнього складу і властивостей називають ступенем деградації ґрунтів та земель в цілому. Останнім ступенем деградації розуміється ліквідація ґрунтового покриву.

Аби охарактеризувати стан ґрунтів за кожного конкретного типу деградації поділяють головні специфічні показники т а додаткові, які спонукають уточнюючу, додаткову інформацію задля оцінки стану ґрунтів, виявлення причин деградації, і ті, які визначають наслідки деградації. Комплекс параметрів залежить від виду деградації та природних умов.

Багато показників характеризуються властивостями ґрунтів у абсолютному викладенні. У багатьох випадках потрібно використовувати порівняльні чи відносні показники, які визначають цілком відмінні особливості на рахунок певного «еталонного» стану, який прирівнюється нульовому значенню втрачання природно-господарської важливості земель, і показники, які визначають бистроту зміни стану чи швидкість деградаційних процесів.

Ступінь деградації ґрунтів та земель за кожному діагностичному показникові визначаються п'ятьома рівнями:

0 – непорушені чи не деградовані;

1 – слабко деградовані;

2 – середньо деградовані;

3 – сильно деградовані;

4 – дуже сильно зруйновані чи деградовані, у тому числі з ліквідацією ґрунтового покриву.

Проведення дослідження та оформлення результатів

На головнім етапі дослідження вирішуються завдання із визначення виду і ступеню деградації, здійснюється картографічне оформлення матеріалів та установлення кордонів деградованих земель.

Визначення типу деградації ґрунтів здійснюється на базі результатів польових обстежень чистоти природних вод та других природних об'єктів, стану ґрунтово-рослинного покриву чи сільськогосподарських посівів, і результатів лабораторних досліджень.

Рівень деталізації здійснених досліджень – кількість ґрунтових розрізів на одиницю площі, кількість відбирання проб грунту, і масштаб картографування інструктується нормативно-методичними документами і особливістю можливого застосування обстежених земель. Первинна конфігурація обстежуваних ділянок здійснюється за дослідженні вихідних матеріалів.

У ході проведення досліджень із виявлення деградованих земель установлюються їх місце розміщення і площа, склад угідь, якісний склад земель на період ї х встановлення.

У ході планових обстежень і корегування матеріалів агрохімічних, ґрунтових, геоботанічних, екологічних та других видів обстежень проводяться роботи із складання карт стану ґрунтового покриву. Пропонується об'єднання таких планових досліджень з встановлення усіх можливих проявів деградаційних процесів земель та ґрунтів.

За кожним підконтрольним типом деградації відокремлено на єдиній базовій картографічній базі в залежності од природно-кліматичних характеристик та господарської діяльності людини та засновуються на фондовій та оперативній інформації щодо стану земель і складаються картограми деградованих ґрунтів та земель.

Певний перелік картограм в регіонах здійснюється залежно од ступеня розповсюдження та розвитку типів деградаційних процесів.

Перелік, указаних ***картограм деградованих ґрунтів та земель*** (поруч з ґрунтовою картою) такий:

- реакції ґрунтового середовища;
- кількість гумусу у орному шарі;
- забезпеченість рухомими формами елементів живлення для рослин;
- ерозія ґрунтів;
- окультуреність орних ґрунтів з урахуванням оцінки агрономічного стану структури;
- стан природних кормових угідь;
- кам'янистість ґрунтів;
- порушеність земель;
- засоленість ґрунтів;
- руйнування гідрологічного режиму ґрунтів: підтоплення, заболочування, перезволоження.
- солонцюватість ґрунтів;

Список картограм може доповнюватися в залежності од характеристики прояву деградаційних процесів.

Для оцінки ступеню деградації за певним діагностичним показником робиться відокремлена картограма із включенням стадії деградації. У подальшому, може відбуватися підсумовування картограм нанесенням кордонів контурів по максимальному значенню діагностичних показників деградації земель і ґрунтів.

Уточнення меж на картограмах базується на польових визначеннях ґрунтів, які за лабораторних досліджень із врахуванням класифікаційних назв та стадії прояву деградаційного процесу, та здійснюється способом побудування ізоліній діагностичних показників, які дорівнюють змінам рівня чи стадії деградації.

За результатом порядкування досліджень робиться пояснювальна записка щодо картограм деградованих ґрунтів та земель.

Загальний висновок щодо стану земель, ступеню їх деградації і забруднення:

Документація у підсумку по результатам дослідження деградованих та забруднених земель включає:

- Результат із наявного стану земель, майбутньому їх застосуванню – це специфічний режим застосування, зміна цільового використання, консервація та проведення цілого ряду заходів по усуненню негативного впливу факторів на деградованих та забруднених грунтах, рекомендацій по їх відновленню.
- пояснювальна записка щодо картограм ;
- картограми із нанесенням контурів деградованих чи забруднених ґрунтів та земель різного ступеню деградації чи забрудненню;
- зведене пояснення до земель з вказівкою ступеня деградації чи забруднення, площі і структури деградованих чи забруднених земель;

Результати по виявлення деградованих та забруднених земель мають поміщати потрібні відомості щодо ступеню деградації чи забруднення ґрунтів (табл. 7.1) та земель задля адекватного розрахунку розміру ціни за збит-

ки, які було допущено у результаті деградації та забруднення земель, із установленням режиму їх господарського застосування.

Консервуванню підлягають:

- землі, які забруднені чи вкрай сильно деградовані чи зруйновані у обов'язковому порядку, а сильно деградовані - у окремих випадках по результатам спеціалістів;

- сільськогосподарські угіддя 3 та 4 ступеню деградації зі дуже еродованими, дуже засоленими, дуже заболоченими в результаті підтоплення чи руйнування екологічних вимог ґрунтами, тоді коли застосування за цільовим назначенням земель з визначеними ознаками деградації приведе до майбутнього розвитку негативних наслідків із погіршенням їх стану.

Список діагностичних та додаткових ознак задля визначення деградованих ґрунтів та земель:

Технологічна чи експлуатаційна деградація.

Порушення земель.

Діагностичними ознаками порушених земель є:

1) морф метрична функція рельєфу:

- глибина чи висота до природної поверхні, метрів;
- кут нахилу схилу, градуси;

2) руйнування літологічної будови земель:

- присутність родючого шару і потенційно родючих порід по потужності органогенного шару та запасах гумусу у шарі 0-100 см;
- перекриття поверхні наносами.

3) особливість поверхневих т а ґрунтових вод:

- глибина залягання ґрунтових вод, метри;
- мінералізація вод, г/л;
- тривалість затоплення, місяці.

Фізична деградація. Фізична деградація оцінюється за такими головними показниками:

4) механічний склад;

5) рівноважна щільність додавання гумусового чи орного шару ґрунтів, г/см^3;

6) стабільна структурна чи міжагрегатна пористість, см^3/г;

- структура орного (гумусового) шару ґрунту; вміст агрономічно цінних і водостійких агрегатів;

7) текстурна чи внутрішньоагрегатна пористість, см^3/г;

- стан та ознаки структурних відмінностей;

8) водно-фізичні параметри ґрунту:

- набухання;

- основні гідрологічні константи - *ВВ*, *НВ та* пористість аерації;

- водопроникність та коефіцієнт фільтрації ґрунтів, м/доб..

Агровиснаження. Проаналізованими показниками агровиснаження можуть бути балансові властивості ґрунтів – це вміст органічної речовини, поживних елементів, катіонно-аніонного складу:

9) ємкість катіонного обміну, ступінь насичення ґрунтів основами, склад поглинених катіонів;

10) pH;

11) зменшення запасів гумусу у морфологічному профілі ґрунту ($H+H_p$) у % від вихідного значення;

12) зменшення змісту фізичної г лини, %;

13) зменшення валового запасу основних елементів живлення;

14) якісний склад гумусу;

15) забезпеченість рослин рухомими формами елементів живлення.

Додатковими ознаками агровиснаження є:

1) зменшення рівня активної мікробної біомаси, число разів;

2) мінералогічний склад мулистої фракції грунту;

3) фіто токсичність грунтів;

4) біомаса ґрунтової мезофауни;

5) зменшення ферментативної активності ґрунтів;

6) зменшення біорізноманіття (індекс Сімпсона, у % від норми);

7) спрацьовування торфу, мм/рік.

Деградація, що спонукала ерозією ґрунтів. Задля оцінювання ерозії застосовуються статистичні чи динамічні показники, крайні слугують відбиттям стану ґрунтового покриву, та ландшафтів.

Водна ерозія.

Площинна ерозія. Діагностичними ознаками водної площинної ерозії є:

1) збільшення площі еродованих ґрунтів, у % за рік;

2) скорочення запасів гумусу у профілі ґрунту у % від фонового значення ;

3) зменшення потужності ґрунтового профілю у %;

4) втрати ґрунтової маси, у т/га за рік;

5) зміна механічного складу верхнього генетичного горизонту ґрунтів;

6) площа оголеної ґрунтотворної породи чи породи, яка підстилає, % од загальної площі;

Додатковими діагностичними показниками є:

1) ухили поверхні і небезпека розвитку ерозійних процесів;

2) зменшення запасів поживних речовин грунту;

3) уменшення потужності гумусового чи орного шару, см;

4) швидкість змивів.

Лінійна ерозія. Діагностичними ознаками лінійної ерозії є:

1) зменшення ґрунтової маси, т/га з а рік;

2) розчленованість території ярами, км/км^2; глибина розмивів та водориїв по поверхні, см;

3) виникнення нових ярів та прогресування уже існуючих. Додатковими показниками слугують:

1) чисельність ярів на одиниці площі;

2) глибина яру;

3) характеристики водозбірної площі ярів;

4) лінійна довжина ярів в одиниці площі;

5) загальна площа ярів в одиниці площі.

Вітрова ерозія. Діагностичними ознаками вітрової ерозії, окрім перечислених, є:

1) дефляційне перенесення неродючого шару, см;

2) площа вичеркнутих з землекористування угідь чи позбавлена рослинності на природних угіддях у % од загальної площі;

3) проективне покриття пасовищної рослинності, у % од зонального;

4) бистрота росту площі деградованих пасовищу % за рік;

5) площа рухомих пісків у % од загальної площі;

6) збільшення площі рухомих пісків у % за рік.

Серед додаткових параметрів застосовуються показники:

1) ступінь зрідження травостою і посівів;

2) зменшення запасів гумусу у профілі ґрунту;

3) інтенсивність дефляції чи бистрота дефляції;

4) зменшення важкості гранулометричного складу;

Деградація, що була викликана засоленням ґрунту.

Засолення. Головними показниками ступенемю засоленості є:

1) реакція середовища чи pH сольової і водної витяжки;

2) збільшення токсичної лужності за переході нейтрального типу засолення у лужний у мг-екв./100 г ґрунту;

3) сумарний уміст токсичних солей в верхньому родючому шарі грунту у %;

1) збільшення площі засолених ґрунтів у % за рік;

У якості додаткових показників застосовуються дані щодо рівня та мінералізацію ґрунтових вод.

Осолонцювання. Головними показниками солонцюватості є:

1) збільшення змісту обмінного магнію, у % від *ЄКО*;

1) збільшення змісту обмінного натрію, у % від *ЄКО*;

2) реакція середовища.

Допоміжними показниками осолонцювання слугують дані фізичних властивостей та особливо, структури ґрунту.

Заболочування. Діагностичними ознаками є:

1) тривалість затоплення, місяців;
2) підняття рівня підґрунтових вод, місяців;
3) мінералізація підґрунтових вод, г/л.

Допоміжно можуть застосовуватися ознаки морфологічної будови профілю чи ознаки гідроморфізму.

Задля визначення деградованих ґрунтів і проводять оцінку ступеня деградації, застосовуючи дані технічного звіту із матеріалів великомасштабного обстеження ґрунтів і дані агрохімічних аналізів ґрунтів, виписуючи діагностичні показники за показниками нижченаведеної таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Визначення ступеня деградації ґрунтів і земель

Показники	Ступінь деградації				
	1	2	3	3	4
глибина абіотичного нанесення, см	<1	1-10	12-20	22-40	>40
Зменшення кількості фізичної глини, %	<5	6-16	16-25	26-32	>32
Глибина провалів (см) відносно поверхні	<20	21-41	42-101	102-201	>202
Стабільна структурна пористість, $см^3/г$	>0,3	0,12-0,2	0,05-0,1	0,02-0,05	<0,01
Коефіцієнт фільтрації, м/доб.	>1,1	0,3-1,0	0,1-0,4	0,01-0,2	<0,02
Збільшення рівноважної щільності у % від вихідного, $г/см^3$	<11	11-21	21-31	31-41	>41
Зменшення потужності ґрунтового профілю у % від вихідного	<4	3-24	26-51	51-76	>76
Текстурна пористість, $см^3/г$	>0,4	0,27-0,3	0,2-0,26	0,17-0,3	<0,2
Зменшення кількості обмінного калію у % від середнього ступеню забезпеченості	<11	11-21	21-41	41-81	>81
Кам’янистість у % покриття	<5	6-16	16-45	36-71	>71
Зменшення кількості мікроелементів, (Mn, Mo, Co, B, Cu, Fe) у % від середнього ступеня забезпеченості	<10	11-21	22-40	42-80	>81
Зменшення запасів гумусу в профілі ґрунту н і н2 у % від вихідного	<10	12-20	22-40	42-80	>80

Втрати ґрунтової маси, в т/га за рік	<5	6-25	27-100	102-200	>200
Зменшення кількості рухливості фосфору у % від середнього ступеня забезпеченості	<10	12-20	22-40	42-80	>80
Збільшення ерозійної площі ґрунтів, % у рік	<0,5	0,7-1,0	1,2-2,0	2,2-5,0	>5,0
Зменшення ступеня кислотності ($pH_{сол.}$) у % від середнього ступеня кислотності	<10	11-16	17-20	22-25	>25
Розчленованість території ярами, км/км^2	<0,1	0,2-0,3	0,4-0,8	0,9-2,5	>2,5
Площа вилученої ґрунтотворної породи (*Р*) або породи, що підстилає (*Д*), у % від загальної площі	0-2	3-6	6-11	12-25	>25
Площа виключених із землекористування угідь, % від загальної площі	<10	12-30	32-50	52-70	>70
Глибина розмивів та водориїв відносно поверхні, см	<20	21-40	42-100	102-200	>200
Швидкість росту площі деградованих пасовищ, у % за рік	<0,25	0,27-1,0	1,1-3,0	3,2-5,0	>5
Дефляційне нанесення родючого шару, см	<2	3-10	11-20	21-40	>40
Збільшення площі рухомих пісків, % за рік	<0,25	0,27-1,0	1,2-2,0	2,1-4,0	>4
Проективне покриття пасовищної рослинності, у % від зонального	>90	72-90	51-70	12-50	<11
- за участю соди	<0,1	0,12-0,2	0,21-0,3	0,32-0,5	>0,5
Площа рухомості пісків, % від загальної площі	0-2,9	3-6	6-15	16-26	>25
Збільшення токсичної лужності за переходу нейтрального типу засолення у лужне, мг-екв./100 г ґрунту	<0,7	0,72-1,0	1,1-1,7	1,8-2,0	>2,0
Вміст у верхнього родючому шарі суми токсичних солей, %:					
Збільшення вмісту обмінного натрію (у % від *ЄКО*): - для ґрунтів, що містять < 1% натрію	<1	1-4	3-8	7-11	>10
- для других типів засолення	<0,1	0,12-0,25	0,27-0,5	0,51-0,9	>0,8
Затоплення чи поверхневе перезволоження, місяць	<3	3-7	6-13	12-19	>18
Збільшення площі засолених ґрунтів у % за рік	0-0,5	0,52-1,0	1,1-2,1	2,2-5,0	>5
Збільшення вмісту обмінного магнію у % від *ЄКО*	<40	42-50	52-60	62-70	>70
- для других ґрунтів	<5	5-11	11-15	16-20	>20

- у степовій зоні	>4	3,2-4,0	2,2-3,0	1,1-2,0	<1
Підняття прісних (< 1-3 г/л) підґрунтових вод, в м: - у гумідній зоні	>1,0	0,82-1,0	0,62-0,8	0,32-0,6	>0,3
Спрацювання торфу, в мм/рік	0-1	1-2,6	2,6-11	12-40	>40
Підняття рівня мінералізованих (> 3 г/л) ґрунтових вод, в м	>7	5-8	5-4	3-2	<2

Перелік нормативних і методичних документів із виявлення деградованих ґрунтів і земель:

ДСТУ 7872:2015 Деградація ґрунтів. Охорона ґрунту. Оцінка хімічної і фізичної деградації ґрунтів;

ДСТУУ 7874:2015 Охорона ґрунтів. Деградація ґрунтів. Основні положення по выявлению деградированных почв и земель и оценке степени их деградации;

Цей стандарт установлює основні положення щодо визначення типів, видів і показників деградації ґрунтів.

Стандарт застосовують центральні органи виконавчої влади з питань навколишнього природного середовища, аграрної політики, водного господарства, земельних ресурсів, органи місцевого самоврядування, наукові установи, власники землі та землекористувачі під час контролювання екологічного та меліоративного стану земель і рівня їхньої родючості, обґрунтування комплексу природоохоронних і меліоративних заходів, проведення еколого-меліоративного моніторингу, агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення та земельно-оцінювальних робіт, а також для створення довідково-інформаційних баз даних та геоінформаційних систем і в науковій діяльності.

Цей стандарт поширюється на землі сільськогосподарського призначення.

Нормативні документи:

У такому стандарті існують посилання на цілий комплекс документів:

ДСТУ 4114-20002: Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору та калію за методом Мачигіна;

ДСТУ 3866-909: Ґрунти. Класифікація ґрунтів по ступеню вторинної солонцюватості;

ДСТУ 4115-2002: Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирікова;

ДСТУ 4290:20004: Якість ґрунтів. Метод визначання валового фосфору та валового калію у модифікації ННЦ ІГА О. Н. Соколовського;

ДСТУ 4289:20004: Якість ґрунтів. Методика визначання органічної речовини;

ДСТУ 43785:2005: Якість ґрунтів. Методика визначання калій-буферності ґрунту;

ДСТУ 4456:20005: Якість ґрунтів. Методика визначання кислотно-основної буферності ґрунтів;

ДСТУ 4405:20005: Якість ґрунтів. Визначання рухомих сполук фосфору та калію за методикою Кірсанова ННЦ ІҐА;

ДСТУ 4724:20007: Якість ґрунтів. Визначання фосфат-буферності ґрунту;

ДСТУ 4729:20007: Якість ґрунтів. Визначення нітратів та обмінного амонію у ґрунті в мод. ННЦ ІҐА О. Н. Соколовського;

ДСТУ 4726:2000:7 Якість ґрунтів. Визначання загального азоту у модифікації ННЦ ІГА О. Н. Соколовського;

ДСТУ 47300:2007: Якість ґрунтів. Визначання гранулометричного складу методом піпетки за Н. А. Качинського;

ДСТУ 4770.1:2007: Якість ґрунтів. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю у ґрунті у буферній амонійно-ацетатній витяжці із pH 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії;

ДСТУ 4744:2007: Визначання структурно-агрегатного складу ситовим методом у мод.Н. І. Саввінова;

ДСТУ 4770.2:20007:. Визначення кількості рухомих сполук цинку у ґрунті у буферній амонійно-ацетатній витяжці із pH 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії;

ДСТУ 4770.5:20007: Визначення кількості рухомих сполук кобальту у ґрунті у буферній амонійно-ацетатній витяжці із pH 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії;

ДСТУ 47070.3:2007: Визначення кількості рухомого кадмію у ґрунті у буферній амонійно-ацетатній витяжці із pH 4,8 методом спектрофотометрії;

ДСТУ 4770.6:20007: Визначення кількості рухомих сполук міді у ґрунті у буферній амонійно-ацетатній витяжці із pH 4,8 за методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії;

ДСТУ 7537:2014: Визначення гідролітичної кислотності;

ДСТУ 4770.9:2000:7 Визначення кількості рухомих сполук свинцю у ґрунті у витяжці із pH 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії;

ДСТУ 78227:2015: Класифікація ґрунтів по ступеню вторинної засоленості;

ДСТУ 79005:2015 Захист довкілля. Пригожість порушених земель задля рекультивації;

ДСТУ 7847:20115: Визначення кількості мікроорганізмів в ґрунті методом посіву на тверде живильне середовище;

ДСТУ 7908:20115: Визначення хлорид-іона в водній витяжці;

ДСТУ 7912:20115: Метод визначення обмінного натрію;

ДСТУ 7909:20115: Визначення сульфат-іона в водній витяжці;

ДСТУ 7943:20115: Визначення іонів карбонатів та бікарбонатів водної витяжки;

ДСТУ 7945:20115: Визначення іонів кальцію та магнію в водній витяжці;

ДСТУ 7944:20115: Визначення іонів натрію та калію в водній витяжці;

ДСТУ 8346:20115: Метод дослідження питомої електропровідності, pH та щільного залишку водної витяжки;

ДСТУ ISO 10390:20007: Визначання pH (ISO0 10390:2005, IDT);

ДСТУ 8578:20156: Мікробіологія ґрунтів. Методи дослідження нітрифікаційної активності;

ДСТУ IS0 10693-20001: Якість ґрунтів. Дослідження вмісту карбонатів. Об'ємний методика;

ДСТУ ISO 11048-20011: Якість ґрунтів. Дослідження водорозчинних і кислото розчинних сульфатів IDT;

ДСТУ ISO 10694-20001: Якість ґрунтів. Визначання кількості органічного та загального вуглецю методом сухого спалювання ISO 10694:1995, IDT;

ДСТУ ISO 11260-20001: Якість ґрунтів: Визначання ємності катіонного обміну і насиченості основами із застосуванням розчину хлориду барію ISO 11260:1994, IDT;

ДСТУ ISO 11263-20001: Якість ґрунтів. Дослідження кількості рухомих сполук фосфору. Спектрометричний метод визначання фосфору у розчині гідрокарбонату натрію ISO 11263:1994, IDT;

ДСТУ ISO 11261-20001: Якість ґрунтів. Дослідження загального вмісту азоту. Модифікаційний метод К'єльдаля ISO 11261:1995, IDT;

ДСТУ ISO 11267:20003: Якість ґрунтів. Пригнічення розмноження ногохвісток Folsomia Candida забрудниками ґрунтів ISO 11267:1999, IDT;

ДСТУ ISO 11268-2:20003: Якість ґрунтів. Уплив забрудників на земляних черв'яків (Eisenia fetida). Визначання результатів розмноження ISO 11268-2:1998, IDT;

ДСТУ ISO 11268-1:20003: Якість ґрунтів. Уплив забрудників на земляних черв'яків (Eisenia fetida). Визначання гострої токсичності із застосуванням штучного субстрату ґрунту ISO 11268-1:1993, IDT;

ДСТУ ISO 112668-3:2005: Якість ґрунтів. Уплив забрудників на земляних черв'яків. Настанови по визначенню впливу у польових умовах ISO 11268-3:1999, IDT;

ДСТУ ISO 13536-20001: Якість ґрунтів. Визначання потенційної ємності катіонного обміну і вмісту обмінних катіонів з використанням буферного розчину хлориду барію із pH = 8,1 ISO 13536:1995, ID T;

ДСТУ IS011272-20001: Якість ґрунтів. Дослідження щільності складення на суху масу ISO 11272:1998, IDT;

ДСТУ ISO 23611-2:20007: Якість ґрунтів. Відбір проб ґрунтових безхребетних. Відбір проб і вилучення мікро членистоногих ISO 23611-20: 2006, IDT;

ГОСТ 264805-85: Почвы. Определение обменного алюминия по методике ЦИНАО (Визначення обмінного (рухомого) алюмінію за методом ЦІНАО, Ґрунти.);

ГОСТ 017.4.2.01-81: Почвы. Охрана природы. Номенклатура показателей санитарного состояния (Ґрунти. Охорона природи. Номенклатура показників санітарного стану);

ГОСТ 269487-85: Почвы. Определение обменного кальция и подвижного магния методами ЦИНАО (Ґрунти. Визначення обмінного кальцію та рухомого магнію методами ЦІНАО);

ГОСТ 28268-89 Почвы. Методика определения максимальной гигроскопической влажности, влажности, и влажности устойчивого завядания растений (Метод дослідження максимальної гігроскопічної вологості, вологості, і вологості стійкого в'янення рослин. Ґрунти.).

ГОСТ 27821-898: Почвы. Определение суммы поглощённых оснований методом Каппена (Визначення суми поглинених основ методом Каппена. Ґрунти);

Питання для самоперевірки:

1. Назвіть діагностичні показники площинної ерозії ґрунтів.
2. Назвіть діагностичні показники лінійної ерозії ґрунтів.
3. Назвіть діагностичні показники вітрової ерозії ґрунтів.
4. Назвіть діагностичні показники ступеня засоленості ґрунтів.

5. Назвіть діагностичні показники солонцюватості ґрунтів.
6. Назвіть діагностичні показники заболочення ґрунтів.

Розділ 6. Структура системи управління продуктивністю ґрунтів

6.1. Управління водним режимом ґрунтів

Водний режим – один із провідних чинників, який обумовлює родючість ґрунтів та безпосередньо впливає на їх генезис та властивості. Він залежить від кількості опадів, термічного режиму, літо-гранулометричного складу ґрунтів, типу рослинного покриву та характеру використання людиною. На сьогодні досліджено і відомо закономірності формування водного режиму в основних ґрунтах України залежно від їх генезису, гранулометричного складу та рівня підґрунтових вод.

Глибокопрофільними дослідженнями (до 5 м в автоморфних умовах і до рівня підґрунтових вод у напівгідроморфних умовах) встановлено, що водні режими ґрунтів під природними рослинними угрупованнями й агроценозами суттєво відрізняються.

Для більшості ґрунтів суглинкового гранулометричного складу під лісовою рослинністю в автоморфних умовах (при глибокому, понад 5 м, заляганні підґрунтових вод) водний режим непромивний, про що свідчить наявність у підґрунті, нижче зони максимального промочування, вологості на рівні в’янення (ВВ) [72]. При цьому, незважаючи на непромивний у цілому тип водного режиму, рух вологи переважає у низхідному напрямі, оскільки її витрата в основному відбувається через транспірацію дендрофлорою.

У дернових опідзолених і дерново-підзолистих ґрунтах переважно легкого гранулометричного складу (від зв’язано-піщаного до супіщаного) водний режим є періодично промивним. Як правило, рівень підґрунтових вод ближче 5 м, тому рано навесні рівень їх піднімається, з поступовим зниженням до осені.

Ґрунти степового генезису (чорноземи типові, звичайні, південні, темно-каштанові і каштанові солонцюваті ґрунти) під цілинною рослинністю характеризуються непромивним типом водного режиму. Потужність їх гумусо-

вого профілю відображає зону активного вологообігу, тобто найбільш часто повторюваної глибини ранньовесняного змочування вологою з наступною її витратою влітку до вологості в'янення (ВВ).

У ґрунтах під агроценозами водний режим кардинально змінюється на спорадично промивний, про що свідчить вологість підґрунтя в інтервалі від вологості розриву капілярів (ВРК) до найменшої вологоємності (НВ), особливо у цикли підвищеної зволоженості клімату.

З періодично промивним типом водного режиму ґрунту пов'язане утворення антропогенних ґрунтів - кліматогенних мочарів.

Загальні риси водного режиму ґрунтів у середньо багаторічному аспекті достатньо вивчені, проте за роками він досить мінливий, особливо в умовах глобальних кліматичних змін.

На сьогодні відомі і застосовуються такі основні методи діагностики і оцінки водного режиму ґрунтів: 1) традиційний, 2) розрахунковий і 3) комбінований.

1) *Традиційний метод* – визначення запасів продуктивної вологи у ґрунті впродовж вегетації рослин, переважно з використанням термостатно-вагового методу. Для цього впродовж вегетації рослин відбирають проби ґрунту з кореневмісного шару та визначають у них вміст вологи. Обраховують вологість в'янення (ВВ), повну (ПВ) і найменшу вологоємність (НВ), вологість розриву капілярів (ВРК) тощо. За різницею між реальною вологістю ґрунту і вологістю в'янення оцінюють запаси доступної вологи, порівнюючи з нормативними показниками згідно з табличними і графічними моделями. Як правило, оптимальною вологістю ґрунту для більшості зернових культур є 80 % від НВ, з відхиленнями для певних культур. Зниження вологості ґрунту до вологості в'янення свідчить про суттєвий дефіцит вологи, відповідно, - зниження врожаю. З незначними варіаціями цей метод застосовується тривалий час.

2) *Розрахунковий метод* – на підставі моделей зв'язку між гідротермічними кліматичними показниками та властивостями ґрунтів. Дозволяє

об’єктивно оцінити середньо багаторічні ресурси вологозабезпечення територій навіть за відсутності поряд метеостанцій, а за їх наявності – оперативно діагностувати зміни водного режиму за відхиленням кліматичних показників від середньо багаторічних.

Засвоюваність ґрунтами вологи опадів холодного періоду – один з найважливіших показників водного режиму ґрунтів, який разом з кількістю опадів за цей період дозволяє оцінити вологозапас у профілі, який у середньобагаторічному аспекті відображається у потужності профілю ґрунтів акумулятивного ряду ґрунтоутворення (чорноземи типові, звичайні, південні, темно-каштанові і каштанові солонцюваті ґрунти), генетичною особливістю яких є дефіцит вологи.

Засвоюваність вологи зимових опадів обернено залежить від тривалості морозного періоду, який, своєю чергою, корелює з середньою температурою січня. Саме за такими показниками здійснюється оцінка фаціальних особливостей засвоєння опадів холодного періоду (табл. 6.1) [73].

Таблиця 6.1. Фаціальні особливості засвоєння опадів холодного періоду

Шифр	Фація	Середня температура січня, ºС	Тривалість морозного періоду, днів	Коефіцієнт відносного засвоєння опадів холодного періоду, %
I	Зимово сильно холодна	-8.0- -6.9	120-133	47
II	Зимово холодна	-6.8- -5.6	111-123	52
III	Зимово помірно холодна	-5.5--4.5	100-113	58
IV	Зимово холодно-тепла	-4.4--3.3	85-100	65
V	Зимово помірно тепла	-3.2--2.0	75-90	72
VI	Зимово тепла	-1.9--0.7	<75	80

Вологозабезпеченість більшості сільськогосподарських культур значною мірою залежить від гідротермічних особливостей теплого періоду року. Гідротермічні особливості ґрунтів відображаються у параметрах відносного щодо кількості фізичної глини гумусонакопичення через параметри коефіцієнта відносного накопичення гумусу (КВАГ) для шару 0-30 см [74].

Визначено діагностичні моделі параметрів гідротермічного коефіцієнту Селянинова (ГТК) для основних ґрунтів України (табл. 6.2)

Таблиця 6.2. Діагностичні моделі КВАГ через параметри ГТК [4]

№ п/п	Тип ґрунту	Модель зв'язку між КВАГ (y) і ГТК (x)
a.	каштановий солонцюватий ґрунт тем-	y = 0,006 + 0,786x
b.	но-каштановий ґрунт	y = 0,198 + 0,500x
c.	чорнозем південний	y = 0,055 + 0,833x
d.	чорнозем звичайний	y = -0,510 + 1,692x
e.	чорнозем типовий	y = 0,232 + 0,837x
f.	чорнозем опідзолений	y = 0,378 + 0,468x
g.	темно-сірий опідзолений	y = 0,186 + 0,497x
h.	сірий лісовий ґрунт	y = 0,071 + 0,455x
i.	ясно-сірий лісовий ґрунт	y = 0,033 + 0,430x
j.		

Розроблений метод використано для ґрунтово-екологічного районування України [75], яке застосовується компанією "Pioneer" для оптимізації розміщення посівів кукурудзи відповідно особливостей вологозабезпечення.

3) *Комбінований метод* – поєднує розрахунковий метод і використання даних міні-метеостанцій, які використовуються окремими агрогосподарствами. Дозволяє оперативно оцінювати зміну погодних умов, на основі відхилення від розрахункових прогнозувати зміну водного режиму ґрунтів.

Перспективними є *методи дистанційного моніторингу* з використанням супутникових знімків та безпілотних літальних апаратів. Їх недолік – ві-

дображення вологості лише у поверхневому шарі ґрунту, необхідність наявності відкритої його поверхні, незайнятої рослинністю. Метод для підвищення точності потребує супроводження наземними методами спостережень.

В Україні більше 80 % земельних територій (понад 24 млн га) характеризуються такими типами водного режиму орних ґрунтів, які формують домінування дефіцитного (або періодично дефіцитного) зволоження. Простежується так званий просторово-часовий дефіцит зволоження, тобто, зростання дефіциту з північного заходу на південний схід і південь. Цей дефіцит часто виникає у вегетаційний період [76]. Дефіцит меншою мірою позначається на врожаї озимої пшениці, але значною мірою – на врожаях культур з довгим вегетаційним періодом. Наприклад, у Німеччині, де часового дефіциту не буває, урожай буряків у 1,5-2,0 рази вищий, ніж в Україні. Особливість режиму зволоження полягає в тому, що у кореневмісному шарі протягом другої половини вегетації відсутня продуктивна волога - волога вище вологи розриву капілярного зв'язку (ВРК) в інтервалі до найменшої вологоємності (НВ) (ВРК-НВ). Саме цей дефіцит не дозволяє реалізувати наявний потенціал ґрунтової родючості, особливо для культур, що дозрівають у кінці вегетаційного періоду. Тому водний режим - ключовий фактор, що лімітує родючість ґрунтів і врожаї сільськогосподарських культур.

Виявлені [76] розбіжності між реальною величиною зволоження і потребами рослин у вологозабезпеченні свідчать про необхідність розвитку гідротехнічних (зрошуваних) меліорацій. Особливо потрібні вони в Степу Південному і Степу Сухому, де дефіцит зволоження найбільший.

За оцінкою зволоженості ґрунтів під час вирощування с.-г. культур, варто визнати, що тільки в провінціях Полісся та у Західній і Правобережній провінціях Лісостепу зволоження наближається до необхідного рівня. На всіх інших територіях тією чи іншою мірою відчувається нестача вологи. При цьому мова йде про нестачу найбільш доступної рослинам вологи (вище ВРК).

Серед критеріїв вологозабезпеченості культур корисними є такі:

- просторовий дефіцит, що показує посилення дефіциту доступної ґрунтової вологи в напряму від північних і західних провінцій країни, де він майже відсутній, до сходу й півдня, де його просторово-векторне наростання є досить істотним;
- часовий дефіцит, що показує наростання дефіциту від часу сівби культур, коли він практично відсутній, до наступних фаз розвитку, коли його посилення цілком очевидне навіть у традиційних зонах вирощування основних сільськогосподарських культур [76].

Характеристика вологозабезпеченості культур досягається за врахування кількості днів з вологістю в інтервалах від вологості в'янення (ВВ) до ВРК (ВВ-ВРК) і ВРК-НВ, особливо, у період від сівби до появи сходів і під час формування генеративних органів [76].

Як відмічено вище, за потенційним вмістом елементів мінерального живлення рослин ґрунтовий покрив Харківщини суттєво переважає такий Волинської області. Проте дефіцит вологи робить цей покрив менш продуктивним. На основі узагальнення даних водного режиму визначено аргументи на користь необхідності деякого зсуву сформованих зон вирощування провідних культур, а також запропоновано заходи з оптимізації ґрунтових умов - мінімальні і нульові системи обробітку ґрунту, сівозміни, системи удобрення, мульчування, системи лісосмуг і реанімація зрошувальної меліорації.

Залишаються невикористаними способи зменшення негативних наслідків нестачі вологи шляхом застосування новітніх способів обробітку ґрунту. У зв'язку з цим, нульовий спосіб для гідродефіцитних ґрунтів Харківщини заслуговує на поглиблене вивчення і впровадження. За сучасними даними суттєвий вплив нульового обробітку на збереження вологи не викликає сумніву.

Так само невиправдано мало уваги приділяється мульчуванню ґрунтів як способу зменшення непродуктивного випаровування вологи з ґрунту і його захисту від дефляції. Мульчування поверхні ґрунту соломою призводить [77]

до економії поливних вод на 10-20 % без зниження врожайності сільськогосподарських культур.

Крім вищевикладеного, значні резерви зменшення непродуктивних втрат вологи закладено у раціональному використанні добрив (особливо, органічних, фосфорних і калійних, за умов систематичного внесення яких досягається помітне зменшення коефіцієнта транспірації за збільшення величини врожаю).

Діагностика й оптимізація водного режиму

Діагностика водного режиму здійснюється шляхом визначення (за даними моніторингу) зміни запасів продуктивної вологи в кореневмісному шарі ґрунту впродовж всієї вегетації рослин, проходження основних фаз їх росту й розвитку. За верхню границю оптимального вмісту вологи (ВГОВ) приймають її запаси, що відповідають найменшій вологоємності (НВ), а за нижню границю (НГОВ) – запаси вологи на рівні вологості розриву капілярів (ВРК= 60- 70 % від НВ). Між вологістю розриву капілярів (ВРК) та вологістю в'янення (ВВ) запаси ґрунтової вологи знаходяться в допустимих межах, проте для більшості просапних культур за цих умов, особливо при наближенні запасів до стану ВВ, як правило, настає дефіцит у вологозабезпеченості. Запаси вологи нижче ВВ оцінюються як незадовільні.

Діагностують і оптимізують водний режим ґрунту [75] за допомогою графічної моделі (рис. 6.1).

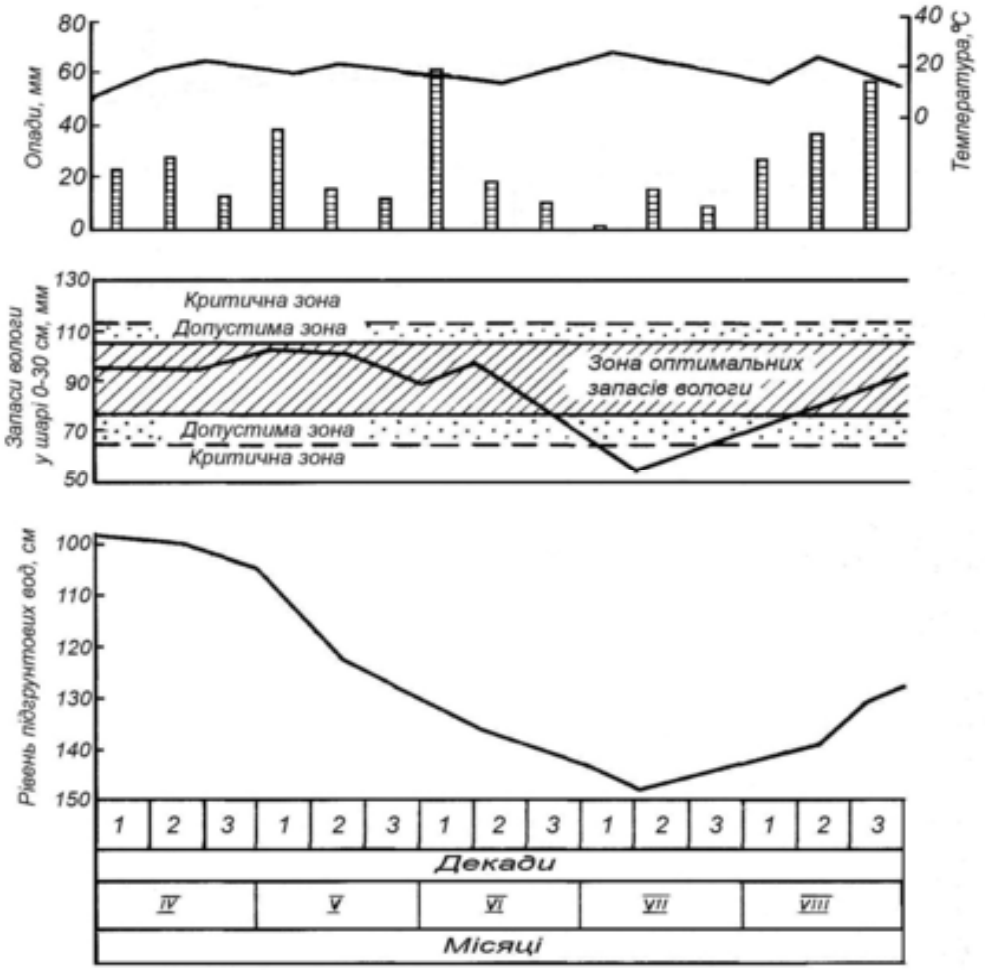


Рис. 6.1. Графічна модель моніторингу водного режиму ґрунту

На осі абсцис відкладають декади кожного місяця вегетаційного періоду, на осі ординат – запаси вологи в кореневмісному шарі (як правило однометровому).

Для побудови моделі використовують такі вихідні дані: повну і найменшу (польову) вологоємність (ПВ і НВ), щільність твердої фази і щільність будови ґрунту (об’ємну масу) в межах кореневмісного шару, вологість розриву капілярів (ВРК) і вологість в’янення рослин (яку поділяють на дві фази – вологість початкового в’янення ВПВ і вологість стійкого в’янення ВСВ).

На підставі названих показників розраховують межі оптимальних, допустимих і критичних вологозапасів у кореневмісному шарі ґрунту, виходячи з нормативів, наведених у таблиці 6.2. Ці межі наносять на графічну модель, побудова якої здійснюється в процесі моніторингових спостережень.

Таблиця 6.2. Параметри оптимального вмісту вологи у кореневмісному шарі ґрунту (0-30 см)

Культура	Верхня границя вмісту вологи (ВГВ), % від ПВ			Нижня границя вмісту вологи (НГВ), % від ПВ		
	оптималь-на	допустима	критична	оптималь-на	допустима	критична
Зернові колосові, однорічні трави	80	80-85	> 85* / 2-3	55	55-45	< 45
Коренеплоди	75	75-80	> 80 / 0-1	50	50-40	< 40
Картопля	70	70-80	> 80 / 1-2	50	50-40	< 40
Кукурудза:			> 80 / 0			
на силос	75	75-80		55	55-45	< 45
на зерно	70	70-75	> 75 / 0	50	50-40	< 40
Овочеві	75	75-80	> 80 / 0	50	45-50	< 45
Багаторічні трави:			> 90 / 5-20			
злакові	85	85-90		60	60-50	< 50
бобові	80	80-85	> 85 / 2-6	55	55-45	< 45

Примітка: ПВ – повна вологоємність ґрунту. Під рискою – допустима тривалість затоплення посівів, днів

У процесі моніторингу водного режиму ґрунту і розвитку рослин не виключається необхідність корекції оптимальних і допустимих меж вологозапасів. За умови частого виходу за межі оптимальних параметрів, передусім, за незначних відхилень погодних умов від середньорічних, виникає необхідність поліпшення водного режиму ґрунту шляхом застосування відповідних заходів.

Для ґрунтів підґрунтового гідроморфізму (з близьким заляганням підґрунтових вод) на графічну модель наносять також глибину залягання підґрунтових вод в періоди спостережень (див. рис. 6.2). Ці дані надають додаткову інформацію про стан водного режиму і орієнтують землекористувачів на застосування відповідних заходів, наприклад, з реконструкції діючих осушувально-зволожувальних систем. Завдяки численним дослідженням визначено оптимальні рівні залягання підґрунтових вод для різних культур (в узагальнених параметрах) (табл. 6.3.).

Таблиця 6.3. Оптимальна глибина рівня підґрунтових вод на осушених землях

<table>
<tr><th rowspan="2">Культура</th><th colspan="4">Рівень підґрунтових вод, сантиметрів від поверхні</th></tr>
<tr><th>квітень- травень</th><th>червень- липень</th><th>серпень- вересень</th><th>жовтень- березень</th></tr>
<tr><td colspan="5">Торфові ґрунти</td></tr>
<tr><td>Багаторічні трави, культурні пасовища</td><td>40-60</td><td>60-100</td><td>60-100</td><td>70-120</td></tr>
<tr><td>Озимі зернові</td><td>50-60</td><td>60-100</td><td>100-120</td><td>70-120</td></tr>
<tr><td>Капуста пізня, буряки столові, морква, картопля, кормові коренеплоди</td><td>60-80</td><td>80-100</td><td>80-100</td><td rowspan="2">у зимовий період нижче глибини закладання дрен</td></tr>
<tr><td>Кукурудза, соняшник на силос, ярі зернові, буряки цукрові</td><td>60-80</td><td>80-100</td><td>80-120</td></tr>
<tr><td colspan="5">Мінеральні ґрунти</td></tr>
<tr><td>Гранулометричний склад:</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>піщані</td><td>30-50</td><td>50-70</td><td>70-80</td><td>70-100</td></tr>
<tr><td>супіщані</td><td>40-60</td><td>60-80</td><td>80-100</td><td>70-130</td></tr>
<tr><td>суглинкові</td><td>60-80</td><td>60-80</td><td>80-130</td><td>80-130</td></tr>
<tr><td>глинисті</td><td>80-100</td><td>80-130</td><td>120-150</td><td>120-150</td></tr>
</table>

Оптимальна глибина залягання підґрунтових вод залежить від вирощуваних культур і конструкційних можливостей меліоративних систем, зокрема, наскільки система дозволяє управляти режимом підґрунтових вод протягом вегетаційного періоду. При цьому враховується висота капілярного підняття підґрунтових вод (табл. 6.4). Для більшої достовірності й об'єктивності діагностики водного режиму введено новий показник його оцінювання - гідробуферна здатність ґрунту (ГБЗ) [75]. Показником гідробуферної здатності визначається стійкість ґрунту до висушування і перезволоження, його здатність акумулювати (запасати) й утримувати від втрат запаси продуктивної вологи за різних умов зміни клімату та агротехнологій. Чорноземи і більшість лесових ґрунтів здатні запасати великі об'єми вологи та економно їх витрачати за умови високої культури землеробства, що спрямована на збереження та поліпшення їхньої агрономічно цінної структури.

Таблиця 6.4. Висота підняття підґрунтових вод у ґрунтах різного гранулометричного складу

Гранулометричний склад ґрунту і підґрунтя	Висота підняття, см
Рихлопіщаний	35-45
Зв'язнопіщаний	40-50
Супіщаний	50-70
Легкосуглинковий	90-150
Середньосуглинковий	150-220
Важкосуглинковий	220-300
Глинистий	250-350
Зв'язнопіщаний із прошарками	30-40
Супіщаний із прошарками суглинку	40-50
Торфовий:	
слаборозкладений	40-60
середньорозкладений	50-70
добре розкладений	65-85
перегнійний	80-100
Піщано-суглинковий із косими прошарками	200-250

Гідробуферна здатність ґрунтів наведена у таблиці 6.5. [75]. Повна втрата продуктивної ґрунтової вологи з ґрунтових монолітів, відібраних з орного шару досліджуваних ґрунтів, розтягувалася на період від 9 до 18-21 доби. Найшвидше повна втрата продуктивної вологи відбувалася з монолітів дерново-підзолистого супіщаного і болотного мінерального важкосуглинкового ґрунту (на 9-ту добу); з монолітів опідзоленого та лучного важкосуглинкового ґрунтів – на 15- ту добу, а втрата продуктивної вологи з монолітів торфового малозольного ґрунту (вміст золи 11,8 %) розтягувалася на період до 21 доби. Чим вище запаси продуктивної вологи, тим інтенсивніше відбуваються їх втрати, максимальні величини яких для кожного ґрунту отримано за умов їх насичення до верхньої межі оптимальних запасів вологи (ВМОВ) – до рівня НВ. З наближенням стану зволоженості монолітів до нижньої межі оптимальних запасів (НМОЗ), тобто, до вологості початкового в'янення (ВПВ) рослин, коефіцієнт гідробуферної здатності істотно зростав (табл. 6.5). Така закономірність змін запасів продуктивної вологи є підтвердженням не тільки її високих непродуктивних втрат за умов поливу до рівня НВ, але й свідченням високої залежності динаміки цих втрат від генетичної природи ґрунту.

У безструктурних брилистих і змитих ґрунтах показники гідробуферних властивостей надто низькі і такі ґрунти швидко втрачають запаси продуктивної вологи.

Випадки переосушення гігроморфних ґрунтів, що мали місце в період проведення широкомасштабних гідромеліоративних робіт у другій половині минулого століття, заболочування і галогенізація зрошуваних ґрунтів південних регіонів України, були зумовлені, перш за все, відсутністю необхідних наукоємних знань про гідробуферні характеристики різноманітних за своєю природою ґрунтів. Ґрунти з низькими гідробуферними властивостями належать до екологічно надто вразливих і їхня меліорація не завжди є доцільною.

Низька гідробуферність за умови високої інфільтраційної здатності ґрунто-підґрунтя призводить не тільки до невиправдано високих втрат вод-

них мас атмосферних опадів, але й до вимивання біогенних елементів з ґрунтового кореневмісного живильного середовища.

Загальний практичний висновок для зрошуваного землеробства – вологість ґрунту доцільно постійно підтримувати в діапазоні, що знаходиться ближче до нижньої межі її доступності (НМОВ), аніж до верхньої (ВМОВ).

Таблиця 6.5. Гідробуферна здатність ґрунтів

Ґрунт	НМОВ, г/моноліт	Запас вологи за НВ, г/моноліт	Показник	Динаміка втрат вологи з монолітів та коефіцієнта гідробуферності в процесі висушування, діб							
				1	3	6	9	12	15	18	21
Дерново-глейовий супіщаний	71	182	W, г/моноліт	170	144	106	70	37	21	7	5
			ΔW,г/моноліт	12	26	38	36	33	16	14	2
			$K_{ГБ}$	1,08	1,08	1,03	1,24	1,24	2,50	2,93	19,5
Торфовий евтрофний	210	432	W, г/моноліт	418	391	352	315	282	253	226	204
			ΔW, г/моноліт	14	27	39	37	33	29	27	22
			$K_{ГБ}$	0,93	1,04	1,00	1,05	1,25	1,38	1,52	1,86
Болотний мінеральний важкосуглинковий	108	215	W, г/моноліт	200	176	140	107	75	49	32	27
			ΔW, г/моноліт	15	24	36	33	32	26	17	5
			$K_{ГБ}$	0,87	1,17	1,08	1,18	1,28	1,54	2,41	7,8
Лучний важкосуглинковий	104	257	W, г/моноліт	245	221	185	152	124	105	94	87
			ΔW, г/моноліт	12	24	36	33	28	19	11	7
			$K_{ГБ}$	1,08	1,17	1,08	1,18	1,46	2,11	3,73	5,57
Чорнозем опідзолений важкосуглинковий	99	232	W, г/моноліт	218	195	163	137	116	98	2,85	77
			ΔW, г/моноліт	14	21	32	26	21	18	13	8
			$K_{ГБ}$	0,93	1,33	1,22	1,50	1,95	2,22	3,15	4,88
Відкрита водна поверхня		502	$\Delta W_{ВП}$	13	28	39	39	41	40	41	39

Примітка: НМОВ – нижня межа оптимального запасу вологи; W - запас вологи; ΔW - втрати вологи; $K_{ГБ}$ – коефіцієнт гідробуферності.

Для більш точного визначення гідробуферних властивостей необхідні польові методи досліджень і системні моніторингові спостереження. Показники гідробуферних властивостей дозволяють підвищити якість діагностування водного режиму ґрунтів і здійснювати раціональний вибір заходів з його оптимізації.

Діагностика й оптимізація водного режиму в умовах зрошення.

У зв'язку з прогнозованими змінами клімату можлива негативна зміна рівня зволоження на більшій частині високопродуктивних орних земель Лісостепу і Степу, що змусить повернутися до вирішення проблем великого і, особливо, малого зрошення.

Існуючими методами планування режимів зрошення при достатньому рівні водозабезпеченості зрошувальних систем за критерій керування використовується рівень вологозапасів у кореневмісному шарі ґрунту.

Наслідком реалізації біологічно оптимальних режимів зрошення в практиці зрошуваного землеробства стали розвиток деградаційних процесів у ґрунтах (вторинне засолення, осолонцювання, знеструктурення, ущільнення), суцільне та інтенсивне (на землях з низьким рівнем природної дренованості) підняття рівня підґрунтових вод і пов'язана з ним необхідність створення систем штучного дренажу й утилізації дренажно-скидних вод.

Аналіз причинно-наслідкових зв'язків появи та розвитку негативних процесів при зрошенні свідчить, що головною їх причиною є подача на поля зрошення надлишкових об'ємів води, якість якої в більшості випадків не відповідає вимогам діючих нормативних документів [78]. Своєю чергою, подача надлишкових об'ємів води обумовлена недосконалістю існуючих науково-методичних засад формування режимів зрошення та порушенням технологій зрошення внаслідок низького рівня його організації.

Формування режимів зрошення запропоновано здійснювати [79] на компенсаційній основі, тобто, проводити поливи нормами, які виключають витрати поливної води на інфільтрацію. При цьому з урахуванням фактичного ґрунтово-екологічного стану зрошуваних земель та ресурсного забезпе-

чення зрошення замість біологічно оптимальних режимів зрошення запропоновано використовувати оптимальні екологічно безпечні та ґрунтозахисні режими зрошення сільськогосподарських культур.

Оптимальні екологічно безпечні режими зрошення – це такі режими, за яких протягом всього періоду вегетації забезпечується підтримання фактичного водоспоживання сільськогосподарських культур на рівні, максимально близькому до потенційно можливого та виключаються або зводяться до мінімального рівня втрати поливної води на інфільтрацію. Останнє досягається за рахунок зменшення потужності активного шару ґрунту, чим забезпечується можливість нагромадження кореневою системою рослин тієї частини поливної води, що неминуче інфільтрується за межі зрошуваного шару ґрунту, тим самим виключаючи її непродуктивні витрати. Параметри оптимальних екологічно безпечних режимів зрошення для основних сільськогосподарських культур наведено у таблицях 6.6, 6.8.

Ґрунтозахисні режими зрошення рекомендується застосовувати за умов незадовільного меліоративного та ґрунтово-екологічного стану зрошуваного масиву. Вони вирізняються ощадливістю щодо поливів і на фоні інших агромеліоративних заходів зі збереження й відтворення родючості ґрунту виконують ґрунтозахисну функцію. При ґрунтозахисних режимах зрошення пропонується застосовувати обмеження на норми поливу, строки його виконання та якість поливної води з урахуванням гідробуферних властивостей ґрунтів. Строки проведення поливів в основному слід планувати з огляду на критичні періоди розвитку рослин, коли спостерігається максимальна віддача від їхнього застосування. Безумовно, при цьому слід відмовитися від застосування поливної води низької якості (II та III класів за ДСТУ). Щоб запобігти руйнуванню ґрунтової структури та формуванню поверхневого стоку норму поливу максимально наближають до ерозійно допустимої, величину якої для чорноземних ґрунтів важкого гранулометричного складу наведено у таблиці 6.7. При цьому, на переущільнених ґрунтах застосовують спосіб поливу, що ба-

зується на подачі перемінних норм води тактами, фіксуючи повне вбирання вологи в період кожного такту поливу.

Таблиця 6.6. Нормативно-довідкова інформація для розрахунків режимів зрошення основних сільськогосподарських культур

Культура	Міжфазний період	Передполивний поріг, % НВ	Екологічно безпечна гранично-допустима поливна норма, мм	Потужність активного шару ґрунту, см	Розрахунковий шар, см		
					ґрунти		
					важкі	середні	легкі
Озима пшениця, озимий ячмінь	Посів-сходи	75-70-70	30-20	45	35	25	25
	3-й лист - кущіння	70-65-60	40-30	45	40	30	30
	Відновлення вегетації-трубкування	75-70-70	50-40	60	60	50	55
	Трубкування-цвітіння	80-75-70	50-40	90	75	60	55
	Цвітіння-молочна стиглість	75-70-70	30-20	90	35	25	25

Таблиця 6.7. Гранично допустимі значення оптимальних екологічно-безпечних поливних норм відповідно до гранскладу ґрунту та інтенсивності водоспоживання за добу

Потужність активного шару ґрунту, м	Гранулометричний склад ґрунту							
	глини, важкі суглинки		середні суглинки			легкі суглинки та супіски		
	Добова інтенсивність водоспоживання, мм							
	<3	>3	<2	2-4	>4	<2	2-4	>4
	Поливна норма, $м^3$/га							
0,4	210	308	205	207	308	204	208	251
0,7	302	407	309	308	404	201	390	370
0,8	430	580	370	480	459	360	353	490
0,6	508	670	408	504	606	407	407	451

Таблиця 6.8. Ерозійно допустимі поливні норми

Культура, фаза розвитку	Ерозійно-допустима поливна норма, $м^3$/га
Озима пшениця:	
сівба-сходи	450-600
вихід у трубку	300-450
налив зерна	200-350
Ячмінь з підсівом люцерни:	
сівба-сходи	450-600
вихід у трубку	350-450
колосіння	250-400
Кукурудза МВС:	
сівба – 5-6 листків	350-500
8-12 листків	300-400
утворення качанів	200-350
Цукрові і кормові буряки:	
сходи – середина липня	350-500
липень-серпень	200-350
Люцерна:	
1-й тиждень після скошування	200-250
2-й тиждень після скошування	200-350

Інший напрям водозбереження у зрошуваному землеробстві – це гідрогеологічне обґрунтування режимів зрошення. На підставі одержаних даних [43] щодо залежності витрат підґрунтових вод на сумарне випаровування від глибини їхнього залягання розраховано поправочні коефіцієнти на поливні норми: при РПҐВ - 2 м – 0,5-0,6; 3 м – 0,6-0,7; 4 м – 0,8-0,9 і 5 м – 0,9-1,0 (для середньо- і важкосуглинкових ґрунтів).

Крім визначення типу поливного режиму, планування зрошення передбачає необхідність вирішення різного комплексу задач ґрунтово- екологічного їх забезпечення.

У довгостроковому плануванні зрошення головним завданням ґрунтово-екологічного обґрунтування його режимів є екологічне нормування величин зрошувальної та гранично допустимих поливних норм. Метою такого нормування є забезпечення збалансованості процесів в агроекосистемі та попередження розвитку деградаційних процесів у ґрунтах.

В оперативному плануванні поливів формулюються такі задачі ґрунтово-екологічного забезпечення:

- визначення динаміки водоспоживання с.-г. культур та динаміки вологості ґрунту;
- моделювання ґрунтових процесів і режимів залежно від режиму зволоження;
- визначення впливу вологозабезпеченості та ґрунтових режимів на динаміку формування врожаю;
- визначення строків поливу, що забезпечують отримання чистого прибутку від зрошення.

Отже, оптимальне планування та управління режимами зрошення сільськогосподарських культур, що забезпечує одержання високих врожаїв і відтворення потенціалу родючості ґрунтів, може бути здійснено лише з урахуванням ґрунтово-екологічних умов, напрямів ґрунтоутворювальних процесів під впливом зрошення, закономірностей вологопереносу, комплексу ґрунтових режимів та гідробуферних властивостей ґрунтів.

У богарному землеробстві пріоритетна роль в управлінні водним режимом належить сівозміні. Для умов Харківської області внаслідок глобальних кліматичних змін характерним є зростання засвоюваності опадів холодного періоду року у результаті зменшення тривалості морозного періоду і підвищення температури взимку. У зв’язку з цим протягом останніх 15-20 років (за винятком 2011 року) ґрунти за різними попередниками глибоко промочуються, навіть після соняшника, який глибоко висушує ґрунт, глибина ранньовесняного промочування становила понад 100 см, у зв’язку з чим моніторинг вологозапасів у цьому шарі рано навесні втрачає сенс – вологість на рівні НВ. Тому у сівозмінах для кращого використання вологи необхідно збільшувати частку озимих культур з використанням як попередника і соняшника, який ще 20 років тому вважався непридатним попередником для озимої пшениці. Крім того, збільшується частка культур, які добре використовують

вологу з глибоких шарів ґрунту (соняшник, частково кукурудза, багаторічні трави).

Мульчування поверхні ґрунту – дієвий агрозахід для зменшення непродуктивних втрат вологи, за різними підрахунками врожайність різних культур збільшується на 10-30 %. Традиційно як мульчу використовують солому, але цьому заходу традиційно мало приділяється уваги, за винятком вирощування картоплі під соломою.

Мульчування полімерною плівкою, що здатна до саморуйнації, не знайшло широкого застосування, значною мірою через ризик забруднення ґрунтів полімерними рештками.

Останнім часом увага приділяється мульчуванню біоплівками, які не залишають у ґрунті шкідливих залишків. За експертними підрахунками, можлива економія вологозапасів і збільшення продуктивності на 10-20 %, на окремих овочевих культурах – до 30%.

6.2. Управління повітряним режимом ґрунту

Ґрунт - пориста система, в якій практично завжди в тій чи іншій кількості присутнє повітря, що складається з суміші газів та заповнює весь простір пор, вільних від води.

Сумарна пористість в мінеральних ґрунтах варіюється від 25% до 80%, в торфі та лісових підстилках може перевищувати 90 % від всього об'єму ґрунту. Чим вища пористість та менша вологість ґрунту, тим більше повітря вміщується в ґрунті**.** Повітряна фаза – важлива і найбільш мобільна складова ґрунту, змінність її відбиває біологічні та біохімічні ритми ґрунтоутворення. Кількість і склад ґрунтового повітря суттєво впливають на розвиток і функціонування рослин і мікроорганізмів, на розчинність і міграцію хімічних сполук в ґрунтовому профілі, на інтенсивність і спрямованість ґрунтових процесів. Крім того, ґрунт, поглинаючи атмосферне повітря, сорбує токсичні повітряні викиди газів і очищує атмосферу від техногенного забруднення.

Ґрунтове повітря - це склад газів та летких органічних сполук, які заповнюють пори ґрунту. що є вільні від води.

Хімічний склад ґрунтового повітря. Головним джерелом надходження повітря в ґрунт є газообмін з приземним шаром атмосфери. Вважається, що сучасний склад атмосфери має біогенну природу, зокрема величезну роль у формуванні атмосфери відіграє газообмін між її приземним шаром та ґрунтом. Вважається, що до 90% вмісту CO_2 в атмосфері – ґрунтового походження, але точно встановлено - процеси дихання і розкладу в ґрунті поповнюють атмосферні запаси CO_2.

Атмосферне повітря – це суміш газів, основну частку яких складають азот, кисень, аргон та вуглекислий газ (N_2, O_2, Ar, CO_2), решта газів включені лише в 0.01% об'єму. Склад атмосферного повітря є досить сталим і коливання базових компонентів не значні. Потрапляючи в ґрунт, склад повітря набуває значних змін головним чином внаслідок процесів життєдіяльності мікроорганізмів, дихання коріння рослин і ґрунтової фауни, а також через окислення органічної речовини ґрунту. Трансформація атмосферного повітря в ґрунті тим інтенсивніша, чим вищий енергетичний потенціал ґрунту, біологічна активність, чим більше ускладнений відтік газів за межі ґрунтового профілю (табл. 6.9).

Таблиця 6.9. Склад атмосферного та ґрунтового повітря

Гази	Атмосферне повітря, об'ємні %	Ґрунтове повітря, об'ємні %
Азот N_2	78,8	78,08 (азот + аргон 80,24)
Кисень O_2	20,95	20,90 – 0,0
Аргон Ar	0,93	
Вуглекислий газ CO_2	0,03	0,03-20,0
Решта газів (неон Ne, гелій He, аміак, CH_4, метан NH_3, ксенон Xe та інші)	0,04	

Ґрунтове повітря містить менше кисню O_2 і більше вуглекислого газу CO_2. Вміст азоту N_2 такий же як і в атмосфері, хоча й зазнає певної динаміки внаслідок життєдіяльності азотфіксуючих мікроорганізмів та бульбочкових бактерій. Повітря болотних та заболочених ґрунтів містить певну кількість аміаку CH_4, метану NH_3, водню тощо. У ґрунтовому повітрі постійно присутні в незначних кількостях нелеткі органічні сполуки (вуглеводи жирного та ароматичного рядів, альдегіди, спирти тощо), які утворені в результаті життєдіяльності живих організмів. Ці речовини доступні рослинам і сприяють їхньому росту.

Отже, можемо говорити про макро- і мікрогази ґрунтового повітря.

Макрогази ґрунтового повітря:

- Азот – вміст в ґрунтовому повітрі наближається до вмісту в атмосферному повітрі і тут є переважаючим газом. З вмістом азоту пов'язані процеси азотфіксації, нітрифікації та денітрифікації;
- Кисень – його достатній вміст забезпечує необхідний рівень мікробіологічної діяльності, дихання коріння і ґрунтових тварин, при цьому в ґрунті переважають аеробні процеси окислення. Дефіцит викликає пригнічення кореневих волосків, масову загибель рослин, провокує розвиток хвороботворних мікроорганізмів (коренева гниль). Концентрація O_2 в ґрунтовому повітрі коливається від десятих долей % до 21 %. Але вже довготривала концентрація у 10-15% пригнічує аерофільні рослини.

Інтенсивність поглинання кисню ґрунтом з атмосфери залежить від: концентрації кисню в ґрунтовому повітрі; температури; вологості ґрунту; вмісту в ґрунті коріння; дихання ґрунтових тварин; активності ґрунтових мікроорганізмів; вмісту органічної речовини в ґрунті.

- Діоксид вуглецю (CO_2). Має глобальне біологічне значення: в атмосфері сприятливо впливає на швидкість фотосинтезу, продуктивність і приріст врожаю, в той же час надлишок в ґрунтовому повітрі (більше 3%) пригнічує розвиток рослин, затримує проростання насіння, скорочує інтенсивність надходження води в рослинні клітини. Вміст CO_2 в ґрунтовому по-

вітрі коливається від 0,05 до 10-12%. Але конкретні сільгоспкультури мають свої рівні. Оптимальним є вміст близько 0,3-3 %. Крім т ого, діоксид вуглецю впливає на міграцію мінеральних сполук – насичена ним вода розчиняє багато важкорозчинних сполук (кальцит, доломіт, магнезит тощо), що викликає міграцію карбонатів по профілю.

Мікрогази ґрунтового повітря. До них належать діоксид і оксид азоту, оксид вуглецю, етилен, ацетилен, метан, водень, сірководень, аміак, спирти, ефіри, пари органічних та неорганічних кислот тощо. Походження їх пов'язують з:

- безпосереднім метаболізмом мікроорганізмів;
- реакціями розкладу і утворенням органічних речовин в ґрунтах;
- з трансформацією в ґрунті добрив і гербіцидів;
- надходженням їх в ґрунт з продуктами техногенного забруднення атмосферного повітря (концентрації переважно $1x10^{-9}$ - 10^{-12}%).

Кисень та вуглекислий газ ґрунтового повітря справляють різнобічний вплив на властивості ґрунтів та прямо впливають на родючість ґрунтів. Надзвичайну роль в ґрунтових процесах відіграє оксиген. У ґрунт із повітря він потрапляє дифузно. Втрачається на дихання мікроорганізмів, рослин. Сприятливі умови по диханню створюються за вмісту O_2 у ґрунтовому повітрі ≈ 20%. При нестачі кисню у ґрунті розмножуються анаеробні процеси, що негативно впливають на його родючість.

Достатньо висока кількість вуглекислого газу у ґрунтовому повітрі спонукається, перш за все, біологічними процесами. За високої концентрації CO_2 (>2-3%) відбувається пригнічений розвиток рослин. Дифузію вуглекислого газу грунту у приземний шар атмосфери як правило, називають *диханням ґрунту*. По суті, це відношення виробленого вуглекислого газу до спожитого кисню. Для ґрунтів із ускладненим газообміном це співвідношення збільшується і може перевищувати 1, тому в таких ґрунтах виникають анаеробні мікрозони, в яких CO_2 продукується без поглинання O_2.

Інтенсивність дихання ґрунтів має залежність од особливостей рослинності, гідротермічних умов, системи обробітку. Вона наростає з півночі на південь. Тундрові ґрунти впродовж одного року вилучають у атмосферу 0,3 т/га, сірі лісові - від 20 до 60, підзолисті - від 3,5 до 30, та чорноземні - від 40 до 70 т/га CO_2. Підвищення концентрації CO_2 у надземному шарі атмосфери збільшує інтенсивність фотосинтезу.

Повітря перебуває в ґрунті у наступних *станах*: вільному, затисненому (порове), адсорбованому і розчинному.

Вільне повітря заповнює пори та порожнини, легко переміщується в ґрунті, що дозволяє його постійний газообмін із атмосферою. Від складу атмосферного повітря його газовий склад дуже відрізняється. Тільки уміст азоту - N_2 лишається близьким до вмісту його у атмосфері. Кількість CO_2 у ґрунтовому повітрі в порядки разів може бути більший, аніж у атмосфері, а кількість O_2 зменшується від 20,9 до 10 % та нижче. Вільне ґрунтове повітря забезпечує аерацію ґрунтів і газообмін з атмосферою.

*Затиснене ґ*рунтове повітря міститься в порах, з усіх сторін відокремлене водяними плівками. Грунтова маса тонкодисперсна має найбільшу кількість затисненого його повітря. У ґрунтах суглинкових вміст його досягає більше ніж 12% од загального об'єму ґрунту, або четверту частину його порового об'єму. Затиснене повітря зачасту є нерухомим, і не бере участі у газообміні поміж атмосферою і ґрунтом, та досить суттєво шкодить фільтруванню води у ґрунті, та може здійснювати руйнацію ґрунтової структури за коливання тиску, температури, вологості.

Перебування *адсорбованого* повітря в ґрунті пов'язане з адсорбцією газів та летких органічних сполук поверхнею твердих часточок ґрунтової маси і залежить від будови їхніх молекул. Найбільше адсорбується аміак, найменше азот ($NH_3 > CO_2 > O_2 > N_2$) .

Чим більший вміст тонкодисперсних часток у ґрунті, тим вища кількість адсорбованих газів у нім за даної температури. Вміст сорбованого повітря може залежати од мінералогічного складу ґрунтів, од вологості, кіль-

кості органічної речовини. У 10 разів менше поглинає повітря пісок, а ніж важкий суглинок: відповідно 6,00 та 0,75 см куб/г. У 100 разів менше сорбує CO_2 тонкодисперсний кварц ніж гумус.

Залежить *розчинність* газів у воді од їх кількості у ґрунтовому повітрі та температурного режиму. Найкраще розчиняються у воді аміак NH_3, сірководень H_2S, вуглекислий газ CO_2, найменше – азот N_2. При зниженні температури розчинність газів збільшується. Це повітря обмежено може брати участь в аерації ґрунту. Але найбільшу роль розчинні гази відіграють в встановленні фізіологічних потреб мікроорганізмів, рослин, ґрунтової фауни, і фізико-хімічних процесів, що проходять в ґрунті.

Ґрунтове повітря займає всі пори ґрунтової товщі, в яких не міститься вологи і тому кількість і поведінка повітряних газів буде залежати від пористості ґрунту та від вологості. Чим вище пористість та нижче вологість, тим більшою є кількість повітря в ґрунті.

Повітряними властивостями ґрунтів називають сукупність фізичних характеристик ґрунтів, що спонукають стан та поведінку ґрунтового повітря у ґрунтовій товщі.

До повітряних властивостей належать: повітроємність, вміст повітря, повітропроникність, газообмін.

- Частина об’єму ґрунтів, що зайнята повітрям при зазначеній вологості, називається *повітроємністю*. Величина повітроємності залежить від гранулометричного складу і структури та складеності ґрунту. Піщані і структурні ґрунти мають високу повітроємність.

$$Рзаг. = Рп. – Wоб.$$

де, Рзаг. – загальна повітроємність ґрунту, %; Рп. – загальна пористість ґрунту, %;

Wоб. – об'ємна вологість ґрунтів, %.

- *Уміст повітря* – така величина, що показує, скільки повітря у % знаходиться в одиниці об'єму ґрунту у даний момент. Це високо динамічна величина внаслідок мінливості показників вологості. Тому максимальний вміст повітря має сухий ґрунт.
- Наступна фізична властивість ґрунтів – це здатність ґрунту пропускати крізь себе повітря – *повітропроникність* (газопроникність). Величина повітропроникності залежить від механічного складу, структури та складеності ґрунту. Найкращу газопроникність мають структурні розпушені ґрунти.

Повітропроникність важлива умова газообмінних процесів між ґрунтом та атмосферним повітрям. Чим повніше виражена повітропроникність, тим більше кисню містить ґрунтове повітря. Повітря переміщується по порах не заповнених вологою та не ізольованих одна від одної. Чим крупніше пори аерації (газообміну), тим кращою є повітропроникність.

- *Газообмін, або аерація* – це безперервний обмін газовими сумішами між ґрунтовим повітрям й атмосферою. У грунтовому повітрі збільшується вміст кисню у процесі аерації, необхідний для процесу дихання живих організмів, і приземного шару повітря: вуглекислим газом, що застосовують рослини у процесі фотосинтезу.

Аерація визначається великою кількістю факторів як внутрішньо- ґрунтовими, так і зовнішніми, таких як:

1. фізичні властивостями ґрунту: структура, гранулометричний склад, стан поверхні, кількістю та якістю шпарин аерації, щільність, температурний режим та режим їх вологості;
2. атмосферні умови - інтенсивність і об'єм випарування та транспірації води, коливання температури повітря, кількість опадів і їх розподіл, зміна атмосферного тиску;
3. фізико-хімічні реакції у ґрунтах по ланцюгам: "поглинаючий комплекс - ґрунтовий розчин - газова фаза".
4. фізичні властивості газів - швидкістю їх дифузії;

Крім того, газообмін і концентрація газів в ґрунтовому повітрі залежать від потужності *зони аерації* (товщі вище рівня ґрунтових вод). Ґрунтові води нижче 2,5 м не мають суттєвого впливу на склад ґрунтового повітря.

Основним фактором газообміну між ґрунтом й атмосферою є *дифузія* - рухомість газів відносно до парціального тиску. Залежить дифузія газів од довжини вільного пробігу молекул конкретних газів і швидкості їх руху (табл. 6.10).

Таблиця 6.10. Показники дифузії газів

Газ	Швидкість теплового руху молекул, м/с	Довжини вільного пробігу молекул газів, м
O_2	461	$10{,}22 \cdot 10^{-5}$
N_2	493	$9{,}5 \cdot 10^{-5}$
CO_2	393	$6{,}5 \cdot 10^{-5}$
H_2	1838	$17{,}8 \cdot 10^{-5}$
H_2O	615	$0{,}72 \cdot 10^{-5}$

Оскільки швидкість теплового руху молекул є значною, то якби дифузія цілком залежала лише од теплового руху молекул, у повітрі вона проходила б миттєво. Унаслідок невеликої довжини вільного руху молекул газів – їх молекули зіштовхуються одна з одною і тому за одиницю часу проходять значно меншу відстань внаслідок цього дифузія газів у ґрунті завжди повільніша в 2-20 разів, ніж у вільній атмосфері.

Динаміка ґрунтового повітря спонукається комплексом усіх способів переміщення, надходження та трансформації газів в кордонах ґрунтового профілю, і співдії газової фази із рідкою, твердою і живою фазами ґрунту. Динаміка має добовий та сезонний чи річний хід. Окрім того, ґрунтове повітря різко реагує на додаткове надходження вологи в ґрунт. Динаміка впродовж доби спонукається добовим ходом температури, атмосферного тиску, зміною швидкості фотосинтезу, освітлення. Такі параметри контролюють

дихання коренів, швидкість дифузії, інтенсивність сорбції й десорбції, мікробіологічної активності, розчинності і дегазації. Річна динаміка спонукається річним ходом температур, атмосферного тиску, опадів які тісно пов'язані із цими процесами та вегетаційними ритмами розвитку рослинності і мікробіологічної діяльності.

Повітряний режим ґрунту - це уся сукупність явищ надходження повітря у ґрунт, руху його у ґрунті і витрат, а також явищ газообміну між ґрунтовим повітрям, твердою, рідкою фазами, споживання і виділення окремих газів ґрунтовими організмами. Всі ці явища знаходять відображення у змінах вмісту і складу ґрунтового повітря в часі.

Найбільш динамічними в ґрунтовому повітрі є кисень та вуглекислий газ. Вміст цих газів може сильно коливатися. У верхніх добре аерованих шарах кисню набагато менше ніж в атмосферному повітрі. У ґрунтах із ускладненим газообміном кількість кисню може знижуватися до мінімальних відсотків. Концентрація вуглекислого газу в ґрунтах із поганим газообміном може перевищувати в сотні разів його вміст в атмосфері і складати до 20% і більше. Така динамічність у вмісті кисню та вуглекислого газу визначається інтенсивністю процесів споживання кисню та випускання вуглекислого газу і інтенсивність газообміну поміж ґрунтовим і атмосферним повітрям.

Отже, при вивчені повітряного режиму ґрунту звертають увагу на концентрацію (у %) двох основних газів: діоксиду вуглецю CO_2 та кисню O_2. При нормальному газообміні сума цих газів наближається до їх сумарного вмісту в атмосфері (21%), але їх співвідношення різне в різних типах ґрунтів і до того ж суттєво відрізняється в часі, залежно від впливу кліматичних та погодних умов, типів рослинності, способів обробітку ґрунту, умов зволоження. Структурні ґрунти мають самий сприятливий повітряний режим. Структура та нормальна складеність ґрунтів забезпечує кореневу систему вищих рослин та мікроорганізми киснем в потрібній кількості.

В усіх ґрунтах склад ґрунтового повітря змінюється протягом року, коливання складу спостерігаються до глибини 4-5 м, але тут вони менші, ніж в межах верхньої товщі. Це пов'язано як з сезонними змінами погодних умов, так і з впливом на абсолютний вміст CO_2 характеру рослинності. Так, в торф'яних, дерново-підзолистих ґрунтах, чорноземах і ґрунтах напівпустель найбільший вміст CO_2 спостерігається в теплу пору року (інтенсивні біологічні процеси),в період рясних дощів або при утворенні льодової кірки (ускладнений газообмін).

Регулювання повітряного режим у ґрунту

Сукупність процесів надходження, руху, зміни складу та фізичного стану повітря у ґрунті, а також газообмін ґрунтового повітря з атмосферним створюють повітряний режим ґрунту.

Він залежить від фізичних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних властивостей ґрунту, а також кліматичних і погодних умов, агрофону (вирощуваної культури та агротехніки).

Структурні ґрунти пухкого складення, що добре інфільтрують воду, мають високу некапілярну і капілярну пористість характеризуються оптимальним повітряним режимом. Ґрунти з постійним чи тимчасовим перезволоженням, навпаки, потребують покращення повітряного режиму, тобто його регулювання за допомогою агротехнічних та меліоративних заходів.

Необхідність проведення цих заходів обґрунтовують основними показниками повітряного режиму: повітреємністю, повітропроникністю, швидкістю дифузії, складом ґрунтового повітря, інтенсивністю виділення ґрунтом вуглекислоти. Пористість аерації для забезпечення сприятливих для рослин умов повинна бути не нижче 20-25% від о б'єму ґрунту. На переущільнених і безструктурних ґрунтах навіть при оптимальній вологості (НВ) пористість аерації може бути нижчою за критичну величину (15%).

Допустимі норми складу ґрунтового повітря дуже залежать від температури ґрунту. Наприклад, у дерново-підзолистому суглинковому ґрунті оптимальний склад ґрунтового повітря має місце тоді, коли вміст CO_2 не пере-

вищує 2-3%, а концентрація O_2 - не нижче 18-19%; при загальному вмісті повітря не менше 20% від об'єму ґрунту, якщо температура ґрунту понад 15°С. Якщо ж температура становить 10-15°С, сприятливі умови аерації забезпечуються при нижчій пористості аерації - 15-20%. В торфовищах пористість аерації повинна бути не нижчою 30-35% для забезпечення нормального газообміну.

Обробіток ґрунту покращує аерацію, підсилюючи інтенсивність газообміну, але це явище має тимчасовий характер. Покращення аерації може бути більш-менш тривалим лише в добре оструктуреному ґрунті. Мінімалізація обробітку ґрунту сприяє зниженню амплітуди коливання щільності, збереженню вертикальних пор, що добре фільтрують воду і цим самим теж покращує аерацію ґрунту.

Біологічна активність (дихання) ґрунту коливається в широких межах (0,5-10 кг/га за годину). Найвищу біологічну активність ґрунт має в період максимальних приростів кореневої системи і вегетативної маси рослин, якщо цьому сприяють вологість і температура ґрунту. Концентрація CO_2 в ґрунтовому повітрі може дещо зростати. Різні сільськогосподарські культури мають різні вимоги до аерації ґрунту. Ці вимоги зменшуються в ряду: картопля > кукурудза > зернові > багаторічні трави.

Велике значення для рослин має тривалість періоду з несприятливою аерацію, тому для характеристики повітряного режиму ґрунту доцільно знати добову і сезонну (річну) динаміку складу ґрунтового повітря.

Добова динаміка визначається добовим ходом температури і атмосферного тиску, зміною швидкості фотосинтезу та іншими факторами.

Ці фактори впливають на інтенсивність дифузії, дихання коренів, мікробіологічну активність ґрунту. Добові коливання складу ґрунтового повітря охоплюють, як правило, лише верхню півметрову товщу ґрунту. Амплітуда цих змін для кисню і вуглекислого газу не перевищує 0,1-0,3%. Найбільш істотно протягом доби змінюється інтенсивність дихання ґрунту. Склад ґрунтового повітря може оновлюватися протягом доби на 10-15%.

Сезонна (річна) динаміка визначається річним ходом атмосферного тиску, температури, опадів, а також вегетаційними ритмами розвитку рослин, мікробіологічною активністю ґрунту. Максимальний вміст O_2 (і мінімальний - CO_2) спостерігається в літній період, а восени та взимку товща ґрунту звільняється від накопиченої вуглекислоти. За оптимальної вологості з підвищенням температури ґрунту вміст CO_2 в ґрунтовому повітрі зростає, а вміст O_2 - знижується. За високих температур і при вологості близькій до ВСВ склад ґрунтового повітря наближається до атмосферного.

Для складу ґрунтового повітря характерна та чи інша вертикальна диференціація в профілі ґрунту. Для більшості ґрунтів звичайним є підвищення концентрації CO_2 з глибиною (концентрація O_2 відповідно знижується).

Зрошення, змінюючи термодинамічні умови у ґрунті, істотно змінює як вміст так і склад повітря. При дощуванні нормою 250-300 $м^3$/га відбуваються лише слабкі зміни в складі ґрунтового повітря, так що через 2-3 доби система знову підходить до стану динамічної рівноваги. Дощування на чорноземах більш високими нормами (500-600 $м^3$/га) викликає істотні зміни в складі ґрунтового повітря, що треба враховувати особливо при вирощуванні овочів, дуже чутливих до аерації.

При окультуренні ґрунтів відбувається оптимізація їх повітряного режиму. Застосування органічних і мінеральних добрив, хімічна меліорація, зрошення та осушення - все це активізує біологічні процеси, підвищує інтенсивність дихання ґрунту.

Внесення органічних добрив в гігроморфні ґрунти необхідно поєднувати з покращенням їх повітряного режиму (кротовим дренажем). При глибокому заорюванні на глеєвих безструктурних ґрунтах органіка в анаеробному середовищі трансформується з накопиченням відновлених речовин і виділенням газів (CH_4, CO_2, H_2S, NH_3 та ін.), що токсично впливають на рослини. Тому треба зменшувати глибину заорювання, застосовувати хімічну меліорацію, безполицевий (глибокий плоскорізний) обробіток ґрунту, міні-

малізацію системи обробітку, яка підвищує буферність ґрунту до ущільнення.

Потреба в управлінні водно-повітряним режимом випливає з недостатнього водозабезпечення землеробства у зоні Степу, надлишку ґрунтової вологи при кисневому голодуванні у переважаючій частині ґрунтів нечорноземної зони, нестійкому (ризикованому) вологозабезпеченні у зоні Лісостепу. Найвищий рівень управління водно-повітряним режимом ґрунтів досягається за допомогою гідротехнічної меліорації, що передбачає будівництво та експлуатацію зрошувальних та осушувально-зволожувальних систем. Системи односторонньої дії не забезпечують стійкого оптимального водно-повітряного режиму ґрунту, особливо у посушливі роки та вегетаційні періоди. Технічно більш досконалі осушувально-зрошувальні системи, в тому числі і польдерного типу, дозволяють мобільно управляти водно-повітряним режимом. Такі недешеві системи повинні бути сумірними з потенціальною продуктивністю ґрунтів зрошуваного масиву. Меліоровані земельні масиви Полісся мають дуже розвинений мезорельєф, що спричиняє нерівномірний розподіл вологи в кореневмісному шарі ґрунту. Тому не густа мережа відкритих чи закритих осушувачів у поєднанні з ретельною реконструкцією природної поверхні земельної ділянки є перспективним напрямком у формуванні окультурених агроекосистем з високим рівнем управління і саморегулювання продуктивності ґрунту.

6.3. Тепловий режим у системі управління родючістю ґрунтів

Температура ґрунту – важливий компонент його мікроклімату і провідний екологічний фактор продуктивності біоценозів. Вона дуже впливає на різноманітні процеси, що відбуваються у ґрунті. Від температури залежить початок і кінець вегетаційного періоду, ріст і розвиток рослин, характер поширення у ґрунті кореневих систем, мікробіологічна активність у ґрунті і швидкість надходження води і елементів живлення до коренів (табл. 6.11).

Інтенсивність транспірації і продуктивність рослин зазнають значного впливу температури ґрунту. Фазові переходи в системі ґрунт – ґрунтовий розчин – повітря в ґрунті, процеси вивітрювання, розчинення солей і газів теж значною мірою залежать від температури ґрунту. В умовах жаркого клімату розтріскування ґрунту, поява специфічної структури також зумовлені температурою та характером її коливань. Можливість вирощування тих чи інших культур диктується тепловими властивостями ґрунту. Тому необхідною умовою відтворення родючості ґрунту і підвищення урожайної культурних рослин є регулювання його теплового режиму.

Таблиця 6.11. Мінімальна температура для проростання насіння і появи сходів різних культур (за А.М. Шульгіним, 1967)

Культура	Проростання насіння	Поява сходів
Гірчиця, коноплі, конюшина, люцерна	0-1	2-3
Пшениця, жито, ячмінь, озиме жито, пшениця, вика яра, горох, сочевиця, чина	1-2	2–3
Льон, гречиха, люпин, нут, сафлор, столові буряки	3-5	6-7
Картопля, соняшник	5-8	8-10
Кукурудза, соя, могар, просо, суданська трава,	8-11	12-11
Сорго, квасоля	11-12	13-14
Бавовник, кунжут, арахіс, рис	12-15	15-16

Основні джерела тепла в ґрунті це:

- ✓ внутрішнє тепло земної кулі;
- ✓ пряма та розсіяна сонячна радіація;
- ✓ тепло од радіоактивних процесів, які проходять у ґрунті;
- ✓ тепло, яке надходить од атмосферного повітря, та тепло, що утворюється у результаті розкладання рослинних решток.

Найбільше тепла у ґрунт надходить від сонячної радіації. Вона складає 2 кал/см^2 поверхні землі. Але ця величина не скрізь однакова, тому що сонячні промені спрямовані до поверхні землі в різних точках під різним кутом. Кількість тепла, яка надходить від сонця, збільшується від полюсів до екватора.

Тепловбирна (тепло відбивальна) здатність ґрунту – це його здатність поглинати (або відбивати) деяку частину сонячної радіації, що падає на її поверхню. Цей показник характеризується *величиною альбедо* (А) – часткою короткохвильової сонячної радіації, яка відбивається поверхнею ґрунту ($Q_{від}$), вираженою в процентах від загальної сонячної радіації ($Q_{заг}$):

$$A = \frac{Q_{від}}{Q_{заг}} \times 100$$

Найбільших величин альбедо досягає на поверхні снігу 0,7–0,8. Альбедо залежить від кольору ґрунту, його структурного стану, вологості й вивітрюваності поверхні, а також від особливостей рослин (кольору листків, стебел) (табл. 6.12).

Таблиця 6.12. Залежність величини альбедо (%) від зволоження ґрунту і рослинності

Ґрунт, порода	Альбедо, % (А)	Культура, рослинність	Альбедо, % (А)
Чорнозем:		пшениця:	
Сухий	14	яра	10–25
Вологий	8	озима	16–23
Глина:		Трави:	
Суха	23	зелені	26
Волога	16	сухі	19
Пісок білий і жовтий	34–40	картопля	19

Теплоємність - розрізняють вагову та об'ємну теплоємності ґрунту. Кількість тепла в калоріях - *вагова теплоємність,* що витрачається на нагрі-

вання 1 г ґрунту на 1 °С (кал/г на 1 °С). Теплоємність залежить від мінералогічного та гранулометричного складу і вологості ґрунту, а також від вмісту в ньому органічної речовини.

Вагова теплоємність для більшості мінеральних ґрунтів у абсолютно сухому стані коливається в порівняно вузьких межах - 0,17-0,20. З підвищенням вологості теплоємність піщаних ґрунтів зростає до 0,7, глинистих - до 0,8, а торф'яних - до 0,9. Глинисті ґрунти відрізняються великою вологоємністю. Весною вони повільно нагріваються, за що й одержали назву "холодні" ґрунти. Легкі за гранулометричним складом ґрунти (піщані, супіщані) нагріваються швидко, тому їх називають "теплими". Теплоємність пухких ґрунтів, які характеризуються високою пористістю аерації, значно нижча від теплоємності щільних ґрунтів (табл. 6.13).

Таблиця 6.13. Теплоємність складових частин ґрунту, ккал/г*град

Речовина	Вагова	Об'ємна
Пісок кварцовий	0,196	0,517
Глина (суха)	0,233	0,575
Органічна речовина (торф)	0,477	0,601
Вода	1,000	1,000
Повітря	0,239	–

Теплопровідність ґрунту - здатність його проводити тепло. Теплопровідність розраховується кількістю калорій тепла, що проходить за 1 с через 1 см^2 ґрунту в шарі 1 см. У такому багатофазному середовищі, яким є ґрунт, тепло передається різними шляхами: через розділяючі частини або повітря; при безпосередньому контакті частин між собою. На величину теплопровідності впливає вологість, хімічний склад, щільність і температура ґрунту, кількість повітря.

Гранулометричний склад ґрунту безпосередньо впливає на величину теплопровідності. Остання тим значніша, чим більші механічні елементи ґрунту (табл. 6.14).

Дослідним шляхом установлено, що теплопровідність фракцій велико зернистого піску з однаковою пористістю та вологістю в два рази більша, ніж крупнопилуватої фракції. Теплопровідність твердої фази приблизно в 100 разів більша від теплопровідності повітря, а тому пухкий ґрунт характеризується більш низьким коефіцієнтом теплопровідності, ніж щільний ґрунт. Експериментально встановлено, що при зміні щільності від 1,1 до 1,6 г/см^3 теплопровідність збільшується в 2–2,5 рази. Зворотна залежність виявляється між пористістю і теплопровідністю: за збільшення пористості з 30 до 70% теплопровідність зменшується у 6 разів.

Таблиця 6.14. Теплопровідність складових частин ґрунту, ккал/см-с-град.

Речовина	Теплопровідність	Речовина	Теплопровідність
Повітря	0,00006	Кварц	0,0024
Вода	0,00136	Граніт	0,0082
Торф	0,00027	Базальт	0,0052

Прямий вплив на теплопровідність має ступінь зволоження ґрунту. При однаковій дисперсності та щільності вологіший ґрунт характеризується більшою теплопровідністю, ніж сухіший.

Для оцінки швидкості вирівнювання температури горизонтів ґрунту використовують поняття температуропровідності. Остання визначається зміною температури ґрунту внаслідок надходження до нього тепла, що протікає за 1 с через 1 см^2 поперечного перерізу при різниці температури в 1°С на відстань 1 см.

Тепловий режим ґрунту – уся кількість процесів по віддачі тепла ґрунтом та надходженню, його міграції у ньому та усіх змін температури ґрунту.

Тепловий режим має добову та річну ритмічності. Найбільші коливання температури впродовж доби весною та літом поширюються на глибину 70–100 см, але амплітуда коливань дуже зменшується, коли на поверхні ґрунту є рослинність або сніг.

Річні коливання температури ґрунту досягають більш глибоких шарів. У південних широтах річні температурні коливання не відчуваються на глибині 5 м, а при різко континентальному кліматі коливання поширюються на глибину до 30 м. Значний вплив на ріст озимих і зимуючих рослин та на водний режим ґрунту здійснює промерзання та розмерзання ґрунту. Глибоке промерзання погіршує перезимівлю озимих, а також створює труднощі проникненню в ґрунт води, яка утворюється з льоду.

В літні місяці найвищі середньодобові температури спостерігаються на поверхні ґрунту. З глибиною вони знижуються спочатку швидко, а потім поступово. В зимові місяці, навпаки, температура з глибиною підвищується.

Суттєвий вплив на температурний режим ґрунту робить ґрунтовий покрив. Сніг, погано проводячи тепло, зменшує випромінювання його із ґрунту і віддачу в атмосферу, тобто зменшує охолодження ґрунту.

Тепловий режим ґрунту залежить від рельєфу місцевості. Експозиція схилів та їх крутизна визначають різницю в кількості тепла, що отримується від сонця. Ґрунти південних, південно-східних і південно-західних схилів прогріваються краще, ніж на північних, північно-західних і північно-східних схилах і вирівняних ділянках.

Ґрунти, покриті рослинністю (озимі, трави, ліс), промерзають менше, ніж непокриті. У різних ґрунтово-кліматичних зонах складаються різні температурні режими ґрунтів:

- Непромерзаючі ґрунти – ті, що мають на протязі року додатні середньорічні температури по профілю;
- Тривало-сезонно-промерзаючі: до п’яти місяців переважає плюсова середньорічна температура профілю. Температура найбільш теплого місяця на глибині 0,2 м відповідає 10 до 25°С. Глибина промерзання > 1 м.

– Мерзлотний режим типовий для ґрунтів із багаторічною мерзлотою. Температура самого теплого місяця на глибині 0,2 м не > 20 °С. Середньорічна температура ґрунтів мінусова.

– Сезонно-промерзаючі ґрунти мають додатну середньорічну температуру. Породи підстисаючі ніколи не замерзають. Температура теплого місяця на глибині 0,2 м - 20 - 30°С. Термін промерзання не більше двох місяців.

Суттєві зміни в характер теплового режиму ґрунтів вносить обробіток ґрунту, а також агромеліоративні заходи.

Основний показник теплозабезпеченості ґрунтів - сума активних температур (>10°С) у ґрунті на глибині 20 см (табл. 6.15), тому що саме тут розміщується основна маса коренів рослин.

Таблиця 6.15. Оцінка теплозабезпеченості ґрунтів (за М.О. Дімо [80]).

Сума активних температур ґрунту на глибині 0,2 м, °С	Тепло-забезпеченість ґрунтів	Сума активних температур ґрунту на глибині 0,2 м, °С	Тепло - забезпеченість ґрунтів
0-401	низька	2101-2700	вище середньої
401-800	дуже слаба	2701-3400	добра
801-1200	слаба	3401-4400	дуже добра
1201-1600	нижче середньої	4401-5600	висока
1601-2100	середня	5601-7200	дуже висока

Тепловий режим ґрунту взаємопов’язаний із водним, повітряним і поживним режимами, метою його регулювання є поліпшення умов життя рослин. У залежності од умов ґрунтово-кліматичної зони, воно повинно проходити на збільшення приходу тепла до поверхні ґрунту у північних районах чи на зменшення його у південних районах.

Щодо характеру активного впливу на тепловий режим ґрунту всі дії щодо його *регулювання поділяються на агротехнічні, агромеліоративні і агрометеорологічні.*

Входять до групи *агротехнічних заходів* способи обробітку ґрунту: коткування, глибоке розпушування, нарізання гребенів, мульчування, залишення стерні на поверхні. Агромеліоративні заходи уміщують боротьбу з посухою, лісонасадження, зрошення, осушення. Усі агрометеорологічні заходи були направлені на зменшення випромінювання тепла із ґрунту, боротьбу зі заморозками та інші.

Дія *меліоративних заходів* на тепловий режим найбільш стійка та радикальна. Лісосмуги комплексно впливають на тепловий і водний режими ґрунту. Вони сприяють накопиченню снігу на полях, зменшують стік талих вод, безпосередньо впливаючи на температуру ґрунту. Лісосмуги змінюють мікроклімат місцевості, знижують швидкість вітру в лісосмуговому просторі порівняно з відкритою місцевістю на 20–40%. Це зменшує вертикальний обмін приземного шару повітря з атмосферним і сприяє зниженню температури повітря в міжсмуговому просторі вдень та підвищенню вночі.

Для захисту озимих культур від вимерзання велике значення має снігозатримання. Наприклад, із дослідів В.В. Милого відомо, що якщо на поверхні ґрунту без снігу температура становила -19,4 °С, то під шаром снігу товщиною 16 см - 13,5 °С, а товщиною 33 см - 5,6 °С. Це пояснюється низькою теплопровідністю снігу.

Зрошення зменшує відбивання сонячної радіації на 20% та знижує випромінювану радіацію, а отже, збільшує надходження теплової енергії в ґрунт. Зрошення збільшує теплопровідність ґрунту, що сприяє більш рівномірному його прогріванню і зменшенню коливань температури.

Тепловий режим поліпшується за осушення перезволожених ґрунтів. На таких ґрунтах ефективний гребневий спосіб сівби та садіння культурних рослин. У гребенях ґрунт швидше просихає і ліпше прогрівається. Темпера-

тура в гребені впродовж дня вища на 3-5 °С, ніж на вирівняних ділянках. Це важливо для захисту рослин від заморозків.

До групи меліоративних відносять також заходи, спрямовані на зміну мікрорельєфу ґрунту. На вирівняних ділянках зменшується прогрівання ґрунту та аерація посівів, знижується акумуляція розсіяної сонячної радіації та конвективний теплообмін повітря з ґрунтом.

Для регулювання теплового режиму найбільш доступні агротехнічні заходи. Обробіток ґрунту змінює співвідношення між водою і повітрям, а отже, і його теплоємність і теплопровідність.

Різниця температур обробленого і необробленого ґрунту може досягати 5°С і більше. Глибоко зораний та розпушений ґрунт навесні ліпше прогрівається, ніж ущільнений. Розпушений ґрунт вдень більше вбирає сонячної радіації, а вночі більше її випромінює, ніж ущільнений. Коткування розпушеного ґрунту підвищує його температуру на глибині 3 см на 2-4 °С.

Температуру ґрунту можна регулювати також мульчуванням, тобто покриттям поверхні торфом, соломою, листям, гноєм, деревною тирсою, полімерними і пластмасовими плівками. Чорний матеріал зменшує альбедо ґрунту на 10-15 %. Це приводить до зниження відбивної здатності та кращого прогрівання ґрунту. Білий матеріал (крім плівок) є засобом зниження надлишкового нагрівання ґрунту. Покриття поверхні прозорими плівками сприяє інтенсивнішому прогріванню ґрунту порівняно з темними плівками внаслідок того, що прозорі пропускають видиму частину сонячного спектра та інфрачервону радіацію і зменшують витрату тепла. При мульчуванні поверхні зменшуються також добові коливання температури ґрунту.

До групи *агрометеорологічних заходів* регулювання теплового режиму відносять утворення димових завіс, яке застосовується для захисту рослин від заморозків і затінення поверхні ґрунту щитами, мульчою, що знижує температуру верхнього шару ґрунту.

Вміле регулювання теплового режиму ґрунтів сприяє відтворенню ґрунтової родючості та істотно підвищує врожайність сільськогосподарських культур.

6.4. Управління поживним режимом ґрунту

6.4.1. Гумусово-вуглецевий режим

Сучасний підхід до оцінювання гумусово-вуглецевого режиму ґрунту передбачає розподіл пулу органічної речовини на дві групи: групу консервативних, стійких у часі сполук та групу лабільних речовин. Група консервативних сполук об'єднує ті компоненти органічної речовини, які характеризують генетично зумовлені властивості ґрунту, що сформовані протягом дуже тривалого часу і зберігаються у вікових циклах. Передусім, це зрілі гумусові кислоти, гумати кальцію, інші органо-мінеральні сполуки, гуміни, частково лігнін та його похідні. Вони перебувають у практично незмінному стані, слабко залучаються до мінералізації та обумовлюють такі притаманні кожному ґрунту ознаки, як забарвлення, тепловий режим, водно-фізичні характеристики, ємність вбирання, кислотно-основні властивості, буферність, потенційні запаси елементів живлення тощо. Через це консервативні органічні речовини більш характеризують потенційну родючість ґрунту.

На відміну від них, лабільні органічні речовини є менш стійкими до розкладу та легше піддаються мінералізації, чим, певною мірою, захищають консервативну частину органічної речовини, оскільки слугують безпосереднім та найбільш доступним джерелом живлення мікроорганізмів. Цінність лабільних органічних речовин є також у тому, що їхній вміст можна регулювати за допомогою сівозмін, обробітку ґрунту, удобрення, і через це ефективно управляти гумусово-вуглецевим режимом.

Гумусо-вуглецевий режим ґрунту залежить від рівноваги процесів надходження органічної речовини до ґрунту та новоутворення гумусових речовин, з одного боку, їх мінералізації та вилуговування або газоподібної емісії

продуктів розкладу, з іншого. Залежно від того, які процеси переважатимуть, такі будуть і наслідки для родючості та якості ґрунту загалом.

Об'єктивна оцінка усіх складових гумусо-вуглецевого режиму ґрунту вимагає застосування комплексу різноманітних методів, тому на практиці виявляється занадто громіздкою. Прямі спостереження за вмістом гумусу (органічного вуглецю) та визначення його запасів у ґрунті є більш простим методом, але дають можливість встановити лише наслідки за фактом впливу певного чинника на ґрунт, що не дозволяє завчасно спрогнозувати розвиток дегуміфікації ґрунтів у часі. З цієї причини визначення втрат чи поповнення запасів гумусу доцільно використовувати переважно у науковому моніторингу, наприклад, на стаціонарних польових дослідах та дослідних полігонах. У виробничій діяльності відстежити зміни гумусового стану ґрунту дуже проблематично через досить низьку точність його аналітичного визначення та просторову неоднорідність ґрунтового покриву. Згідно з національним стандартом - ДСТУ 4289 "Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини", відносна похибка вимірювань за масової частки органічного вуглецю в ґрунті до 3 % становить ± 20 %, а в інтервалі 3-5 % С ± 15 %.

Це свідчить про необхідність залучення додаткових методів оцінювання гумусового стану ґрунту у тих випадках, коли очікувані зміни порівняно невеликі. Найбільш зручним інструментом для цього є балансовий метод, заснований на порівнянні статей надходження органічної речовини з органічними добривами, рослинними залишками, із очікуваними сумарними втратами за рахунок вимивання, мінералізації та гуміфікації. Для цього зазвичай використовують реальні дані врожайності основної продукції та кількості внесених добрив, а усі інші визначають за регресійними рівняннями, нормативами або коефіцієнтами.

Балансовий метод не має високої точності, але він дозволяє кількісно оцінити тренд змін гумусового стану ґрунту вже за основними статистичними відомостями. Окрім того, застосування цього методу дозволяє вже у пер-

ші роки впровадження нових складових системи землеробства (сівозміни, системи обробітку та удобрення) скласти прогноз секвестрації вуглецю в ґрунті та приблизно оцінити емісійні втрати у короткостроковій та довгостроковій перспективах. До недоліків балансового методу слід віднести значну мінливість співвідношень основної та побічної продукції залежно від сорту, удобрення та погодних умов, коефіцієнтів гуміфікації – від способу та глибини заорювання органічних решток і добрив у ґрунт, від співвідношення C:N в органічному матеріалі тощо. Унаслідок мінливості процесів гуміфікації та мінералізації через ряд природних та антропогенних чинників, існуючі методики розрахунку балансу гумусу не передбачають диференціації коефіцієнтів мінералізації залежно від систем удобрення. Таким чином, балансові розрахунки є скоріше інструментом орієнтовної оцінки спрямованості кругообігу вуглецю у виробничих умовах, але не є достатньо точними для використання під час випробування різних агротехнологій перед їх впровадженням у виробництво. У зв'язку з цим, хоча балансовий метод і є достатньо умовним, його застосування для моніторингу гумусового стану ґрунту має сенс, тому що може допомогти виявити небажаний тренд на початку впровадження певної системи землеробства. З іншого боку, оскільки цей метод не враховує багато впливових чинників, його застосування без прямих вимірювань може призвести до хибних висновків. Враховуючи це, балансовий метод доцільно застосовувати як допоміжний в комплексі з прямими спостереженнями за динамікою вмісту гумусу в ґрунті.

Таким чином, критичний аналіз інформації, яку можна отримати щодо гумусо-вуглецевого режиму ґрунту за допомогою балансових розрахунків та спостережень за вмістом C органічного в ґрунті, підводить до необхідності залучення прямих вимірювань інтенсивності виділення CO_2 для виявлення та прогнозування впливу різноманітних агрозаходів та технологій на гумусовий стан ґрунту та емісію вуглекислого газу вже на самих перших етапах їх розроблення та виробничої перевірки. Оцінка гумусо-вуглецевого режиму ґрунту за критерієм виділення CO_2 з поверхні потребує певної системи спостере-

жень та узагальнення їх результатів у річному циклі, але цей метод дуже добре доповнює прямі вимірювання С органічного та балансові розрахунки.

Вміст гумусу в ґрунтах України обумовлений зональністю ґрунтоутворення. Його кількість поступово зростає від дерново – підзолистих ґрунтів до чорноземів типових і звичайних, а потім знову зменшується в чорноземах південних і каштанових ґрунтах. У межах зональних таксономічних одиниць вміст і запаси гумусу залежать від гранулометричного складу ґрунту. Важкі ґрунти більшою мірою збагачені гумусом, ніж легкі.

Фактичний вміст і запаси гумусу в орному шарі основних типів ґрунтів характеризуються значними коливаннями (табл. 6.16).

Таблиця 6.16. Вміст і запаси гумусу в орному шарі основних типів ґрунтів України

Ґрунти	Глибина орного шару, см	Вміст гумусу,%	Запаси гумусу, т/га
Дерново-підзолисті	20	0,7 – 2,0	21 – 56
Світло-сірі лісові	20	1,0 – 2,5	28 – 65
Сірі лісові	25	1,2 – 3,0	42 – 98
Темно-сірі опідзолені	30	2,5 – 3,6	84 – 140
Чорноземи: опідзолені типові і звичайні південні	30	2,0 – 4,9	84 – 191
	30	4,0 – 6,0	144-216
	30	2,5 – 3,5	97 – 126
Темно-каштанові	30	1,5 – 2,7	59-105

Внаслідок сільськогосподарського використовування порушується природне гумусоутворення ґрунтів, змінюється якість та кількість рослинних решток, які впливають на процеси гуміфікації та, здебільшого, веде до зниження кількості гумусу в ґрунтах. Втрати гумусу спостерігають в усіх ґрунтово - кліматичних підзонах і зонах ношої держави. Аналізуючи літературні джерела видно, що на не удобрених ґрунтах за існуючої структури посівних площ кожнорічні втрати гумусу становлять: в Лісостепу – 0,6 – 0,7, на Поліссі – 0,7 – 0,8, Степу – 0,5 – 0,6, а в цілому по Україні 0,6 – 0,7 т/га.

Зменшення втрат гумусу в ґрунтах України можна добитися мінімалізацією обробітку ґрунту, більш широким застосуванням органічних добрив, використанням залишків побічної продукції рослинництва, оптимізацією співвідношення в сівозмінах просапних культур та культур суцільного посіву, збільшенням площі багаторічних трав, застосуванням хімічних меліорантів [81, 82, 83, 85, 77].

Підвищення вмісту гумусу – першочергова задача для ґрунтів, що мають дуже низьку і низьку гумусованість (дерново-підзолисті, сірі лісові, еродовані). На ґрунтах із великими запасами гумусу (чорноземи типові та звичайні) важливо досягти його стабілізації, передбачивши відповідний рівень повернення органічної речовини в ґрунт.

Розрахунок балансу гумусу

Для ведення контролю змін кількості гумусу та запобігання його зменшення до рівня погіршення властивостей ґрунту, потрібно запровадити методику прогнозу процесів у перетворенні органічної речовини ґрунту. Задля швидкого вирішення цієї проблеми застосовують розрахункові методи визначення балансу гумусу у ґрунтах [29,39].

Математично баланс гумусу - це різниця поміж статтями його надходження та витратами в однаковому проміжку часу. Виділяють такі типи балансу гумусу у ґрунті:

- позитивний - новоутворення гумусу перевищує над його втратами на мінералізацію;

- бездефіцитний - втрати гумусу поповнюються його новоутворенням;

- негативний (дефіцитний) – коли втрати гумусу значно перевищують його новоутворення.

За визначення кількості середнього балансу гумусу у ґрунті розрахунки потрібно проводити за формулою Г.Я. Чесняка:

$$Бс = \frac{\sum П1 + \sum П2}{tp} - \frac{\sum p}{tp},$$

де, Бс - на 1 га за ротацію сівозміни, середньорічний баланс гумусу у ґрунті т/га;

$П_1$ - під культиваторами за ротацією сівозміни за рахунок рослинних решток, сума новоутвореного гумусу т/га;

$П_2$ - за ротацію сівозміни за рахунок органічних збільшення вмісту гумусу у ґрунті т/га;

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

tp – тривалість ротації у роках.

Облік новоутворення гумусу із пожнивно-кореневих решток рослин та органічних добрив, враховуючи коефіцієнти гуміфікації поміщає прибуткова частина гумусового балансу.

Кількість рослинних решток розраховують за фактичним чи плановим урожаєм продукції культур сівозміни. І таблиці 6.17 знаходять коефіцієнт виходу пожнивних та кореневих решток задля конкретних культур та перемножують на рівень урожаю головної продукції.

Таблиця 6.17. Коефіцієнти виходу кореневих та пожнивних решток од урожаю основної продукції

Культура	Ґрунтово-кліматична зона		
	Полісся	Лісостеп	Степ
Озимі зернові культури	1,5	1,1	1,3
Овес	1,3	1,1	1,0
Ячмінь	1,1	0,9	1,0
Кукурудза на зерно	1,3	0,8	1,43
Просо	1,1	1,0	1,0
Горох	0,9	0,8	0,86
Кукурудза на силос	0,19	0,17	0,2
Картопля	0,15	0,07	0,06
Цукрові буряки	0,09	0,05	0,02
Однорічні трави на сіно	1,01	0,8	0,9
Однорічні та багаторічні трави на зелений корм	0,30	0,2	0,26
Льон	3,2		

Наприклад, урожай пшениці озимої у зоні Полісся складає 40 ц/га, а коефіцієнт виходу рослинних решток- 1,50. Вміст кореневих та пожнивних решток буде рівно:

40 × 1,50 = 60 ц/га, що відповідає 6,0 т/га

Розрахунок вмісту новоутворення гумусу з рослинних решток роблять із використанням коефіцієнту їх гуміфікації із таблиці 31.

Приклад: маса в зоні Полісся рослинних решток пшениці озимої- 6 т/га, коефіцієнт гуміфікації - 0,23, вміст новоутвореного гумусу відповідає 6,0 × 0,23 = 1,38 т/га. Аналогічно розраховують кількість гумусу, що утворилася з гною. Наприклад, якщо в зоні Полісся під картоплю вносять 60 т/га, то утворюється: 60 × 0,042 = 2,52 т/га гумусу.

Другим етапом вираховування- є облікування витратної частини гумусового балансу, що включає мінералізацію органічної речовини ґрунту за умов прийнятої технології виробництва.

Вміст гумусу, що мінералізується розраховують задля кожної культури сівозміни окремо, із використанням показнику середньорічної мінералізації із таблиці 6.19.

Таблиця 6.18. Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток і органічних добрив у орному шарі ґрунту

Культура	Ґрунтово- кліматична зона		
	Полісся	Степ	Лісостеп
Озимі зернові	0,23	0,20	0,25
Озимі на зелений корм	0,15	0,13	0,14
Кукурудза на зерно	0,22	0,20	0,20
Вика, горох, соя	0,24	0,25	0,23
Вико-овес, однорічні трави,	0,24	0,22	0,25
Просо, сорго, ячмінь, овес, гречка	0,23	0,22	0,22
Кукурудза на силос	0,14	0,15	0,15
Конюшина, люцерна, еспарцет	0,23	0,25	0,25
Овочі, картопля, баштанні	0,13	0,10	0,08
Кормові і цукрові буряки	0,08	0,10	0,10
Солома на добриво	-	0,14	-

Льон	0,25	-	-
Гній підстилковий	0,20	0,25	0,22

Розміри мінералізації корегуються поправкою на гранулометричний склад ґрунту у співвідношенні з коефіцієнтами, приведеними в таблиці 6.20.

Таблиця 6.19. Під сільськогосподарськими культурами середньорічна мінералізація гумусу, т/га

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

Приклад: під кукурудзу на силос, що вирощується у зоні Лісостепу, за рік мінералізація гумусу складає 1,25 т/га, і для типових чорноземів легкосуглинкових із врахуванням коефіцієнту (1,2) відповідає 1,25 × 1,2 = 1,5 т/га.

По полях сівозміни розрахунок балансу у ґрунті на 1 га сівозмінної площі роблять за формулою середньорічного балансу гумусу.

Таблиця 6.20. Залежно від гранулометричного складу ґрунту коефіцієнти мінералізації гумусу.

Група ґрунтів по механічному складу	Коефіцієнт мінералізації
Піщані	1,9
Легкосуглинкові	1,3
Супіщані	1,3
Важко суглинкові і глинисті	0,9
Середньосуглинкові	1,1

Визначення потреби у органічних добривах

Виходячи із конкретних умов та завдання із досягнення бездефіцитного чи позитивного балансу гумусу розраховують потребу у органічних добривах. Середні дози гною, що забезпечують підтримку гумусу на такому рівні наведено у таблиці 6.21.

Таблиця 6.21. Дози гною для підтримання бездефіцитного балансу гумусу у землеробстві України, в т/га сівозмінної площі

Ґрунтово - кліматична зона	Балансу гумусу	
	позитивний	бездефіцитний
Полісся	15-18	10-12
Степ	8-9	4-6
Лісостеп	11-12	6-8

Такі нормативи більш уточнюють за загальноприйнятими формулами. Норму гною можна розраховувати за формулою Г.Я. Чесняка задля підтримки бездефіцитного балансу гумусу,:

$$Нм = Н_1 + \frac{Бг}{Кг},$$

де, $К_г$ -кількість гумусу, яка утворюється із 1 т гною у умовах Степу- 0,059 т/га, Полісся- 0,042, Лісостепу- 0,054,

$Н_1$ - норма гною, що використовується в сівозміні, т;

$Н_м$- мінімальна норма гною на 1 га сівозмінної площ, яка може забезпечувати бездефіцитний баланс гумусу, у тонах;

$Б_г$- баланс гумусу у сівозміні.

У виробництві, дози органічних добрив розраховують диференційовано в залежності од гранулометричного складу ґрунту, кількості гумусу, і місця де вносився гній у сівозміні (табл. 6.22).

Таблиця 6.22. Норми внесення на полях комплексного інтенсивного окультурення підстилкового гною, т/га

Ґрунт/періодичність внесення гною	Уміст гумусу, %	Під озимі зернові	Під картоплю, коренеплоди, силосні культури, овочі
Дерново-підзолисті: Піщані /1 раз в 3 роки	<1,1 1,0-1,5 1,5-2,0	60 50 50	80 70 61
Супіщані/1 раз в 4 роки	<1,12 1,2-1,8 1,8-2,5 >2,5	60 55 50 40	80 70 61 50
Легко- і середньосуглинкові (1 раз на 5 років)	<1,5 1,5-2,0 2,0-2,8	60 55 50	80 70 60
Сірі лісові: піщані і супіщані (1 раз на 4 роки)	<1,5 1,5-2,5 2,5-3,0 >3,0	60 50 50 40	70 60 52 52
Суглинкові та глинисті /1 раз в 5 років	<2,1 2,0-2,5 2,5-3,5 >3,5	60 55 50 40	70 60 60 50
Чорноземи опідзолені, типові вилугувані/1 раз в 5 років		41	65
Чорноземи південні, звичайні/1 раз в 4 роки		33	45

Каштанові /1 раз в 4 роки		32	56

На ерозійно небезпечних ґрунтах та еродованих, доцільні підвищені дози органічних добрив, які розраховують для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу й відновленні родючості. За узагальненими даними на 1 га сівозмінної площі, гній слід відносити в дозах, наведених у таблиці 6.23.

Таблиця 6.23. Норми органічних добрив задля забезпечення бездефіцитного балансу гумусу на еродованих ґрунтах

Ґрунтово - кліматична зона	норми гною, т на 1 га сівозмінної площі		
	Сильно еродовані ґрунти	Середньо еродовані ґрунти	Слабко еродовані ґрунти
Полісся	24	22	20
Степ	14	12	10
Лісостеп	17	15	13

Використання післяжнивного і післяукісного висівів багаторічних трав надає можливості зменшити такі дози на 20 – 50%.

За використання інших типів органічних добрив тоді коли, недостатньо виробляється гною, по відповідними коефіцієнтами перерахунку на підстилковий гній установлюється потреба у них задля забезпечення бездефіцитного балансу гумусу (табл. 6.24).

Таблиця 6.24. Коефіцієнти перерахунку різних видів органічних добрив на підстилковий гній

Органічне добриво	Коефіцієнт
Підстилковий гній	1
Безпідстилковий напіврідкий гній	0,5
Тверда фракція безпідстилкового гною	1
Рідкий гній	0,25
Торфогноєві компости	1,2
Гноєві стоки	0,1
Пташиний послід підстилковий	0,65
Торфопослідний компост	1,3
Сапропель	0,3
Солома	3,4

Сидеральні добрива	0,3

Грунт потрібно покривати мульчою подрібненої соломи, що залишають на полі за збирання урожаю зернових колосових культур на схилових землях. Розрахунки вказують, що кількість соломи в Україні становить 23,8 млн. тон, - це відповідає 83,3 млн. т стандартного гною - 1 тонна соломи по вуглецю = 3 - 4 тони підстилкового гною.

Солому рекомендується вносити під час збирання врожаю [84, 75]. Її лущать до розмірів 8-10 см та рівномірно розстилають на поверхні схилу. Здійснення мульчування зменшує змивання ґрунту, та спонукає нагромадження вологи, запобігаючи втратам поживних речовин. Але, використання соломи веде до іммобілізації азоту, у я к результат – культури, окрім бобових, що будуть вирощувати у наступному році після проведення мульчування, матимуть азотне голодування. Потрібно застосовувати азотні добрива із розрахунку 8-12 кг азоту на кожну тонну соломи та при цьому надавати перевагу амідним і аміачним формам, щоб запобігти цьому.

Здрібнену солому розкидають по полю рівномірно та перемішують із верхнім шаром ґрунту дисковими боронами. За такого проходження утворюється розпушений мульчуючий шар, що у подальшому, поліпшує аерацію, та запобігає утворенню кірки. На чорноземах опідзолених та сірих лісових ґрунтах, які можуть підкислюватися, потрібно застосовувати вапно щоб нейтралізувати фізіологічно кислі форми азотних добрив. Отже, мульчування соломою зумовлює застосування комплексної хімізації, яка включає три компоненти: органічні добрива + мінеральний азот + вапно.

У разі застосування мульчування, до початку збирання врожаю необхідно визначити, скільки потрібно соломи на годівлю худоби, для підстилки та інших господарських потреб і яку кількість можна використати для мульчування.

Доцільно залишити на полі солому озимої пшениці, стебла соняшнику, кукурудзи, зібраної на зерно.

На тих полях, де у майбутньому планується залишити солому, комбайни за час збирання працювати повинні із подрібнювачами. Повітряним потоком солому рівномірно розподіляють на стерні та з допомогою дискових борон, перемішують з 0 – 8 см шаром ґрунту для компостування.

На одну тону рослинних решток додатково вносять 8-12 кг мінерального азоту. Застосовують аміачну селітру чи аміачну воду та безводний аміак рослинопідживлювачем- культиватором.

Стебла соняшнику подрібнюють дисковою бороною, після чого проводять полицевий обробіток ґрунту.

Напівкарликові сорти озимої пшениці залишають мало соломи, тому на таких полях необхідно вносити гній.

Часткове залишення соломи можна регулювати висотою зрізу: при роздільному збиранні – 18-20 см, при прямому комбайнуванні – 30 і навіть 40 см. Після збирання врожаю, поле обробляють важкою дисковою бороною, солому перемішують з верхнім 0 – 8 см шаром для компостування. Перед обробітком вносять 8 – 12 кг азоту на кожні 10 см висоти стерні.

На схилах з крутизною понад 3°, солому залишають обов'язково. Використання її як органічного добрива рекомендується і при нестачі гною.

Тому, метод розрахунку потреби у органічних добривах задля комплексного інтенсивного окультурення земель заснований на урахуванні балансу гумусу на всіх полях сівозміни із застосуванням даних щодо мінералізації органічної речовини та поповнення втрат його за рахунок гною, кореневих та післяжнивних решток, інших органічних добрив.

Розрахунки доз гною пропонується вести за формулою:

$$Дн = \frac{100000 \cdot (Мг - Пг)}{Пг \cdot (100 - W)}$$

де Дн - доза гною (компостів) на 1 га сівозмінної площі, т;

Мг – мінералізація гумусу, т/га за рік;

Пг–поповнення гумусу за рахунок соломи, кореневих та післяжнивних решток, т/га;

Кг – коефіцієнт гуміфікації органічних добрив, %;

W – вологість органічних добрив,%.

Нестачу основних видів органічних добрив (гною, компостів, соломи) поповнюють післяжнивними та післяукісними посівами сидератів, при можливості – за рахунок площ під багаторічні бобові трави, під впливом яких у перший рік використання в орному шарі ґрунту утворюється 1 т/га гумусу, що еквівалентно 20 т підстилкового гною.

6.4.2. Управління азотним режимом ґрунту

Загальний азотний фонд ґрунту умовно поділяють на фракції, які визначають за схемою східчастого гідролізу згідно з Шконде- Корольовою, а саме: негідролізовані, важкогідролізовані, легкогідролізовані та мінеральні сполуки. Ці фракції, що надходять до ґрунтового розчину у міру їх вивільнення у лужному середовищі, умовно характеризують резерви, безпосередньо або потенційно доступні для живлення рослин. На відміну від цієї найбільш повної схеми, сучасна практика діагностики та оцінки азотного режиму ґрунтів, яка склалася на цей час в Україні, базується на хіміко- аналітичному визначенні трьох складових:

- вміст форм азоту, що легко гідролізуються у лужному або кислому середовищі;

- нітрифікаційна здатність ґрунту;

- вміст мінерального (нітратного та амонійного)азоту.

Перший з цих показників - *азот, що легко гідролізується*, визначають за двома методами:

- за Тюріним-Кононовою з використанням 0,5 H_2SO_4 із подальшою відгонкою розчину через прилад К'єльдаля, що дає можливість врахувати присутній у витяжці азот нітратів, обмінного амонію та легкогідолізованих органічних сполук;

- за Корнфілдом, згідно з ДСТУ 7863 за допомогою 1 н лугу - NaOH у чашках Конвея з притертими кришками протягом 48 годин. При цьому вилу-

чається азот обмінного амонію, вільного та ввібраного аміаку, амідів, частково моноамінокислот, аміноцукрів та інших сполук, але не враховується кількість нітратів.

У зв'язку із більшою здатністю 1 н NaOH забезпечувати гідроліз органічних матеріалів, вміст азоту, визначений за методом Корнфілду є вищим у 1,5–2 рази, ніж за методом Тюріна-Кононової з використанням 0,5 н H_2SO_4.

Однак практична значущість обох методів доволі мала. Результати аналізів відображають не стільки кількість азоту, доступного рослинам, скільки ступінь окультуреності ґрунту в цілому і дуже тісно корелюють із вмістом гумусу. Тому дані вимірювань азоту, що легко гідролізується, дуже зрідка використовують для розрахунку норм азотних добрив.

Більш інформативним показником щодо азотного режиму ґрунту протягом року є *нітрифікаційна здатність*, визначена за методом Кравкова. Цей показник, як і лужногідролізований азот, включено до агрохімічного паспорту поля. Суть даного методу полягає в здатності ґрунту накопичувати нітратний азот, що утворився завдяки діяльності мікроорганізмів у процесі компостування ґрунту за оптимальних умов аерації, температури (28 ± 5 °C) та вологості (60 % від капілярної вологоємності) протягом 12 днів.

Є й інші методи, що дозволяють оцінити потенційне надходження доступного рослинам азоту за рахунок мінералізації його органічних форм. У міжнародній практиці стандартизованим є експрес-аналіз окиснення амонію для оцінки потенційної активності популяцій нітрифікуючих мікроорганізмів, а ДСТУ ISO 14238:2003 передбачено вимірювання ефективності мінералізації та нітрифікації азоту ґрунтовою мікрофлорою.

Загалом, компостування ґрунту в лабораторних умовах дає змогу швидше, ніж у полі, простежити за інтенсивністю процесу нітрифікації та зробити висновок про потенційні запаси азоту в ґрунті та вплив його на формування врожаю. У природних умовах нітрифікація проходить менш інтенсивно, ніж у штучно створених, тому об'єктивно оцінити її можливо лише за кількістю нітратного азоту, що знаходиться в ґрунтовому розчині.

Однак, нітрифікаційна здатність, хоча і вважається надійним показником для визначення забезпеченості рослин азотом та характеризується високим зв'язком з урожайністю і непридатна для довгострокового моніторингу родючості та якості ґрунту. Перешкодою, насамперед, є значний вплив гідротермічних умов року на цей показник. У роки із більш сприятливими умовами зволоження нітрифікаційна здатність ґрунту є відносно стабільною протягом усього вегетаційного періоду, хоча спостерігається поступове зниження нітрифікаційної активності від весни до осені. Однак у роки із проявами посух нітрифікаційна здатність ґрунту має дуже низькі значення. Результати наших режимних спостережень доводять, що нітрифікаційна здатність ґрунту є надзвичайно чутливим показником щодо погодно-кліматичних умов року.

Для оперативної діагностики азотного режиму ґрунту та розрахунку норм добрив на заплановану врожайність найчастіше використовують *сумарний вміст мінерального азоту (нітратного та амонійного) та його запаси в певному шарі ґрунту***.** Основною перевагою визначення загального вмісту нітратної та амонійної форм азоту є характеристика реально існуючої їхньої кількості в ґрунті на конкретний проміжок часу, тоді як вміст легкогідролізованого азоту характеризує гіпотетично можливий рівень забезпеченості ґрунтів мінеральним азотом у разі створення певних умов.

З іншого боку, за вмістом мінерального азоту в ґрунті практично не можливо скласти довгострокові прогнози щодо забезпеченості рослин ґрунтовим азотом протягом вегетації, оскільки його кількість є дуже мінливою, бо всі перетворення азоту залежать від життєдіяльності мікроорганізмів, які чутливі до зміни гідротермічних умов.

Найбільш поширеним екстрагентом мінерального азоту є 1 М розчин хлориду калію, але не менш ефективним є 0,5 М розчин сульфату калію, який також рекомендують для аналізування ґрунтів, що містять гіпс. Окрім ДСТУ 4729 "Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІҐА ім. О.Н. Соколовського", чинними до використання в Україні є стандарти, гармонізовані з міжнародними, зокрема, визначення нітра-

ту, нітриту і амонію в зразках ґрунту польової вологості ручним методом за ДСТУ ISO 14256-1 та автоматизованим спектрофотометричним методом з аналізом у сегментованому потоці за ДСТУ ISO 14256-2; за ДСТУ ISO 14255:2005 визначення нітратного азоту та амонійного азоту проводять у системі аналізу роздрібненого потоку в повітряно-сухих зразках ґрунту з застосуванням для екстрагування розчину хлориду кальцію.

Зведені дані щодо прийнятих в Україні оціночних рівнів забезпеченості ґрунту азотом наведено у таблиці 6.25.

Таблиця 6.25. Градації забезпеченості ґрунтів азотом за різними методами визначення.

Ступінь забезпеченості	Вміст азоту за методами визначення, мг/кг ґрунту			
	азот, що легко гідролізується		нітрифікаційна здатність	мінеральні форми (NH_4+NO_3)
	Тюріна і Кононової	Корнфілда		
Дуже низький	< 30	< 100	< 5	< 10
Середній	41–51	152–200	9–16	17–24
Низький	32–40	102–150	6–8	12–15
Високий	71–101		32–60	32–35
Підвищений	51–71	> 200	17–30	26–30
Дуже високий	> 101		> 61	> 36

Азотний режим ґрунту є одним з найскладніших для управління, тому що поєднує в собі біологічну та мінеральну складові, та є результатом взаємодії гідротермічних, біотичних та антропогенних чинників. У зв’язку з цим модель управління азотним режимом ґрунту повинна:

- передбачати як мінімум три стадії наближення до оптимального рішення (основні заходи, коригувальні заходи, контроль ефективності);

-гармонійно поєднувати біологічні та промислові джерела азоту;

- бути деталізованою на різних рівнях керування (господарство – сівозміна – поле – педопарцела);

- гарантувати належний рівень екологічної безпеки, економічної ефективності та технологічності.

Основні складові такої моделі наведено на рисунку 6.3. Їх реалізація потребує своєчасної та якісної інформації як щодо показників азотного режиму ґрунту, так і рівня родючості за іншими критеріями, щоб забезпечити повне та максимально продуктивне використання усього азоту рослинами. Окрім того, необхідно враховувати властивості ґрунтів як щодо їхньої нітрифікаційної здатності, так і щодо перешкоджання непродуктивним втратам азоту: газоподібним або з внутрішньо ґрунтовим стоком.

Важливим є підготовчий етап, у якому слід прагнути максимально збільшити запаси доступних мікробіологічному розкладу органічних сполук азоту шляхом правильного підбору культур-попередників і агротехнічних способів використання їхніх рештків (подрібнення, обробка деструкторами, оптимізація співвідношення C:N, заорювання на потрібну глибину). Це визначатиме увесь подальший перебіг поповнення запасів мінеральних форм азоту у ґрунті протягом вегетаційного періоду.

Наступним кроком системного керування є завчасне забезпечення оптимального співвідношення вмісту в ґрунті азоту та інших елементів живлення рослин, насамперед, фосфору та сірки. Це досягається за рахунок основного внесення мінеральних та органічних добрив, дози яких розраховують з урахуванням запланованого рівня врожайності. Слід також мати на увазі, що всі подальші рекомендації та нормативи надаються саме для оптимального рівня забезпеченості з урахуванням середньорічних значень гідротермічних умов.

Оскільки погодні умови істотно впливають не тільки на ріст та розвиток рослин, але й азотний режим ґрунту, протягом весняно- літнього періоду виникає необхідність коригування азотного живлення шляхом внесення легкорозчинних мінеральних добрив у підживлення. За узагальненням результатів багаторічних даних стаціонарних польових дослідів ННЦ “ІҐА імені О.Н.

Соколовського” розроблено відповідні рамкові рекомендації щодо необхідних доз азоту (табл. 6.26 – 6.30).

Останній етап системного управління азотним режимом передбачає ретельний аналіз ефективності проведених заходів, оскільки неможливо передбачити всі можливі виклики та точно врахувати всі місцеві особливості ґрунтового покриву, клімату, рельєфу та господарської практики.

Таблиця 6.26. Дози азоту в перше підживлення озимої пшениці у фазу весняного кущіння рослин

Рівень забезпеченості рослин азотом	Вміст мінерального азоту		Доза азоту, кг/га діючої речовини
	мг/кг ґрунту	кг/га	
Дуже низький	менше 10	70	60
Низький	11-15	71-100	60-45
Середній	16-24	101-130	30-0
Підвищений	25-30	131-150	0
Високий	31-35	151-180	0
Дуже високий	більше 35	більше 180	0

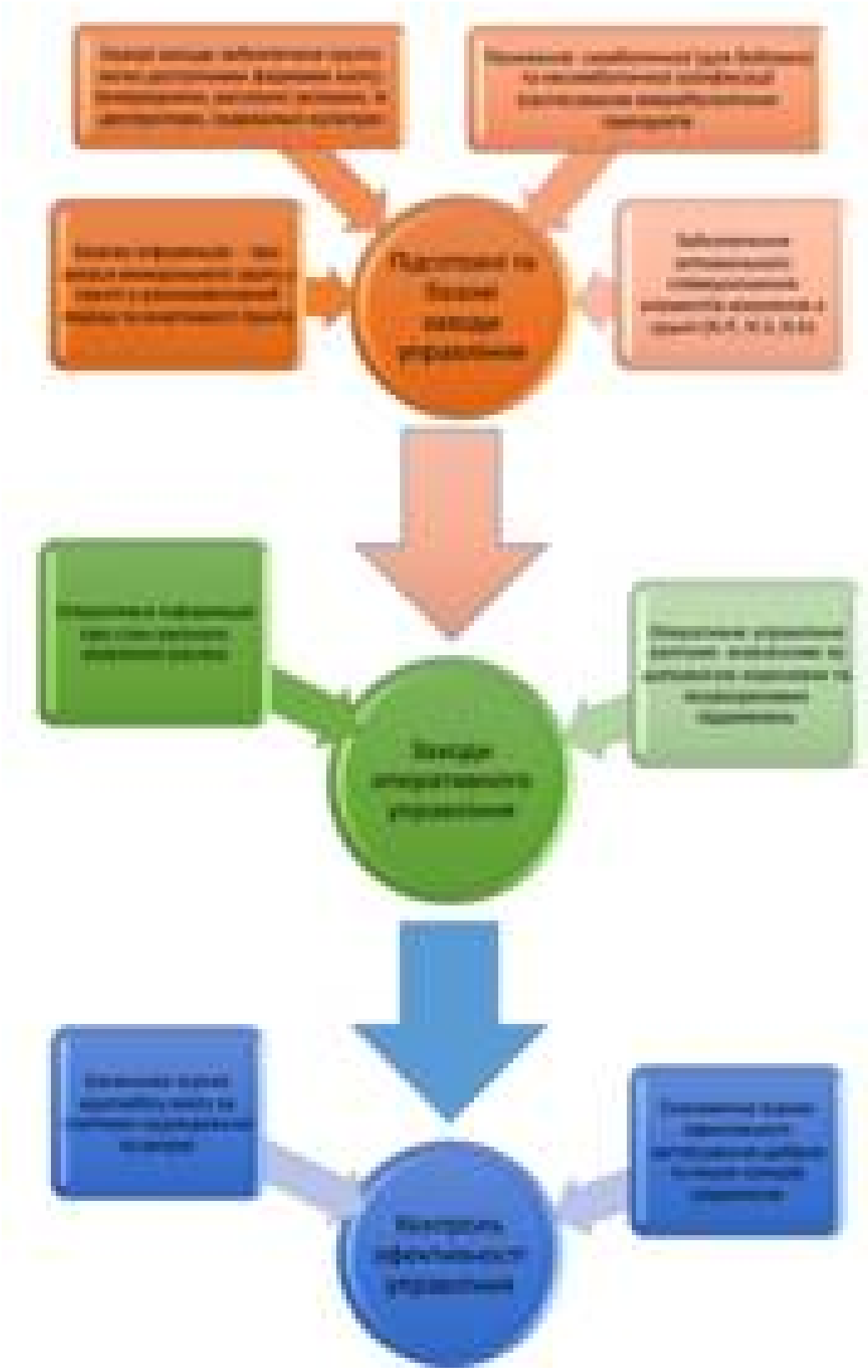


Рис. 6.3. Схема управління азотним режимом ґрунту

Таблиця 6.27. Дози азотних добрив за різного вмісту мінерального азоту в шарі ґрунту 0-60 см перед сівбою ярого ячменю (за середнього вмісту в ґрунті фосфору і калію)

Вміст азоту в ґрунті до сівби, кг/га	Дози (кг/га) і строки внесення азоту з розрахунку на різну врожайність зерна ячменю									
	30-35 ц/га		40 ц/га		50 ц/га		60 ц/га		70 ц/га	
	N_{90}		N_{110}		N_{140}		N_{170}		N_{200}	
	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки
50	30	10	50	10	80	10	110	10	140	10
80	0	10	20	10	50	10	80	10	110	10
110	0	0	0	0	30	0	50	10	80	10
140							30		50	10
170									30	

Таблиця 6.28. Дози азотних добрив за різного вмісту мінерального азоту в шарі ґрунту 0-60 см перед сівбою цукрових буряків (на фоні вмісту в ґрунті не менше 90-100 мг/кг K_2O і P_2O_5)

Вміст азоту в ґрунті до сівби, кг/га	Дози (кг/га) і строки внесення азоту з розрахунку на різну врожайність зерна ячменю									
	30-35 ц/га		40 ц/га		50 ц/га		60 ц/га		70 ц/га	
	N_{90}		N_{110}		N_{140}		N_{170}		N_{200}	
	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки
50	30	10	50	10	80	10	110	10	140	10
80	0	10	20	10	50	10	80	10	110	10
110	0	0	0	0	30	0	50	10	80	10
140	0	0	0	0	0	0	30	0	50	10
170	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0

Таблиця 6.29. Дози азотних добрив за різного вмісту мінерального азоту в шарі ґрунту 0-60 см перед сівбою соняшника (на фоні вмісту в ґрунті не менше 90-100 мг/кг P_2O_5 та K_2O)

Вміст азоту в ґрунті до сівби, кг/га	Дози (кг/га) та строки внесення азоту з розрахунку на різну врожайність цукрових буряків										
	200-250 ц/га		300 ц/га			400 ц/га			500 ц/га		
	N_{120}		N_{150}			N_{200}			N_{250}		
	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки	підживлення	до сівби	у рядки	підживлення	до сівби	у рядки	підживлення
50	60	10	60	10	30	110	10	30	130	10	30
80	30	10	60	10	0	80	10	30	100	10	30
110	0	10	30	10	0	80	10	0	70	10	30
140	0	0	0	10	0	50	10	0	70	10	0
170	0	0	0	0	0	20	10	0	40	10	0
200	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0

Таблиця 6.30. Дози азотних добрив за різного вмісту мінерального азоту в шарі ґрунту 0-60 см перед сівбою кукурудзи на зерно (на фоні вмісту не нижче 90-100 мг/кг P_2O_2 та K_2O)

Вміст N в ґрунті до сівби, кг/га	Дози (кг/га) та строки внесення азоту з розрахунку на різну врожайність насіння соняшника							
	15 ц/га		20 ц/га		25 ц/га		30 ц/га	
	N_{71}		N_{100}		N_{121}		N_{150}	
	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки
50	25	-	40	10	65	10	90	10
80	-	-	20	-	35	10	60	10
110	-	-	-	-	-	15	30	10
140	-	-	-	-	-	-	-	-

6.4.3. Управління фосфатним та калійним режимами ґрунту

Склад мінеральних форм фосфору прийнято поділяти на фракції – пухкозв'язані фосфати, Са-фосфати, Al-фосфати, Fe-фосфати, вміст та співвідношення яких залежить від генетичних особливостей ґрунту. Для кількісного визначення фракційного складу фосфатів застосовують методи Чанга-Джексона, Гінзбург-Лебедєвої, Аскіназі, Чирікова тощо, суть яких полягає в багаторазовій обробці наважки ґрунту різними екстрагентами до повного витіснення фосфатів. У цьому розумінні методи фракціонування мало відрізняються від методології визначення буферної здатності ґрунту щодо фосфо-

ру, яка також базується на оцінці поступового вилучення або насичення ґрунту цим елементом.

Вважається, що ортофосфати ґрунтового розчину, зокрема, водорозчинні фосфати кальцію та магнію, фосфати калію, натрію, амонію тощо є найбільш доступними для поглинання коренями рослин, але їх концентрація мізерна, оскільки обумовлюється термодинамічною рівновагою із дво- та тризаміщеними фосфатами кальцію та магнію, іншими малорозчинними сполуками.

Лабільними формами, які є резервом фосфорного живлення, вважаються фосфати, що осаджені або адсорбовані на поверхні твердих часточок скелету ґрунту, оксидів заліза та алюмінію; вторинні гідрофосфати кальцію, одно- та двозаміщені фосфати заліза. До них можна долучити також органофосфати, які можуть складати до половини фосфатного пулу.

У зв'язку з тим, що концентрація фосфору у ґрунтовому розчині зрідка перевищує 1 мг/л, чутливості поширених та відносно недорогих приладів, що використовуються в агрохімічному аналізі, недостатньо для масових вимірювань реально доступного фосфору по аналогії з мінеральним азотом. Тому, для виробничих цілей та оцінки ефективної родючості в агрохімічній практиці прийнято визначати вміст фосфору, що утримується відносно слабкими хімічними зв'язками, та називається рухомим/доступним/засвоюваним фосфором. Для екстрагування фосфору із зразка ґрунту використовують кислотні, лужні та сольові розчини різної концентрації, що різною мірою імітують кореневі виділення рослин.

В Україні найбільшого поширення набули методи визначення вмісту рухомого фосфору та калію в одній витяжці за Мачигіним (ДСТУ 4114-2002), Чиріковим (ДСТУ 4115-2002) та Кірсановим (ДСТУ 4405:2005) (табл. 6.31), використання яких розмежовано за ґрунтовими таксонометричними одиницями та диференційовано за ґрунтово-кліматичними зонами. Обмежуючим чинником застосування даних методів є наявність карбонатів та сульфатів у ґрунті.

Таблиця 6.31. Методи визначення вмісту рухомого фосфору та калію в одній витяжці

Методи	Сфера застосування	Обмеження використання
ДСТУ 4114 Визначення рухомих сполук калію і фосфору по модифікованому методу Мачигіна	чорноземи опідзолені, темно-сірі, сірі та ясно-сірі лісові ґрунти та другі ґрунти опідзоленого ряду, чорноземи звичайні, типові, південні, лучно-чорноземні, темно-каштанові, каштанові, лучні і інші ґрунти акумулятивного ряду, розкривні та вміщувальні породи Лісостепу та Степу, карбонатні ґрунти Українського Полісся	не поширюється на ґрунтові горизонти, що містять гіпс
ДСТУ 4115 Визначення рухомих сполук калію і фосфору по модифікованому методу Чирікова	темно-сірі опідзолені, чорноземи опідзолені, сірі і ясно-сірі лісові і інші ґрунти опідзоленого ряду, розкривні та вміщувальні породи лісостепової зони	не поширюється на ґрунтові горизонти, що містять карбонати
ДСТУ 4405:2005 Визначення рухомих сполук калію і фосфору по методу Кірсанова у модифікації ННЦ ІҐА	дерново-підзолисті, сірі та ясно-сірі лісові, темно-сірі опідзолені та інші ґрунти опідзоленого ряду,розкривні та вміщувальні породи зониПолісся	не поширюється на ґрунтові горизонти та породи, що містять карбонати

Відповідно до методів визначання, ДСТУ 4362 встановлено групування забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором (табл. 6.32).

Таблиця 6.32. Градації забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором

Рівень забезпеченості	Вміст рухомого фосфору за різними методами, кг/кг ґрунту		
	Мачигіна	Чирікова	Кірсанова
Низький	< 15	< 50	< 50
Дуже високий	> 60	> 200	> 250
Підвищений	31–45	101–150	101–150
Середній	16–30	51–100	51-100
Високий	46–60	151–200	151–250

Окрім цих методів, для визначення вмісту рухомого фосфору у наукових цілях використовують інші, що базуються на використанні кислих, лужних, сольових та комплексоутворюючих реагентів з різним механізмом дії (табл. 6.33).

Таблиця 633. Інші поширені методи визначення вмісту рухомого фосфору в ґрунті

Метод	Екстрагенти	Ґрунти, для яких рекомендовано
Труога	0,002 н розчин H_2SO_4, доведений до pH 3,0 сірчанокислим амонієм; співвідношення мас ґрунту і розчину – 1 : 200	Чорноземні ґрунти
Егнера-Рімма	0,04 н розчин молочнокислого кальцію, доведений до pH 3,5–3,7 соляною кислотою; співвідношення мас ґрунту і розчину – 1 : 50	Кислі та нейтральні ґрунти легкого та важкого гранулометричного складу
Метод Гінзбург та Артамонової	суміш солей сірчанокислого амонію та молібдату амонію з pH 4,8; співвідношення мас ґрунту і розчину – 1 : 25	Кислі та слабокислі ґрунти
Метод Олсена (ДСТУ ISO 11263:2001	0,5 н розчин $NaHCO_3$ з pH 8,5; співвідношення мас ґрунту і розчину – 1 : 100	Кислі, нейтральні та карбонатні ґрунти
Метод Брея та Куртца	суміш 0,03 н розчину NH_4F та 0,025 н HCl з pH 2,9; співвідношення мас ґрунту і розчину – 1 : 7	Кислі, нейтральні та карбонатні ґрунти
Метод Скофілда	0,02 н $CaCl_2$; співвідношення мас ґрунту і розчину – 1 : 5	Кислі, нейтральні та карбонатні ґрунти
Метод Карпінського-Зам'ятіної (ДСТУ 4727:2007)	0,03 н K_2SO_4; співвідношення мас ґрунту і розчину – 1 : 5	Автоморфні та напівгідроморфні ґрунти
Методи з використанням аніонітів	Полягає в зворотному еквівалентному обміні аніонів водної витяжки з ґрунту на іони, що входять до складу іонообмінника	Без виключень

Незважаючи на простоту виконання, усі вищенаведені методи діагностування фосфатного режиму ґрунту мають суттєвий недолік. Вимірюванням визначають не реальну речовину, якою живляться рослини, а лише певну її частку, яка, як очікується, потенційно може бути використана рослинами. Через це оцінка рівня забезпеченості ґрунту рухомим фосфором, здобута різними методами, часто не є однаковою, що дуже ускладнює роботу у випадках строкатості ґрунтового покриву. Отже, навіть якщо вдається домогтися відповідності нормам похибки вимірювання, вказаним у відповідних ДСТУ (10-17 %), насправді об'єктивність оцінки фосфатного режиму ґрунту є недостатньою. Наприклад, через сезонне підняття у профілі ґрунту водорозчинних карбонатів результати аналізу можуть показувати істотне зниження вмісту рухомого фосфору, тоді як концентрація фосфатів у ґрунтовому розчині залишатиметься незмінною.

Цих недоліків позбавлена методологія оцінювання буферної здатності ґрунту щодо фосфору, яка дозволяє визначати критичні рівні насичення буферної ємності певного ґрунту, після досягнення яких починається поповнення твердої фази або навпаки – ґрунтового розчину. Наразі ця методика стандартизована (ДСТУ 4724), але мало поширена через брак прикладів її успішного застосування на практиці.

Відомо, що характерною особливістю фосфатних ґрунтових сполук є їх низька розчинність і слабка дисоціація на іони. Фосфатні аніони добре фіксуються твердою фазою ґрунту - їх міграція з місця попадання в ґрунт є надто обмеженою. Переудобрити ("отруїти") ґрунт фосфорними добривами майже не можливо. Існує низка рекомендацій про доцільність запасного внесення в ґрунт фосфорних добрив великими дозами в розрахунку на тривалу післядію. Наразі існують застереження – надмірні дози фосфорних добрив призводять до так званого "зафосфачування" ґрунтів (трансформації фосфатних іонів у недоступні для рослин форми), блокування надходження в рослину деяких мікроелементів, зокрема цинку. Прояснити всю глибину питань покликана модель управління фосфатним режимом. Ґрунти потребують

конструктивного (внутрішньоструктурного) поліпшення для створення оптимальних режимів функціонування.

Рухомість фосфатних іонів і їх перехід із твердої фази в рідку обумовлені, перш за все, показником pH ґрунтового середовища. В слабо- і середньокислих ґрунтах фосфатні іони більш рухомі, ніж у нейтральних, лужних та сильнокислих з підвищеним вмістом полуторних оксидів. Значний вплив на рухомість фосфатів чинять також процеси утворення комплексних сполук у ґрунтовому розчині. Тому більш об'єктивно фосфатні функції діагностуються через роботу системи ґрунтових фосфат-буферних механізмів.

Фосфат-буферна і калій-буферна системи ґрунту, як і сама природа буферних ґрунтових механізмів, надто складні і з багатьох сторін залишаються для нас невизначеними ("чорною скринькою"). Проте, узагальнюючи літературні матеріали, необхідно вказати на основні складові, які обумовлюють характер функціонування цих механізмів.

Буферні системи ґрунту визначають мобілізацію й іммобілізацію поживних елементів і динаміку активності їх у ґрунтовому розчині. Низька здатність буферних механізмів ґрунту відновлювати фосфатний і калійний "фактори інтенсивності" (активність або концентрація іонів в ґрунтовому розчині) пов`язана з високою іммобілізаційною буферною ємністю ґрунту відносно названих елементів живлення рослин.

Вперше методи "буферної" діагностики були запропоновані зарубіжними вченими з визначення потенційної буферної здатності ґрунтів відносно фосфору (PBC^{P}) і калію (PBC^{K}). Дані методи дають можливість визначати як загальний вміст у ґрунтах умовно доступних для рослин форм фосфору і калію ("фактор ємності"), так і активність фосфатних і калійних іонів у ґрунтовому розчині ("фактор інтенсивності"), якими безпосередньо живиться рослина. Проте методи Бекета і Уайта не дозволяють визначати нормативи фосфатних і калійних навантажень з метою постійного утримання їх активності (концентрації) в оптимальних параметрах. Відсутня також можливість прогнозувати динаміку змін фосфатного і калійного живлення рослин. Тому ви-

никла необхідність у суттєвій їх модернізації, приведенні до можливої стандартизації та використання у практиці керованого (точного) землеробства.

Калійний пул ґрунту з'єднує в своєму складі різноманітні форми калійних сполук, що в науковій літературі поділяють на такі:

– водорозчинний калій, представлений солями мінеральних і органічних кислот, що легко переходять у ґрунтовий розчин із твердої фази ґрунту. Вважається, що він є легкодоступним для засвоєння рослинами, але слабко відображає калійне живлення рослин. По вмісту водорозчинного калію поділяють ґрунти на високозабезпечені (> 30 мг/кг); малозабезпечені (< 10 мг/кг), середньозабезпечені (10–30 10 мг/кг).

– обмінний калій, представлений адсорбованими на поверхні негативно заряджених колоїдних часточок іонами калію. В агрохімічній практиці за його вмістом встановлюють забезпеченість ґрунту калієм;

– рухомий калій, що характеризується як сума двох попередніх фракцій обмінного і водорозчинного, які вилучаються із ґрунту сольовими та кислотними розчинами;

– важкообмінний (інертний або резервний) калій, який також вилуговується із ґрунту сильною кислотою - киплячим розчином 0,2 н чи 10 % , вважається найближчим резервом для живлення рослин;

– необмінний калій, в тому числі, фіксований калій; калій у складі кристалічної решітки первинних і вторинних мінералів, який становить майже половину валового вмісту.

Особливістю калійного режиму є рухома рівновага поміж формами калію в ґрунті – постійно відбувається трансформація важкодоступних сполук калію в легкодоступні і навпаки:

"калій водорозчинний ↔ калій обмінний ↔ калій необмінний".

За інтенсивністю вилучення калію з ґрунту умовно всі методи поділяють на п'ять груп:

– визначення валового вмісту калію шляхом спікання за високої температури або обробки кислотами, що руйнують мінеральну частину ґрунту; спектральні або ізотопні методи;

– вилучення калію мінеральних сполук концентрованими розчинами сильних кислот або їх сумішей;

– вилучення калію на основі реакцій катіонного обміну між катіонами розчину солей та калієм ґрунтового вбирного комплексу; вилучення калію ґрунтового розчину та легкорозчинних сполук методом обробки водою або дуже слабким сольовим розчином;

– вилучення калію багатократною обробкою ґрунту слабкими солями та кислотами з отриманням та наступним аналізом окремих фракцій для характеристики динаміки рухомості калію в ґрунті.

У вітчизняній агрохімічній практиці визначення вмісту рухомого калію можна здійснювати як в одній витяжці з фосфором, так і окремо. Найбільшого поширення знайшло визначення фосфору та калію в одній витяжці за вищезгаданими модифікованими методами Мачигіна, Чирікова та Кірсанова, із градаціями забезпеченості, викладеними у таблиці 6.34.

Таблиця 6.34. Градації забезпеченості ґрунтів рухомим калієм

Рівень забезпеченості	Вміст рухомого калію за різними методами, кг/кг ґрунту		
	Мачигіна	Чирікова	Кірсанова
Низький	< 100	< 40	< 80
Дуже високий	> 400	> 180	> 250
Підвищений	201–300	81–120	121–170
Високий	301–400	121–180	171–250
Середній	101–200	41–80	81–120

Про ступінь забезпеченості ґрунту калієм судять за переходом обмінного та водорозчинного калію (рухомі сполуки) в ґрунтову витяжку, який вилучається розчинами нейтральних солей, слабких кислот, кислотно-сольовими буферними розчинами. Окрім вищезгаданих кислотних та лужних

методів Чирікова Кірсанова, Мачигіна, Труога, Егнера-Рима, Гінзбург та Артамонової, у агрохімічній практиці застосовують стандартизовані сольові методи визначення рухомого калію за Дашевським та за Масловою (табл. 6.35).

Таблиця 6.35. Інші поширені методи визначення вмісту рухомого калію в ґрунті

Назва методу	Суть методу	Нормативний документ
Визначення рухомих сполук калію методом Дашевського у модифікації ННЦ "НІҐА імені О. Н. Соколовського"	вилучання калію розчином магнію сірчанокислого ($MgSO_4$) з масовою часткою 0,03 % при співвідношенні ґрунту й розчину - 1 : 5 та наступним визначанням його на полуменевому фотометрі	ДСТУ 7603:2014
Визначення рухомих сполук калію методом Маслової в модифікації ННЦ "ІҐА імені О. Н. Соколовського"	вилучання калію розчином амонію оцтовокислого (CH_3COONH_4) молярної концентрації 1 моль/дм^3 при співвідношенні ґрунту й розчину - 1 : 5 та наступним визначанням його на полуменевому фотометрі	ДСТУ 7907:2015

Серед гармонізованих з міжнародними стандартами можна згадати ДСТУ ISO 11260:2000 та ДСТУ ISO 13536:2001, в яких вміст обмінних катіонів визначають в у витяжці 0,1 М та 1 М хлоридом барію з аналітичним закінченням за методом полуменевої атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

Недоліки методів визначення рухомого калію аналогічні до рухомого фосфору – це умовність одержаних результатів, суперечливість оцінки калійного режиму за даними різних методів, невизначеність щодо критичних рівнів збіднення або насичення ґрунтового розчину іонами калію. Практичним же наслідком превалювання методів визначення так званих рухомих форм у діагностуванні калійного режиму ґрунту є невідповідність рекомендацій щодо норм і доз калійних добрив їхній реальній потребі. Враховуючи постійне

здорожчання мінеральних добрив, перехід на більш адекватні методи діагностування стає дедалі все більш актуальним. На цей час перспективними методами є ті, в яких використовують іон-селективні електроди (наприклад, з полівінілхлоридною мембраною на основі валіноміцина в ґрунтових суспензіях з $BaCl_2$) та визначення калійної буферності ґрунту (ДСТУ 4375).

Базуючись на методології хімічного визначення рухомих форм, неможливо "спіймати" тимчасовий дефіцит калію у періоди посух, які все більше частішають. Пряме потенціометричне визначення калію спроможне дати потрібну інформацію, отже це скоріше є методом оперативної діагностики. На відміну від цього, оцінка буферної здатності ґрунтів має бути фундаментальною характеристикою кожного поля, яка визначатиме усю подальшу стратегію удобрення протягом багатьох років.

Таким чином, критичний аналіз теперішньої практики агрохімічного обслуговування землеробства показує слабку відповідність більшості загальноприйнятих методів новим екологічним та економічним викликам. Для того, щоб успішно перейти до системного управління продуктивною здатністю ґрунтів, потрібна інша методологія одержання базової інформації про поживний режим ґрунту, аніж та, що була прийнятна у 80-ті роки минулого століття.

Процеси активації та закріплення (мобілізації й іммобілізації) фосфатних і калійних іонів ґрунтом, аналогічно як і водневих (pH) визначаються кривою буферності, її відхиленням від кривої зміни концентрацій (активностей) названих іонів у безбуферному субстраті (кривою "нуль"- буферності) під впливом зростаючих зовнішніх навантажень (внесення добрив). Відхилення дозволяють кількісно визначити додатну (іммобілізаційну) та від`ємну (мобілізаційну) буферні ємності. Ці ємності, як уже зазначалось, відображають два протилежно направлені і взаємозв'язані процеси, які протікають у ґрунтах під дією зовнішніх і внутрішньоґрунтових факторів.

Враховуючи високу роль буферних механізмів ґрунтів у саморегуляції родючості і як важливого критерію діагностики й оптимізації (управління

станом) ґрунтових процесів, в тому числі і процесів трансформації біогенних елементів, на короткому їх описі слід зупинитись.

Невеликі дози внесення фосфорних добрив в більшості ґрунтів майже не зрушують фосфатний “фактор інтенсивності (ФІ)”, тобто, фосфатні добавки інтенсивно депонуються твердою фазою ґрунту. Калійні іони, порівняно с фосфатними, меншою мірою переходять у зв’язаний, недоступний для рослин стан. Проте дефіцит поживного калію за інтенсивного землеробства, незважаючи на його потужні валові запаси, має місце майже у всіх ґрунтах, і найбільше він виражений в ґрунтах Полісся грубого гранулометричного складу (піщаних, супіщаних, легкосуглинкових) і торфових. Із збільшенням доз фосфорних і калійних добрив значення коефіцієнту буферної здатності (КБЗ) закономірно падає, проте темпи падіння, знову ж таки, залежать від буферної ємності ґрунту – його здатності депонувати і закріпляти в твердій фазі ґрунту фосфатні і калійні іони за різних дозах внесення (рис. 6.4).

Підвищення концентрації іонів у ґрунтовому розчині адекватно зростаючим дозам внесення добрив є зрозумілим, проте, величина і темпи цих змін є характерними для кожного окремого ґрунтового різновиду.

Фосфат- і калій-буферність, окрім коефіцієнтів буферної здатності (КБЗ), оцінюють буферною ємністю - загальною (БЄз), іммобілізаційною (БЄі) і мобілізаційною (БЄм), коефіцієнтом буферної асиметрії (КБА) показником переваги іммобілізаційної здатності ґрунту над мобілізаційною чи навпаки та загальним оцінювальним показником буферності (ЗОПБ). В системі управління родючістю названі оціночні показники не позиціонуються, а тому на їх характеристиці ми не зупиняємось. Зацікавлених ми адресуємо до першоджерела, в якому детально висвітлено теорію буферної здатності ґрунтів (Трускавецький, 2003) [86].

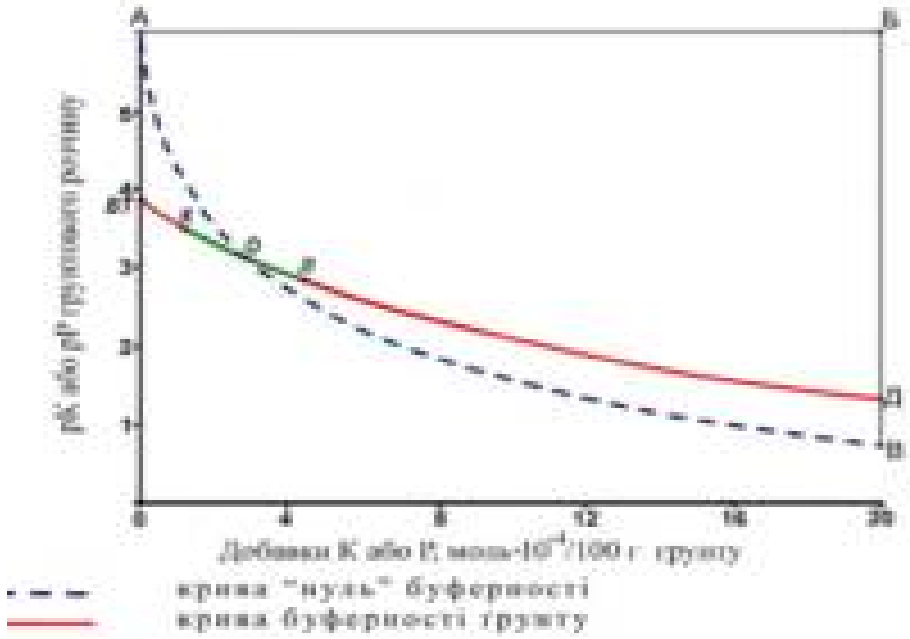


Рис. 6.4. Графічна модель діагностики та оптимізації (управління) фосфатного і калійного стану ґрунту за кривою буферності

ВТ – вихідний стан елемента родючості, виражений в показниках рК або рР; *О* – точка рівноваги між твердою фазою ґрунту та ґрунтовим розчином; АБВ – стандартна площа буферної ємності (100 балів); ОДВ – площа, що визначає іммобілізаційну буферну ємність; ОГА – площа, що визначає мобілізаційну буферну ємність; КЛ – відрізок кривої буферності в межах оптимальних параметрів калійного або фосфатного “фактора інтенсивності”.

Для моделей управління оптимальні параметри фактора інтенсивності (ФІ) необхідно встановлювати для кожного ґрунту або ж близьких за родючістю агровиробничих (агроекологічних) груп ґрунтів. Ще раз слід наголосити, що ***розроблені і чинні нині агровиробничі групи ґрунтів не відповідають сучасним реаліям, є застарілими і вимагають істотної корекції та трансформації в агроекологічні групи з урахуванням не тільки суто виробничої, але й екологічної якості ґрунтового покриву.*** Це досить потужна і перспективна наукоємна робота, але вона конче необхідна для побудови моделей управління родючістю ґрунтів. Цей інноваційний напрям діяльності є важливим для нині діючої агрохімслужби в особі ДУ “Держґрунтохорона”.

Чим вища іммобілізаційна буферна ємність ґрунту, тим, як правило, трудніше досягти верхньої оптимальної границі показника ФІ. Проте верхня межа як для рР так і для рК ґрунтового розчину виявилась однаковою для всіх без винятку досліджених різновидів ґрунтів, незалежно від їхньої ґенези та рівня окультуреності.

Управління фосфатним і калійним режимами (включає діагностику та оптимізацію) здійснюють, використовуючи криву буферності (див. рис. 6.4. суцільна крива). На неї наносять визначені експериментально оптимальні границі концентрації фосфатних і калійних іонів у ґрунтовому розчині (див. табл. 6.36, 6.37) і за розміщенням відображуваної (ВТ) оцінюють фосфатний і калійний стан ґрунту.

Таблиця 6.36. Оптимальні параметри показників активності фосфатних іонів (рР) в основних різновидах ґрунтів Харківської і Волинської областей

Ґрунт	рР вихідний (ВТ)	Оптимум рР	
		нижній	верхній
Волинська область			
Дерново-підзолистий зв`язно піщаний	5,45	3,9	3,2
Дерново-підзолистий супіщаний	5,05	4,0	3,2
Дерновий опідзолений оглеєний суглинковий	5,16	4,4	не встановлено
Торфовий низинний середньозольний	4,54	4,0	3,3
Торфовий низинний багатозольний карбонатний	5,65	5,4	не встановлено
Харківська область			
Темно-сірий опідзолений важкосуглинковий	5,06	4,5	не встановлено
Чорнозем опідзолений важкосуглинковий	5,20	4,5	не встановлено
Чорнозем типовий важкосуглинковий	5,45	4,6	не встановлено
Чорнозем звичайний важкосуглинковий	5,65	4,7	не встановлено
Лучний середньосуглинковий	5,55	4,7	не встановлено

Оцінювання цього стану здійснюється за такими характеристиками:

– показником виснаженості ґрунтового розчину на фосфор і калій (дефіцит фосфатного і калійного живлення рослин) - величина відстані відображуваної точки (ВТ) на кривій буферності від нижньої межі її оптимального відрізка;

– рівнем оптимальності фосфатного і калійного стану – величина відстані на кривій буферності від нижньої межі оптимуму до переміщеного (завдяки удобренню і агротехніки) в оптимальну зону відображуваної точки;

– рівнем переудобрення фосфором (для більшості ґрунтів цей рівень виявився недосяжним, тобто ризик переудобрення більшості ґрунтів фосфатами майже відсутній) та калієм - величина відстані, що характеризується відрізком виходу місця розташування ВТ за межі верхнього оптимуму.

Таблиця 6.37. Оптимальні параметри показників активності (концентрації) калійних іонів (рК) в основних різновидах ґрунтів Волинської та Харківської областей

Ґрунт	рК вихідний	Оптимум	
		нижній	верхній
Волинська область			
Дерново- підзолистий супіщаний	4,9	3,8	3,0
Ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний легкосуглинковий	4,8	4,0	3,0
Торфовий евтрофний малозольний	4,2	3,8	3,0
Торфовий алкалітрофний багатозольний	4,4	4,0	3,2
Харківська область			
Темно-сірий опідзолений важкосуглинковий	4,8	4,2	не встановлено
Чорнозем типовий важкосуглинковий	5,0	4,4	не встановлено

Чорнозем звичайний важкосуглинковий	5,2	4,4	не встановлено
Алювіально-лучний легкосуглинковий	4,3	4,0	3,0

Таким чином, місцезнаходження відображуваної точки (ВТ), або ФІ на час вимірювання рР і рК у ґрунтовому розчині, на кривій фосфат- буферності в поєднанні з експериментально встановленими інтервалами оптимальних параметрів концентрації фосфатних і калійних іонів дозволяє об`єктивно і з високим рівнем достовірності діагностувати фосфатний і калійний режими ґрунтів, їх здатність забезпечувати рослини поживними іонами. Криву буферності кожного ґрунтового різновиду слід розглядати як вектор зміни ФІ під впливом зростаючих доз добрив. Це підтверджує необхідність розробляти моделі буферності на еталонних зразках ґрунту, якому притаманна урівноважена природна структура (конструкція) буферних систем. Водночас за місцем розташування ВТ можна спрогнозувати найбільш вигідний для діагностованого ґрунту напрямок переміщення цієї точки за кривою буферності під впливом різноманітних технологічних і меліоративних навантажень, а не тільки системи удобрення.

Для основних типів еталонних ґрунтів Волинської і Харківської областей динаміка зміни фосфатного і калійного факторів інтенсивності та коефіцієнтів буферної здатності (ФФІ, КФІ, КБЗ) під впливом зростаючих навантажень (доз добрив) наведена в додатках Б і В. На цих динамічних параметрах будують криву буферності, що генетично притаманна кожному конкретному ґрунтовому різновиду. Криві буферності окремих ґрунтів можуть збігатися, а в більшості випадків вони віддалені від кривої “нуль-буферності” на різну відстань, що характеризує буферну ємність ґрунту (Додаток Г).

Результати широкої географічної мережі польових дослідів з добривами та меліорантами, які проводились у другій половині минулого сторіччя (1965-1985 рр.), були б набагато вагомішими за умов використання графічних моделей діагностики й оптимізації трофних функцій ґрунтів, створених на

методичних засадах їхньої буферної здатності. В основу подальшої діяльності агрохімічної служби “ґрунтово-буферний” методичний підхід проектування моделей керування елементом родючості слід взяти на озброєння з перспективою їх постійного удосконалення. Без цього інноваційний прогрес в агрохімічній практиці і менеджерській діяльності не представляється об’єктивним і ефективним.

Важливо враховувати також небезпеку можливих непродуктивних втрат біогенних елементів через вимивання їх за межі кореневмісного шару, особливо на дерново-підзолистих ґрунтах грубої гранулометрії, на які багата Волинська область. Ця проблема через низьку рухомість та слабку розчинність фосфатів є менш загрозливою, ніж для калію і особливо нітратних сполук. Проблема непродуктивних втрат основних елементів живлення рослин і підвищення ефективності управління родючістю на ґрунтах грубого гранулометричного складу успішно вирішується впровадженням локальної біо-органо-мінеральної системи удобрення, яку розроблено та запропоновано для широкого впровадження у практику сучасного землеробства ННЦ “ІҐА імені О.Н. Соколовського”.

За помірної (до відповідного рівня pH) реакції та якісного біо- органо-мінерального комплексу, що створюється в локальному осередку, фосфатні сполуки, як правило, активізуються з переходом у ґрунтовий розчин і стають доступнішими рослинам. Активізація малорозчинних форм фосфатів чітко відслідковується в добре угноєних ґрунтах.

Для того, щоб досягти оптимальної концентрації фосфатних аніонів у ґрунтовому розчині за умов локального внесення добрив достатньо внести, навіть на найбільш високо буферних ґрунтах, всього лише 10-15 кг/га в розрахунку на діючу речовину. Проте, цих доз явно недостатньо для нормального мінерального живлення рослин протягом усього вегетаційного періоду. Тому наведені дози необхідно скорегувати з урахуванням потреби конкретної культури, не допускаючи переходу ФІ в локальній зоні за межі верхнього оптимуму. Отже, з використанням графічної моделі “кривої буферності”, пи-

тання доз і вибору способу внесення фосфорних і калійних добрив успішно вирішується. Все це відноситься до тактичного (оперативного) керування, ефективність якого істотно підвищується на фоні відповідних меліоративних заходів. Останні спрямовані на вирішення проблеми стратегічної значущості - розширеного відтворення родючості ґрунтів.

6.4.4. Управління кислотно-основним режимом

Активність гідрогенних іонів (показник pH) у ґрунтових розчинах є одним із визначальних критеріїв оцінки ефективної родючості ґрунтів. Активна кислотність проявляє як пряму, так і опосередковану дію на перебіг ґрунтових процесів, ріст і розвиток рослин.

У вирішенні цілої низки сучасних проблем меліорації кислих (ацидних) ґрунтів необхідна об'єктивна оцінка різних теоретичних поглядів щодо природи та механізмів утворення ґрунтової кислотності. Кислотна та лужна деградація ґрунтів, що відбувається внаслідок підвищених природних (насамперед, зміни клімату), техно- й агрогенних (промислові викиди, незбалансоване застосування добрив і ін.) навантажень, спонукає вчених до пошуку нових методів і способів оптимізації кислотно-основного стану ґрунтового середовища. Природа кислотності ґрунту, незважаючи на численну літературу з цього питання, залишається не повністю з'ясованою.

Землі, ґрунтовому покриву яких притаманний високий рівень ацидності (кислотності), істотно знижують свою продуктивну здатність. Слід зазначити, що біля 27 відсотків світових запасів земельних ресурсів сільськогосподарського призначення займають ґрунти з підвищеною кислотністю [75]. Як правило, до цих ґрунтів належать ґрунти, в яких чинником зниження врожаю виступає кислотність, коли pH ґрунтового розчину нижче 5,5 одиниць. Водневі іони є головними реакційними агентами, які беруть безпосередню участь у заміщенні обмінних катіонів ґрунтово-вбирного комплексу (ГВК). Головні катіонообмінні позиції в ґрунтово-вбирному комплексі містяться в органічній речовині та глинистих мінералах – тонко дисперсних шаруватих

силікатах. Водневі іони, витісняючи адсорбовані ґрунтово-вбирним комплексом катіони лужноземельних металів, займають їхні місця на обмінних позиціях.

Ґрунтово-вбирний комплекс в ацидних ґрунтах насичений, переважно, іонами гідрогену і ненасичений – лужноземельними металами (Ca і Mg). Чим більше виражений ступінь ненасиченості катіонами ГВК, тим швидше відбувається процес підкислення ґрунту. Інтегровану оцінку процесам кислотно-основних внутрішньоґрунтових реакцій дають показники pH-буферної здатності ґрунту. Поглинання водневих іонів (протонів) сприяє їх акумуляції в ґрунті, що супроводжується підвищенням всіх форм кислотності – прихованої або потенційної (гідролітичної й обмінної) та активної (кислотність ґрунтового розчину).

Кислотність ґрунту успадкована, в основному, від його материнської мінеральної породи. На кислих і ультракислих породах, зокрема, на продуктах звітрювання гранітів (каолінітові глини), в умовах гумідного клімату формуються текстурно-диференційовані ґрунти з чітко вираженим елювіальним та ілювіальним горизонтами. Ґрунти насичуються кислотами в процесі підзолистого типу ґрунтоутворення, що відбувається під впливом хвойної лісової рослинності, деревний опад якої утворює потужну підстилку. У результаті розкладу підстилки за участю грибної мікрофлори утворюються кислі продукти розкладу, які руйнують мінеральну частину ґрунту -відбувається кислотний гідроліз мінералів. Водночас, в умовах кислотного анаеробіозу накопичуються слабо розкладені рослинні залишки та похідні їх трансформацій - гумусові сполуки переважно фульватного типу, реакційна здатність яких дуже висока. Фульвокислоти, руйнуючи мінеральну частину ґрунту (породи), є, фактично, каталізаторами процесів опідзолювання ґрунтової маси, виносу за межі ґрунту лужних і лужноземельних металів.

В умовах кислотно-глейової деструкції органо-мінерального комплексу та промивного режиму формуються текстурно диференційовані та ненасичені основами буроземно-підзолисті, дерново-підзолисті, сірі лісові оглеєні та

інші різновиди кислих ґрунтів. Вектор спрямованості в розвитку сучасного ацидоморфізму в ґрунтах визначає співвідношення елементарних процесів ґрунтоутворення – дернового, підзолистого, глейового, буроземного, елювіального. Залежно від того, який з цих процесів домінує, має місце послаблення або посилення процесу ацидоморфізму. Гумусово- акумулятивний процес надає ґрунту більш корисні властивості. Елювіальний, навпаки, призводить до руйнації вбирного комплексута вимивання продуктів руйнації за межі кореневмісного шару ґрунту.

У формуванні кислотно-основного режиму важливе місце належить карбонатно-кальцієвій системі ґрунту. Карбонати та бікарбонати є потужними нейтралізаторами кислот. Важливу роль у формуванні кислотності відводять біохімічним процесам, продуктам діяльності мікроорганізмів, кореневим ексудатам, продуктам розкладу органічних залишків і гумусовим сполукам. Негативний вплив кислотності ґрунту на рослини залежить від умісту обмінних основ, зокрема, від співвідношення між активністю кальцієвих (pCa) і водневих (pH) іонів у ґрунтовому розчині (т. з. вапняний потенціал – (pH – 0,5 pCa), від умісту й якості гумусу, гранулометричного складу ґрунту, культури землеробства тощо.

У даний час природні чинники утворення ґрунтової кислотності доповнюються антропогенними, під впливом яких має місце явище вторинного підкислення ґрунтів. Вони пов’язані з техногенними кислотними викидами в атмосферу та випаданням кислотних опадів, з використанням фізіологічно кислих мінеральних добрив, особливо азотних, та іншими чинниками. Класи ґрунтів за ступенем кислотності наведено в таблиці 6.38.

В умовах підвищення активності кислот у ґрунтовому розчині відбувається мобілізація важких металів і ризики забруднення ними поверхневих і підґрунтових вод та рослинного покриву. На вторинне підкислення та декальцинацію (збіднення на кальцій) ґрунтів істотно впливають фізіологічно кислі добрива та рівень неврегульованості співвідношень між основними елементами живлення рослин (N, P, K, Ca) у цих добривах.

Кислий ґрунтовий розчин спричинює перехід нерозчинних сполук важких металів у доступну для рослин форму знижуючи якість рослинної продукції. Зрушення кислотно-основної рівноваги ґрунтового середовища у кислотний бік викликає накопичення у ґрунті грибів, токсинів і пригнічує розвиток нітрифікаторів, амоніфікаторів, фосфоромобілізуючих та інших корисних мікроорганізмів. Підвищена кислотність ґрунтів знижує ефективність добрив, погіршує мінеральне живлення рослин, знижує урожай та якість вирощуваної продукції.

Таблиця 6.38. Класи ґрунтів за реакцією ґрунтового розчину (pH)

Шифр (коротка позначка)	Градація ґрунтів за pH	Область pH	
		водного	сольового
$К_5$	Дуже сильнокислі	нижче 4,5	нижче 4,0
$К_4$	Сильнокислі	4,5-5,0	4,0-4,5
$К_3$	Середньокислі	5,0-5,5	4,5-5,0
$К_2$	Слабокислі	5,5-6,0	5,0-5,5
$К_1$	Близькі до нейтральних	6,0-6,5	5,5-6,0
$К_0$ / $Л_0$	Нейтральні	6,5-7,0	6,0-7,0
Л1	Слаболужні	7,1-7,5	-
Л2	Середньолужні	7,6-8,0	-
Л3	Сильнолужні	8,1-8,5	-
Л	Дуже сильнолужні	8,6-9,0	-

У формуванні кислотно-основного режиму ґрунтів важлива роль належить глейовим процесам [76]. Вважаємо, що підзолистий процес розвивається тільки тоді, коли ґрунтова маса зазнає оглеєння на фоні промивного (елювіального) режиму. За умов застійного водного режиму продукти оглеєння залишаються in situ, і в такому разі кислотно-основна рівновага ґрунтового розчину мало змінюється. Вона залежить від природи органічного та мінерального матеріалу, які зазнають “глейового зброджування”. В більшості випадків оглеєння, за умов відсутності промивного (елювіального) режиму, підвищує генетично притаманну реакцію ґрунтового середовища, тобто, кислі ґрунти стають ще кислішими, а лужні - ще більш лужними з накопиченням в обох випадках рухомих, з високою міграційною здатністю, сполук. У ґрунтовому розчині підвищується концентрація відновних сполук активних акце-

пторів кисню. Вони відщеплюють у алюмо- і феросилікатів кисень, що обумовлює їх розпад і перехід продуктів розпаду в ґрунтовий розчин, який змінює свою реакцію. Як тільки виникають умови для розвитку промивного режиму (наприклад, у разі пониження рівня підґрунтових вод, дренування, руйнації щільних водослабопроникних горизонтів і прошарків у профілі ґрунтопідґрунтя), реакція ґрунтового середовища істотно змінюється. Вимиваються, як правило, водорозчинні солі та піддатливі до міграції органо-мінеральні комплексні сполуки. Як підсумок, у процесі тимчасового перезволоження і довготривалого промивного режиму, незалежно від вихідного кислотно-основного стану (pH), формується кислотне ґрунтове середовище. Отже, характерною ознакою майже всіх текстурно диференційованих ґрунтів з кислим середовищем (дерново-підзолистих, сірих лісових, буроземно-підзолистих, дернових опідзолених, осолоділих і ін.) є тимчасове перезволоження. Удобрений високоякісним перегноєм слабо- і середньокислий добре аерований ґрунт з оптимальним зволоженням дає високий ефект без потреби в додатковому вапнуванні. Навпаки, заорювання свіжого гною чи сидеральної органічної маси в перезволожений, з поганою аерацією і кисневим дефіцитом ґрунт, призводить до накопичення редукованих, токсичних для рослин сполук, що може призводити до значної втрати урожаю та погіршення його якості.

Кислі ґрунти серед земель сільськогосподарського призначення займають в Україні орієнтовно на орних землях 5,5 млн га, в тому числі, сильнокислі – 636 тис. га, середньокислі – 1372 тис. га і слабокислі – 3450 тис. га. На землях окремих сільських громад у гумідних регіонах ґрунти з підвищеною кислотністю можуть домінувати і, тим самим, вони є основним чинником обмеження урожаїв. Тому для окремих сільських громад Волинської (кислі ґрунти поширені на площі 135 тис. га) та Харківської (кислі ґрунти займають площу 326 тис. га) областей впровадження більш досконалих ресурсозбережувальних та екологобезпечних технологій регулювання кислотно-основного режиму кислих ґрунтів є важливим для стабілізації їхньої родючості.

У практиці хімічної меліорації кислих ґрунтів основним критерієм для визначення норми внесення вапна донині залишається показник гідролітичної кислотності, який, по суті, абсолютно непридатний для цієї мети. Загальне визнання цього факту не змінило ситуації і в проектних завданнях на хімічну меліорацію кислих ґрунтів донині використовується названий показник. Про хибність використання говорить і сама величина гідролітичної кислотності, яку ми отримуємо на різних за своєю природою ґрунтах. Навіть на ґрунтах з нейтральним показником активної кислотності, наприклад, в чорноземах типових, які не потребують вапнування, величина гідролітичної кислотності в орному шарі може досягати 3 мекв. на 100 г ґрунту і більше. В дерново-підзолистих, які гостро потребують внесення вапна, аналогічний показник, як правило, помітно менший – 2,5 мекв. на 100 г ґрунту [77]. Інший приклад – у торфових низинних ґрунтах Волинської області з нейтральною і близькою до неї реакцією ґрунтового розчину значення гідролітичної кислотності перевищує нерідко 30 мекв. на 100 г торфу. Тобто, розрахункова за гідролітичною кислотністю доза вапна за цими даними перевищує 50 тон на 1 га, в той час як всім відомо, що ці ґрунти не потребують такого рівня вапнування. Можна навести й інші аргументи, що свідчать про абсурдність використання показника гідролітичної кислотності для встановлення норми внесення вапна. Агрохімічною наукою докладено чимало зусиль, щоб удосконалити і винайти більш об’єктивний критерій для визначення нормативної потреби ґрунтів з підвищеною кислотністю у вапнуванні. Певною популярністю для визначення норми вапна користувались нижче наведені методичні підходи.

Визначення норми вапна здійснювалось за величиною обмінної кислотності з урахуванням гранулометричного складу ґрунту. Для цього використовувалась відповідна матрична таблиця, що розроблена з урахуванням названих критеріїв (обмінна кислотність і гранулометричний склад). Цей метод діагностики є більш прогресивним ніж метод “гідролітичної кислотності”, проте він виявився непридатним для багатьох різновидів кислих ґрунтів, особливо з підвищеним умістом напівоксидів.

Метод визначення норми вапна за величиною зрушення pH (дельта pH) привернув увагу багатьох дослідників, проте через неточності запропонованого розробниками методичного алгоритму обрахунків цей підхід також не знайшов загального визнання та практичного втілення, хоча й був використаний в радянські часи у розробці державних планів з хімічної меліорації кислих ґрунтів на п'ятирічний період. Для кислих ґрунтів різних класів кислотності він не давав адекватних цим класам результатів.

Пропонувались і інші методичні підходи для розрахунку норм вапна, як наприклад: за ступенем ненасиченості кислих ґрунтів кальцієм, за вмістом рухомого алюмінію, за показником вапняного потенціалу (pH – pCa) і інші [78]. Однак через неточність і відсутність кореляції між розрахованими дозами вапна за всіма вище означеними методами та фактичними урожаями зроблено висновок, що для оптимізаційних (управлінських) цілей існуючі методичні підходи є надто орієнтовними, а в більшості випадків - непридатними. Всі вони повинні залишитись у минулому. Для моніторингових служб пропонується освоїти і перейти на інноваційну модель управління кислотно-основним режимом кислих ґрунтів. Методичний алгоритм проектування та використання моделі розроблено лабораторією родючості гідроморфних і кислих ґрунтів ННЦ "ІҐА імені О.Н. Соколовського" у співпраці з кафедрою екології Житомирського національного агроекологічного університету [79]. Модель пройшла верифікацію на багатьох різновидах кислих ґрунтів в окремих науково-дослідних та учбових закладах (Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН (Львів-Оброшине); Інститут сільського господарства Полісся НААН (м. Житомир); Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва (м. Чернігів); Львівський національний університет імені Івана Франка, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Харківський національний університет імені В.В. Докучаєва, Житомирський національний агроекологічний університет). За короткий період грантової діяльності методичний алгоритм проектування даної моделі уточнено й адаптовано до окремих різновидів ґрунтів Харківсь-

кої та Волинської областей. Завдяки грантової діяльності нині з'явилась реальна можливість широкого обговорення, освоєння та практичної реалізації моделі з управління кислотно-основним режимом ґрунтів з підвищеною кислотністю.

Проте для об'єктивної діагностики кислотно-основних функцій ґрунту недостатньо визначити лише значення pH водної (активна кислотність), сольової (обмінна кислотність) чи лужної (гідролітична кислотність) витяжок із ґрунту. Дуже важливо встановити динаміку зміни pH під впливом зовнішніх кислотних чи лужних навантажень на ґрунт (випадання кислотних атмосферних опадів, застосування фізіологічно кислих чи лужних мінеральних добрив, хімічних меліорантів і ін.). Характер цієї динаміки, його темпи та коливання зумовлені кислотно-основними буферними властивостями ґрунту (pH-буферністю). Метод визначення pH-буферної здатності ґрунтів широко відомий. Вперше його запропонував О. Арреніус ще у 1922 році. В подальшому він модифікувався й удосконалювався різними дослідниками. Не змінюючи основних принципів і сутності, в модифікації ННЦ "ІҐА імені Соколовського" цей метод удосконалено в напрямі не тільки діагностування, але й визначення нормативів для оптимізації кислотно-основних функцій ґрунтів. Тобто процес діагностування (оцінювання) безпосередньо поєднано з оптимізацією, внаслідок чого було створено просту для практичного використання і наглядну графічну модель управління кислотно-основним режимом. Весь алгоритм формалізації та проектування моделі здійснено з використанням розробленої лабораторією родючості гідроморфних і кислих ґрунтів ННЦ "ІҐА імені О.Н. Соколовського" комп'ютерної програми "pH-buff".

Кислотно-основні буферні механізми оцінюються за їх здатністю протистояти факторам, спрямованим на зрушення усталеного, генетично притаманного конкретному різновиду ґрунту, показника активної кислотності (pH ґрунтового розчину).

Та чи інша складова буферної системи ґрунту вступає в дію залежно від того, в якій області знаходиться генетично притаманне даному ґрунту

значення показника активної кислотності. Провідна роль в цьому належить біо-органо-мінеральному комплексу ґрунту, його органічній, мінеральній, літологічній, біохімічній, біологічній складовим і структурним зв'язкам між всіма елементарними компонентами і блоками цього комплексу. Міцно зв’язані у алюмо- і залізо-гумусових комплексах водневі іони (необмінна або гідролітична кислотність) піддаються заміщенню під впливом взаємодії з агресивним лужним розчином оцтовокислого натрію з pH 8,2. Гідролітична (потенційна, прихована) кислотність водночас включає обмінні та необмінні гідрогенні іони. Вона може бути надто високою за підвищеного вмісту гумусу, проте родючість від цього не знижується.

Слід ще раз наголосити на хибність розрахунків норми внесення вапна за величиною гідролітичної кислотності. На жаль, цієї заяложеної методичної догми дотепер ніяк не може позбутись наша вітчизняна агрохімічна служба. Аналіз спеціальної літератури свідчить, що в діагностиці та оптимізації кислотно-основного режиму ґрунтів з підвищеною кислотністю головна роль належить таким трьом критеріям: показник активної кислотності, вапняний потенціал (pH – 0,5 pCa) та pH-буферна ємність в лужному інтервалі навантажень. Кислотно-основну рівновагу в ґрунтах постійно порушує коренева система рослин, мікроорганізми, що населяють ґрунт, інтенсивність висхідних і низхідних капілярних токів води, її хімічний склад, випадання кислотних чи лужних атмосферних опадів, внесення добрив, меліорантів тощо.

Різні види і навіть сорти рослин неоднаково ставляться до показника активної кислотності ґрунту. Оптимальну реакцію ґрунтового розчину для різних культур можна виразити в інтервалах, які відображені на рисунку 6.5.

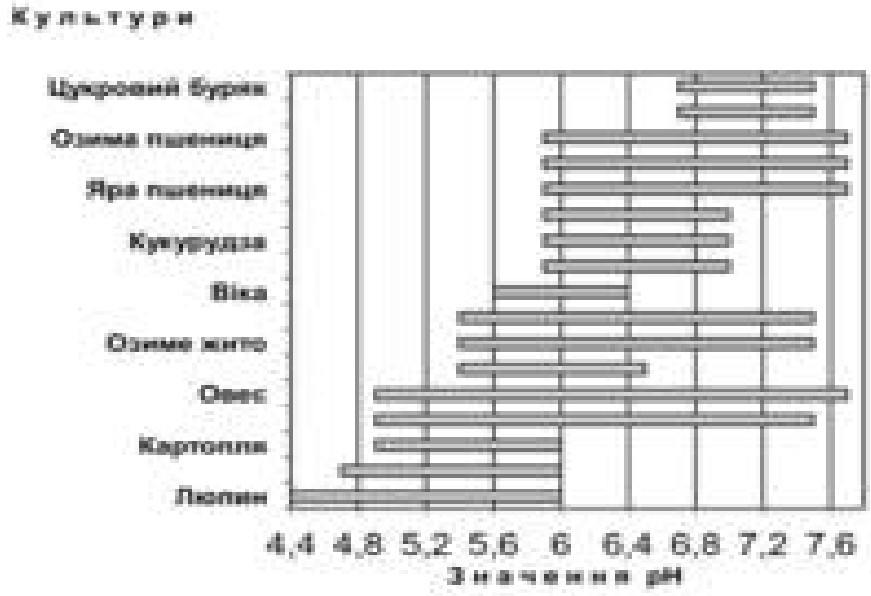


Рис. 6.5. Інтервали оптимуму pH ґрунтового розчину для культурних рослин

Сільськогосподарські культури за своїм відношенням до кислотно-основних реакцій ґрунтового середовища поділяються на стійкі (люпин, серадела, бруква, озиме жито, овес, тимофіївка, льон і ін.), середньостійкі (кукурудза, горох, яра пшениця, соняшник, конюшина), слабостійкі (соя, капуста, ячмінь, цукровий буряк, люцерна і ін.), кальцієфіли (конюшина, люцерна, соя, ячмінь, цукровий буряк, соняшник, озима пшениця, кукурудза і ін.) та кальцієфоби (озиме жито, картопля, більшість злакових багаторічних трав, льон, люпин і ін.). Деякі культури займають проміжну позицію між кальцієфілами та кальцієфобами (овес, просо та ін.), інші належать до культур широкої екології. Такі культури, як озиме жито, просо, овес, тимофіївка здатні зростати в умовах досить широкого діапазону коливання pH, інші – люцерна, цукровий буряк, бруква – у вузькому діапазоні pH. Чим більш широка екологія притаманна тій чи іншій сільськогосподарській культурі, тим легше оптимізувати відносно неї pH ґрунтового середовища, або ж необхідність в такій оптимізації повністю відпадає.

Ґрунтовий покрив України на переважній площі сільськогосподарських угідь за кислотно-основною рівновагою вміщується саме в діапазон 5,5-6,5

pH. Проте в регіонах Полісся, Лісостепу, Прикарпаття, Карпат і Закарпаття переважають ґрунти, в яких pH ґрунтового розчину знаходиться в діапазоні менше 5,5, тобто, в діапазоні добре вираженого кислого середовища. Навпаки, на півдні України, в заплавах річок різних регіонів, на значних площах поширені ґрунти з лужною реакцією ґрунтового середовища (солонцеві), на яких зазначені нами культури погано розвиваються за відсутності нейтралізації надлишку лугів в ґрунтовому розчині.

Ґрунти з лужним середовищем – це переважно солонцеві ґрунти з різнем ступенем насиченості іоном натрію, що надає ґрунтовому розчину лужної реакції (pH вище 7). Проект моделі діагностики й оптимізації лужного середовища розробляється аналогічно кислому, тільки критеріями оптимізації слугують pH-буферна ємність не в лужному, а в кислотному інтервалі навантажень і важливим діагностичним критерієм виступає солонцевий (натрієво-кальцієвий) потенціал. Оскільки на орних землях Харківської та Волинської областей солонцеві ґрунти, як правило, відсутні, то розробка моделі нейтралізації лужного середовища не входила в наше завдання.

Кислотно-основний режим ґрунтів обумовлений наявністю в ґрунтовому розчині та в обмінних і необмінних місцях біо-органо-мінерального комплексу ґрунту катіонів гідрогену, кальцію, магнію, натрію, алюмінію, заліза й ін. Співвідношення між воднем і кальцієм визначається як вапняний потенціал. За рівнозначного показника кислотності (наприклад, $pH_{водн}$ = 5,0 одиниць), але завдяки більш високій активності кальцію в ґрунтовому розчині, кислотно-основний стан поліпшується і токсична дія на рослину гідрогенного катіону істотно падає. Оптимальні умови зростання рослин створюються тоді, коли вапняний потенціал (pH – 0,5pCa) урівноважений і в ґрунтовому розчині міститься достатня кількість іонів кальцію для нейтралізації токсичної дії на рослину активних протонів – іонів водню. Аналіз численних літературних джерел і експериментальні дослідження ННЦ

“ІҐА імені О.Н. Соколовського” дозволяють в першому наближенні оцінити агроекологічний стан ґрунту відносно вапняного потенціалу, порогові значення якого наведено в таблиці 6.39.

Таблиця 6.39. Порогові значення вапняного потенціалу в основних типах ґрунтів Волинської і Харківської областей

Ґрунти, зона, адміністративна область	Порогові значення pH - 0,5 pCa				
	оптимальні	у кислотному інтервалі		у лужному інтервалі	
		допустимі	критичні	допустимі	критичні
Дерново-підзолисті супіщані (Полісся, Волинь)	4,2-4,8	4,2-3,3	<3,3	4,8-5,3	> 5,3
Торфові евтрофні мало- і середньозольні слабокислі (Полісся, Волинь)	4,4-5,5	<4,4-4,0	< 4,0	5,5-6,0	> 6,0
Ясно-сірі і сірі лісові середньосуглинкові (Лісостеп, Волинь)	4,1-5,0	4,1-3,1	< 3,1	5,0-5,5	> 5,5
Темно-сірі і чорноземи опідзолені важкосуглинкові (Лісостеп, Харківщина)	4,2-5,2	4,2-3,5	< 3,5	5,2-5,8	> 5,8
Чорноземи типові, чорноземи звичайні і чорноземи південні важкосуглинкові (Харківщина)	4,8-5,8	4,8-4,2	< 4,2	5,8-6,2	> 6,2

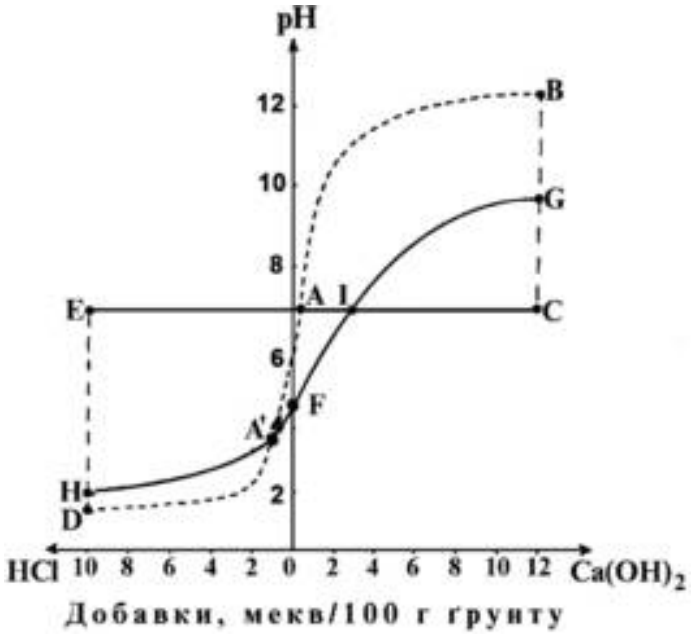
Дослідження показали, що для ґрунтів різної ґенези вапняний потенціал має відповідно свої оптимальні, допустимі та критичні параметри. Штучно створити не властиві даному ґрунту параметри вапняного потенціалу, які для інших ґрунтів є еталонними, майже неможливо і це може призвести до ускладнення екологічної ситуації, марнотратства хімічних меліорантів та добрив. При цьому порушується також загальний біологічний і геохімічний кругообіг речовин в екосистемах.

Іони гідрогену ґрунтового розчину за оптимальної активності (pH 5,6-6,5) та за оптимальних (допустимих) і генетично притаманних конкретному ґрунту значень вапняного потенціалу відіграють позитивну роль в його трофічних режимах, у трансформації органічних речовин, у мікробіологічній діяльності й азотфіксації, в блокуванні процесів надходження токсикантів і радіонуклідів у рослини. Отже, ще раз зазначимо, що такі критерії оцінки кислотно- основного стану ґрунтів як pH ґрунтового розчину, вапняний потенціал та pH-буферна ємність відіграють провідну роль в діагностиці та оптимізації кислотно-основного режиму кислих ґрунтів. Для порівняльної оцінки pH-буферності різноманітних ґрунтів встановлюється стандартна (“нульова”) крива зміни pH безбуферного субстрату, для якого використовують чистий крупно - або середньозернистий кварцовий пісок. Як стандарт рекомендують використовувати також криву титрування розчину $CaCl_2$.

В національному стандарті перевагу надано чистому грубо - або середньозернистому кварцовому піску, крива зміни pH в якому ідентична кривій титрування. Цю криву цитовані автори назвали кривою “нуль pH-буферності”. Вона слугує початковим відліком буферної ємності для кожної агроекологічної (на сьогодні – агровиробничої) групи ґрунтів, або конкретного ґрунтового різновиду (рис. 6.6).

З метою поглиблення діагностичної та управлінської значущості показників pH-буферності ґрунту на криву буферності наносять оптимальний інтервал значень pH - показника активної кислотності. Для більшості польових культур межі оптимального $pH_{водного}$ визначено на рівні 5,5 - 6,5 одиниць. Ки-

слотно-основний режим ґрунту діагностують за місцем знаходження на кривій буферності вихідного значення pH, яке визначено на графічній моделі як “вихідна (відображувальна) точка”. Вона фіксує значення pH в ґрунті на момент відбирання зразка або ж виміру його безпосередньо в полі (“in situ”).



------- крива “нуль” pH-буферності

—— крива p H- буферності кислого ґрунту

Рис. 6.6. Графічна модель керування кислотно-основним станом кислого ґрунту загального характеру

ADE та ABC - площі, які означають відповідно кислотну та лужну стандартні буферні ємності ($S_{Лст}$ і $S_{Кст}$) - що приймаються за 100 балів кожна; A'DH - площа, які означає кислотну буферну ємність ($БЄ_К$) ґрунту; A'BG – площа, яка означає лужну буферну ємність ($БЄ_Л$) ґрунту; A' - точка перетину кривої буферності ґрунту із кривою “нуль” буферності – означає урівноважений стан кислотно-основної реакції ґрунту; F - точка перетину кривої буферності ґрунту із віссю ординат - віддзеркалююча точка (ВТ) кислотно- основного стану , так зване вихідне значення актуальної кислотності ґрунту.

Проби ґрунту задля установлення кривої pH-буферності еталонних ґрунтових відмін необхідно відбирати на земельних ділянках екстенсивного

використання, на яких в останні 10 років поспіль, не вносили мінеральні добрива та хімічні меліоранти. Використовують, переважно, контрольні варіанти тривалих стаціонарних польових дослідів, значну частину яких, на превеликий жаль, закрито.

В таблиці 6.40 наведено динаміку зміни показника активної кислотності в основних різновидах ґрунтів Волинської і Харківської областей під впливом зростаючих кислотних і лужних навантажень.

Таблиця 6.40. Динаміка зміни pH ґрунтового розчину в основних різновидах ґрунтів Харківської і Волинської областей під впливом зростаючих добавок лугу та кислоти

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

чим більше вона відхиляється від кривої нуль- буферності, тим вища pH-буферна ємність досліджуваного ґрунту.

Найбільш "злісні" сильно кислі ґрунти з високим вмістом рухомого алюмінію та значним дефіцитом кальцію займають в Україні порівняно невелику площу – 650 тис. га. На орних землях Харківської і Волинської областей ґрунти із сильно кислим середовищем майже відсутні. На переважаючій частині площ кислих ґрунтів (слабо- і середньокислих) в названих областях найбільш перспективним є впровадження сучасних альтернативних способів хімічної меліорації (локальний, "підтримувальний", фітобіологічний).

Вапнування кислих ґрунтів в досліджених областях за традиційною моделлю суцільно- розкидної технології вапнування з розрахунку на величину прихованої (гідролітичної) кислотності часто-густо призводить до постійних і надто високих витрат вапнякових матеріалів та екологічних ризиків - до перевапнування, інтенсифікації процесів мінералізації органічних речовин, нітрифікації азотних сполук, вимивання карбонатів кальцію і продуктів мінералізації за межі кореневмісного шару ґрунту, емісії парникових газів, погіршення мікроелементного живлення рослин, тощо. Все це негативно позначається на екології ґрунтів і довкілля, якості дренажно-підґрунтових вод, урожайності кальцієфобних рослин та якості продукції. До вирішення проблем хімічної меліорації ґрунтів не слід підходити спрощено, тільки як до заходу з нейтралізації зайвої кислотності шляхом вапнування

Докорінне та запасне (пролонговане) збагачення ґрунтів біогенними елементами, створення стійкого високоємного буферного біо-органо-мінерального комплексу, застосування органічних і органо-мінеральних добрив, адаптація рослин до кислого середовища шляхом застосування відповідних біокальцієвих хелатних препаратів, фізіологічно активних речовин, залучення в орний шар внутрішньо-ґрунтових ресурсів з притаманним їм меліоративним ефектом, посіви рослин-фітомеліорантів – всі ці та інші заходи слід розглядати як важливі складові ресурсоощадної меліорації кислих ґрунтів. Вони докорінно поліпшують агрономічні та буферні властивості ґрунтів і до-

зволяють отримувати екологічно безпечну для споживання рослинну продукцію. Проведення хімічної меліорації за традиційними, доволі заяложеними, технологіями не відповідає вимогам сучасного високо конкурентного продовольчого ринку.

Слід ще раз наголосити, що суцільно-розкидна технологія вапнування за величиною прихованої (гідролітичної) кислотності для переважної частини кислих ґрунтів є хибною і безперспективною. На жаль, розрахунок норми вапна для суцільно-розкидної технології за старою методикою – за параметрами гідролітичної кислотності, і нині використовує агрохімічна служба (ДУ "Держґрунтохорона"). Для виправлення ситуації державній установі необхідно освоїти і поступово перейти на розробку проектів з хімічної меліорації ґрунтів за інноваційною моделлю, що пропонується.

В лабораторії родючості кислих і гідроморфних ґрунтів ННЦ "ІҐА імені О.Н. Соколовського" розроблено та запропоновано для широкого впровадження в практику сучасного землеробства технологію локальної меліорації ґрунтів. Вона є універсальною і ресурсозбережувальною, що успішно вирішує проблему поліпшення агроекологічного стану кислих ґрунтів (слабо- і середньокислих) без необхідності докорінної хімічної меліорації (всього орного шару).

Значна частина кислих ґрунтів залягає на карбонатному підґрунті. В цих випадках розвиток ґрунтових процесів слід скерувати у напрямі поступової фітобіологічної акумуляції у верхніх кореневмісних горизонтах карбонатів кальцію, якими багата підґрунтова порода. Цей захід здійснюють шляхом посилення висхідної міграції карбонатів кальцію з материнської породи у верхні горизонти кислого ґрунту. Отже, використання в сівозмінах культур, яким притаманна здатність ефективно "перекачувати" карбонати кальцію лужноземельних катіонів з карбонатного підґрунтя в кореневмісний шар ґрунту для нейтралізації зайвої кислотності є одним з ресурсоощадних фітобіологічних способів нейтралізації зайвої кислотності. До речі, сучасні спостереження свідчать, що в умовах потепління та кліматичних контрастів відбу-

вається поступова нейтралізація верхнього горизонту ґрунтів саме унаслідок інтенсифікації процесів висхідної міграції карбонатів лужно-земельних металів і акумуляції їх на поверхні ґрунту.

Отже, акцент у керуванні родючістю кислих ґрунтів слід зробити на необхідності суттєвої економії матеріально-енергетичних ресурсів і на відмові від застарілих моделей хімічної меліорації, впроваджуючи сучасні, всебічно обґрунтовані, інноваційні та екологічно безпечні “м’які” моделі хімічної меліорації кислих ґрунтів.

У стратегічному плані меліорація кислих ґрунтів передбачає формування та збереження їхнього оптимального агроекологічного стану, усунення негативних наслідків природних і антропогенних навантажень, інтенсифікацію землеробства в гумідних регіонах України, ресурсозбереження, екологічну та продовольчу безпеку. Наше бачення перспектив еволюційного розвитку меліорації кислих ґрунтів наведено в таблиці 6.41. На жаль, сьогоденна реальність така, що очікувати різкого (революційного) переходу на інноваційні технології не слід через відсутність необхідних інвестицій та програм інноваційно-інвестиційного розвитку середнього і малого агробізнесу.

Таблиця 6.41. Стратегія розвитку меліорації кислих ґрунтів

Стратегія використання ацидоморфних ґрунтів	Прогноз змін за основними показниками	Рекомендовані заходи
1	2	3
Існуюча з використанням традиційно удосконаленої технології хімічної меліорації кислих ґрунтів (перехідний період)	Загальна площа кислих ґрунтів зменшується, але через 5-7 років відновлюється до вихідного стану і ґрунти потребують повторного окультурювання.	Нормативи внесення вапна замість гідролітичної кислотності розраховують за кривою буферності з доведенням pH ґрунтового розчину до оптимального для вирощуваної культури і з урахуванням зміненої величини вапняного потенціалу.

Поліпшена із застосуванням технології підтримувальної меліорації та фіто меліоративних заходів	Площі слабо- і середньокислих ґрунтів не змінюються. Оптимізується активна кислотність в онтогенезі рослин.	Нормативи внесення вапна зменшуються на 40-50 % завдяки реструктуризації посівів та переходу на відповідну структуру сівозмін та систему удобрення. Вона спрямована, перш за все, на недопущення процесів вторинного підкислення.
Інноваційна з широким застосуванням технології локальної та фітобіологічної меліорацій (на найближчу та подальшу перспективу)	Сильно кислі ґрунти виводяться з ріллі під луки або підлягають меліорації за удосконаленою технологією. Площі середньо- та слабокислих ґрунтів не змінюються, але продуктивність їх зростає на 40-50 %. Повторна локальна меліорація через кожні 4-5 років.	Перехід на технологію локальної меліорації; впровадження спеціальних сівозмін з набором адаптованих до кислого середовища видів і сортів сільськогосподарських культур (фітомеліорація); збільшення площ під посіви багаторічних бобово-злакових трав, передусім, на ґрунтах з близьким заляганням карбонатів.

Тактичні (оперативні) заходи з реалізації меліоративних і агротехнологічних завдань включають таке:

— об’єктивну діагностику й оптимізацію агроекологічного стану кислих ґрунтів;

— ощадливе використання добрив і меліорантів;

— максимально можливе використання місцевих сировинних ресурсів;

— вирощування культур, адаптованих до кислого середовища;

— реструктуризацію посівних площ, доцільність вилучення з ріллі земельних ділянок, покритих сильнокислими ґрунтами, що важко піддаються меліорації та окультурюванню.

— максимальне насичення сівозмін бобовими культурами з метою секвестрації органічного азоту та поліпшення якості біо-органо- мінерального комплексу, перш за все, комплексу низько буферних ґрунтів;

— застосування фізіологічно нейтральних і лужних мінеральних

добрив;

— широке впровадження технології локальної меліорації (окультурювання) ґрунтів з необхідністю створення для цього системи спеціальних технічних засобів для заготівлі, виробництва, транспортування і просторово рівномірного локального занурення у ґрунт органо-мінерального добрива-меліоранту комплексної дії.

Нижче даємо опис алгоритму побудови графічної моделі діагностики й оптимізації кислотно-основного режиму ґрунту (моделі управління).

На вісь абсцис наносять добавки хімічного меліоранту, з допомогою якого передбачається меліорувати ґрунт і оптимізувати його кислотність. На вісь ординат – відповідні показники активної кислотності, що отримані під впливом зростаючих навантажень цього ж хімічного меліоранту. Отримують криву pH-буферності, на яку наносять оптимальні та допустимі межі параметрів активної кислотності (pH ґрунтового розчину). Розраховують норму меліоранту, яку необхідно внести у ґрунт, щоб перевести показник pH від вихідного рівня в оптимальну зону з урахуванням параметру вапняного потенціалу та вирощуваної культури. Оптимальний кислотно-основний стан можна створювати у всьому об’ємі орного шару, включаючи навіть значну частину підорного. Проте це надто витратна технологія. Високий еколого-економічний ефект отримують за умов переходу на інноваційні моделі системного управління родючістю ґрунтів.

6.4.5. Меліорація земель у системі управління родючістю ґрунтів

У ґрунтовому покриві України близько 63 % земельних угідь зайнято чорноземами. Решта 37 % - це малопродуктивні ґрунти, що вимагають меліоративного втручання. У Волинському Поліссі переважають низькородючі землі. Вони займають часто суцільні масиви, на більшості яких без меліорації ґрунтів і ґрунтового покриву досягти ефективного виробництва сільськогосподарської продукції неможливо. На Харківщині переважають потенційно родючі чорноземи. Проте дефіцит атмосферних опадів і водного живлення

рослин є відчутними чинниками, що лімітують урожаї, особливо в степовій зоні області. Ефективність управління потенціалом родючості чорноземів істотно підвищується на фоні зрошення.

Отже, меліорація, як докорінне поліпшення земель і режимів їх функціонування, - конче необхідний захід для сталого аграрного розвитку. Проте гостро стоїть проблема екологічних ризиків, уникнення яких можливе за умови обґрунтованого меліоративного освоєння земель усебічно. За умов незбалансованості і відірваності окремих видів меліорації і технологічних операцій від усього комплексу робіт з раціонального землекористування і системи управління родючістю виникають екологічні ризики. Меліорація, як правило, - це досить тяжке втручання у закономірний процес перебігу масо-та енергопотоків у екосистемах. Отже, будь-який меліоративний прийом повинен мати всебічно обґрунтовану підставу для його застосування – в іншому випадку ми наражаємось на непередбачувані екологічні, економічні, соціально-демографічні й інші ризики.

Кожному окремому виду меліоративного навантаження на ґрунтовий покрив притаманна та чи інша цільова задача. Одна група меліоративних впливів спрямована безпосередньо на структурну перебудову ґрунтової системи та ландшафту, інша - на структурно- функціональну, а ще інша – на функціональну. Якщо перші дві групи можна віднести до екологічно мало ризикованих, то третя несе пов’язані з небезпечними та часто-густо непередбачуваними ризиками. Меліорація земель повинна не суперечити закономірностям перебігу масо-енергетичних потоків в агроекосистемах, а гармонійно вписуватись у ці непрості, але закономірні процеси біосферної трансформації в ноосферні.

Ґрунти меліоративного фонду об’єднуються в групи, агроекологічний стан кожної з яких визначає вибір меліоративних заходів. Важливо, щоб меліорації підлягли землі з ґрунтовим покривом, що легко піддається ефективному сільськогосподарському освоєнню та здійсненню агротехнологічних операцій. Групи ґрунтів меліоративного фонду такі:

- гідродефіцитні (ксероморфні) ґрунти;
- галогенні (солонцеві, засолені);
- гідроморфні (заболочені, болотні мінеральні і торфово-болотні);
- ацидні (кислі) ґрунти;
- еродовані ґрунти і порушеніземлі;
- фізично деградовані ґрунти;
- скелетні ґрунти;
- техногенно забруднені ґрунти;
- агрогенно деградовані і забруднені ґрунти;
- радіонуклідно забруднені ґрунти.

Залежно від ступеня вираженості чинника, що обмежує можливість ефективно керувати родючістю, встановлюється першочерговість та вибір меліоративних заходів. Меліорація земель покликана вирішувати стратегічні задачі з охорони й ефективного використання ґрунтово-земельних ресурсів.

Вирішення проблем усунення можливих екологічних ризиків не може бути успішним за відсутності, перш за все, чіткої та обґрунтованої систематики меліорацій. Така систематика нами проведена і представлена в таблиці 6.42.

Усі відомі на сьогодні меліоративні заходи систематизовано в три ієрархічні рівні (типи, види і способи (різновиди) меліорації). Їх вибір, як інструментів для градаційного аграрного розвитку та підвищення ефективності систем управління елементами родючості (систем керованого землеробства), здійснюється за критеріями агроеколого- меліоративного стану земельних угідь, передусім тими, що лімітують їхню продуктивність.

У сучасну парадигму гармонізації екологічних і продуктивних функцій ґрунтів під впливом меліоративних заходів гармонійно вписуються, наприклад, такі інноваційні розробки ННЦ "ІҐА імені О.Н. Соколовського" та інших дослідних і наукових закладів України, як локальна меліорація ґрунтів, контурно-фітомеліоративне луківництво на заплавних землях, способи стру-

ктурних меліорацій, синергетичні меліоративні комплекси (протиерозійні, водорегулятивні, водозбережувальні тощо).

Таблиця 6.42. Систематика меліорацій

Ієрархічні рівні меліорації земель		
Типи	Види	Способи (різновиди)
1	2	3
Гідротехнічна меліорація	Зрошувальні системи	Дощування, поверхневе зрошення (по борознам, смугам, затопленням), внутрішньоґрунтове зрошення, краплинне зрошення, лиманне зрошення
	Дренажно-зрошувальні системи	Спосіб зрошення на фоні горизонтального дренажу. Спосіб зрошення на фоні вертикального дренажу
	Осушувальні системи	Осушення відкритими каналами. Осушення закритим дренажем. Осушення вертикальним дренажем і поглинальними колодязями
	Осушувально-зволожувальні системи	Дощувальні пристрої на осушувальних системах. Шлюзування каналів і дрен. Польдери
Хімічна меліорація	Вапнування, гіпсування, кислотування, фосфоритування, лесування і ін.	Суцільно-розкидний, компенсуючий, локальний, комбінований
Агротехнічна меліорація	Поверхнево- водорегулювальна агромеліорація	Планування поверхні, борознування, гребенювання, грядування
	Внутрішньоґрунтово-водорегулювальна меліорація. Лісо-чагарникова меліорація	Глибоке розпушення ґрунту, щілювання, аераційне кротування, меліоративно-захисні лісові і чагарникові смуги. Лісо-чагарникові смуги і куртини в комбінації із залуженням. Суцільні лісові і чагарникові насадження (заліснення)
Культуртехнічна меліорація	Меліорація (окультурення) поверхні земельної ділянки	Звільнення поверхні від деревно-чагарникових заростей, пеньків, каміння. Знищення купин, виположування поверхні

	Очищення родючого шару ґрунту від різноманітних баластових включень	Ліквідація дернового шару, очосу. Очищення орного шару від пеньків, деревини, каміння й інших твердих включень механічним і ручним способами. Первинна меліоративна оранка
Структурна меліорація	Структурна зміна твердої фази орного шару ґрунту	Піскування, глинування, торфування
	Структурна зміна ґрунтового профілю	Плантаж, надглибока напіввідвальна оранка, прокладка внутрішньоґрунтових, водозатримувальних прошарків, лінз, стрічок, осередків. Вертикальні свердловини, заповнені вологопідйомним матеріалом на піщаному ґрунтопідґрунті

Аналіз природи меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив та їх систематизація дозволяють в загальному стані оцінити роль і перспективи майбутнього розвитку меліорації ґрунтів, що можна сформулювати такими основними положеннями:

- перевагу слід надавати тим проектам меліорації, які вирішують не тільки економічні, а значною мірою екологічні та соціальні проблеми села і сільських громад. Корисні функції синергетичних меліоративних комплексів є досить суттєвим у рекреаційно-оздоровчому, соціальному, енергетичному, економічному та других сферах суспільного життя на селищних територіях;

- меліорація земель набуває провідної ролі в стабільності ресурсного та продовольчого забезпечення нашої країни, стан сильного страхового фонду, насамперед у екстремальні по погодним умовам роки;

- система проведення еколого-меліоративного сучасного моніторингу потребує методологічного, організаційного, земельно-оціночного, нормативно-правового удосконалення із урахуванням природи і режимів меліоративного навантаження на ґрунти та їх ґрунтовий покрив;

- розвитку меліорації земель сприяє створення в різних природних регіонах типових (еталонних) стаціонарних полігонів з необхідним сучасним те-

хнічним оснащенням для моніторингових спостережень та проведення комплексних наукових досліджень;

- роль моніторингових досліджень у розвитку меліорації земель зростає за умов розроблення та успішної реалізації державних програм з реконструкції і модернізації меліоративних систем, раціонального використання земель та виведення (ренатуралізації) частини їх (з деградованим ґрунтовим покривом) із сільськогосподарського обігу, створення нових крупнотоварних, високотехнологічних, спеціалізованих агроформувань на меліорованих землях.

Враховуючи високу соціальну значимість меліорацій, а саме із огляду на глобальні кліматичні зміни і сформування на європейський та світовий досвід цивілізованих земельно-ринкових відносин, водні, біологічні, агротехнічні, структурні та інші види та різновиди меліорацій вимагають подальшого удосконалення та сучасних інноваційних рішень, спрямованих на сталу екологічну, продовольчу та енергетичну безпеки держави. Цей напрям слід віднести до важливих стратегічних завдань з управління ґрунтово-земельними ресурсами та потенціалом їх родючості.

6.4.6. Регулювання реакції ґрунтового розчину

Комплексом показників визначається потреба ґрунтів у вапнуванні: величиною і ступенем кислотності ґрунту, гранулометричним складом, ступенем насиченості його основами, вмістом органічної речовини і відношенням культур сівозміни щодо реакції середовища.

Грунти України поділяють на п’ять груп по мірі кислотності і потребою в вапнуванні (табл. 6.43).

За потребою у вапнуванні ґрунти поділяють на 4 групи за ступенем насиченості основами:

менше 50% - потрібно вапнувати у першу чергу;

50-70% - потреба у вапнуванні є;

70-90% - вапнування здійснюють із врахуванням набору культур в сівозміні і рівня внесення мінеральних добрив;

>90% - не потрібне вапнування.

Таблиця 6.43. Потреба ґрунтів України у вапнуванні залежно від pH_{KCl}

Міра кислотності	pH_{KCl}	Потреба в вапнуванні грунтів
Дуже сильна	менше 40	Першочергове вапнування у всіх типах сівозмін
Сильна	4,2-4,5	так само
Середня	4,6 -5,1	Потреба середня у польових сівозмінах на піщаних ґрунтах, вапнування у овочевих сівозмінах і кормових на супіщаних і суглинкових ґрунтах;
Слаба	5,1-5,6	Велика потреба у вапнуванні супіщаних і суглинкових різновидностей, особливо в сівозмінах з травами, кормових та овочевих. В останню чергу вапнують піщані та глинисто-піщані ґрунти
Близька до нейтральної	5,6- 6,1	Вибірково вапнуються супіщані і суглинкові ґрунти, першочергово- у сівозмінах із вимогливими до вапна культурами. Не потрібно вапнувати ґрунти із pH_{KCl} > 6,6

Сільськогосподарські культури за реакцією на вапнування поділяють на 4 групи:

1. Картопля, брюква, люпин, середела – ті що мають слабку реакцію на вапнування.

2. Конюшина, столові, кормові та цукрові буряки, люцерна, капуста, ріпак, коноплі – ті що дуже добре реагують на вапнування;

3. Жито, льон, томати, овес, гречка -ті, що сприятливо реагують на вапнування;

4. Пшениця, горох, цибуля, соняшник, кукурудза, ячмінь, огірки – ті, що добре реагують на вапнування;

Важкі за механічним складом кислі ґрунти краще реагують на високі норми вапна. На легких ґрунтах потрібно вносити менші дози.

Таблиця 6.44. Потреба ґрунтів України у вапнуванні залежно від гідролітичної кислотності

Гідролітична кислотність у мг-екв на 100 г ґрунту	Потреба в вапнуванні
більше 4	Ґрунти першочергово вапнують у усіх ґрунтово-кліматичних зонах
4-3,1	Ґрунти першочергово вапнують у зонах Полісся і Лісостепу. Середня потреба виникає у вапнуванні ґрунтів Прикарпаття і Західного Лісостепу, слабка у грунтах гірських районів Карпат
3,2-2	Середня потреба ґрунтів в вапнуванні у зонах Полісся і Лісостепу, слабка – в підзоні Прикарпатті, відсутня – на території гірських районів Карпат
2-1,9	Потрібно вапнувати опідзолені ґрунти Лісостепу; необхідно - на Поліссі супіщаних, піщаних і глинисто-піщаних ґрунтів
1,9-1,5	Слабко потребують вапнування піщані і глинисто-піщані ґрунти
менше1,6	Вапнування не потрібне

За умов, якщо у чорноземах Лісостепу лінія скипання карбонатів на глибині понад 50 см знаходиться, а гідролітична кислотність, що перебільшує 2 мг-екв/100 г ґрунту, то у зерно-бурякових сівозмінах вапно потрібно вносити один раз на ротацію під багаторічні трави чи цукрові буряки.

Кислотність ґрунтового середовища має дуже велике значення для плодових садів. Оптимальною реакцією вважається pH_{H_2O} 6-8. На кислих ґрунтах при pH нижче 5 для зерняткових і при pH нижче 6 для зерняткових порід потрібно вапнувати. За вибору ділянки під сади та розрахунку потреби ґрунтів у вапнуванні використовують шкалу, яка наведена у табл. 6.45.

Таблиця 6.45. Оцінка кислотності грунтового розчину під плодові насадження (за В.Ф.Вальковим)

$pH_{вод}$	Можливість в садах та потреба ґрунту в вапнуванні
менше 3,5	не застосовують
3,5-4,6	можна під плодові насадження тільки після вапнування
4,5-6,1	можна під плодові насадження, але бажано вапнування для кісточкових порід
6,0-8,1	можна під сади без меліорацій
8,0-8,5	Гарні ґрунти для кісточкових та задовільні для зерняткових порід
>8,5	Не придатні під сади

Методи визначення норм вапна

В усіх зонах поширення кислих ґрунтів в Україні, незалежно від вирощуваних культур, норму вапна визначають за величиною гідролітичної кислотності ґрунту:

$$Д = \frac{0.5 \cdot Нг \cdot S \cdot h \cdot dv}{100}$$

де, 0,5- кількість грамів $CaCO_3$ що потрібно задля нейтралізації 1 мг-екв. кислотності у 1 кг ґрунту;

Д -доза $CaCO_3$, т/ га;

S- площа 1 га -10000 м²

Нг -гідрологічна кислотність, мг.екв на 100 г ґрунту;

h – глибина шару ґрунту, в який вноситься вапно, м;

dv – щільність ґрунту, г/см³.

В останні роки для розрахунку норм вапна в Україні широко використовується нормативний метод – за величиною витрати $CaCO_3$ для зміни pH на 0,1 (табл. 6.46).

Дозу розраховують за формулою:

$$Д = 10 \cdot \Delta pH \cdot X$$

де ΔpH- різниця поміж оптимальним та фактичним значенням pH_{KCL} ($\Delta pH = pH_{опт.} - pH_{факт.}$);

Д- доза $CaCO_3$, т/га;

10- коефіцієнт перерахунку на увесь діапазон зміни кислотності;

Х- норма витрат $CaCO_3$ на зміщення pH_{KCL} на 0,1, т/га.

Допускається визначення дози вапна за показниками pH_{KCL} і механічним складом для кислих ґрунтів в Поліссі, і піщаних, супіщаних ґрунтів західних регіонів України. Ці дози вапна (табл.63) приблизно відповідають 0.5 – 0.75 дози, які встановлюють за показниками гідролітичної кислотності.

Однак, результати досліджень і практика агрохімічної служби свідчать, що дози вапна, визначені за таблицею, не можуть надавати повного ефекту. За вапнування такими дозами не можуть досягатися такі параметри реакції ґрунтового розчину, і позитивний вплив на урожайність культур може обмежуватися в 4-5 років.

Таблиця 6.46. Нормативи витрат вапнякових меліорантів для кислих ґрунтів України (Грінченко Т.О., 1991)

Гранулометричний склад ґрунту	Інтервал pH_{KCl}	Норматив витрат $CaCO_3$ для зміни pH_{KCl} на 0,1, т/га
Дерново-підзолисті		
Піщаний і супіщаний	<4,5	0,45
	4,6 – 5,0	0,61
	5,1 – 5,5	0,63
Легко- і середньосуглинковий	<4,5	0,71
	4,6 – 5,0	0,81
	5,1 – 5,5	0,84
Сірі лісові і чорноземи опідзолені		
Піщаний і супіщаний	<4,5	0,48
	4,6 – 5,0	0,62
	5,1 – 5,5	0,65
Легко- і середньосуглинковий	<4,5	0,66
	4,6 – 5,0	0,80
	5,1 – 5,5	0,91
Важкосуглинковий	<4,5	0,68
	4,6 – 5,0	0,81
	5,1 – 5,5	0,93

За застосування високих доз мінеральних азотних добрив pH ґрунтового розчину підвищується. На кожний центнер фізіологічно кислих добрив необхідно додатково вносити вапно (табл. 6.47).

Отже, при встановленні дози вапна потрібен диференційований підхід до вибору методу: на високо буферних ґрунтах її визначають за гідрологічною кислотністю; на слабкобуферних легкого гранулометричного складу – за pH сольової витяжки, а при наявності місцевих диференційованих нормативів – за величиною витрачення $CaCO_3$, для заміщення pH на 0,1. Останній можна застосовувати для розрахунків потреби сільського господарства у вапнякових добривах загальної, і також при проведенні додаткового вапнування та з метою оптимізації реакції ґрунтового розчину кислих ґрунтів на полях з інтенсивними технологіями вирощування культур.

Таблиця 6.48. Дози $CaCO_3$ для вапнування кислих ґрунтів легкого гранулометричного складу при різній глибині орного шару, т/га

Ґрунти	Обмінна кислотність, pH_{KCl}								
	<4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	<4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	<4,5	4,6-5,0	5,1-5,5
Шар	0-20 см			0-25 см			0-30 см		
Піщані	3,7	2,5	1,2	4,6	3,1	1,5	5,0	3,7	1,9
Супіщані	4,4	3,4	1,9	5,5	4,1	2,4	6,5	5,0	2,7

Таблиця 6.49. Дози $CaCO_3$ для нейтралізації фізіологічно кислих добрив, ц на 1 ц добрив

Назва добрив	Хімічна формула	Доза $CaCO_3$
Сульфат амонію	$(NH_4)_2SO_4$	1,21
Хлористий амоній	NH_4Cl	1,41
Амонійна селітра	NH_4NO_3	0,75
Сульфат амонію-натрію	$(NH_4)_2SO_{4x}Na_2SO_4$	0,91
Амонійна вода	$NH_3 + H_2O$	0,40
Аміак безводний	NH_3	2,90
Сечовина	$CO(NH_2)_2$	0,80
Амофос	$NH_4H_2PO_4$	0,65

Якщо для вапнування ґрунтів застосовують матеріали, котрі містять окрім $CaCO_3$ ще і другі форми кальцію і магнію (приклад: гідроксид кальцію, доломітове борошно, магнію), то під час розрахунків доз вапна потрібно їх переводити у $CaCO_3$. Коефіцієнти переведення розміщені у табл. 6.50.

Таблиця 6.50. Коефіцієнти для перерахунку різних меліорантів із сполуками кальцію й магнію у $CaCO_3$

Назва речовини	Хімічна формула речовини	Коефіцієнт для перерахунку
Карбонат магнію	$MgCO_3$	1,20
Оксид кальцію	CaO	1,78
Оксид магнію	MgO	2,50
Гідроксид магнію	$Mg(OH)_2$	1,72
Гідроксид кальцію	$Ca(OH)_2$	1,35

Строки та місце внесення вапна у сівозмінах

Для розвитку сільськогосподарських культур у сівозмінах нормальні умови реакції ґрунтового регулюють агротехнічними заходами а саме: місцем, строками і способом внесення, дозою вапнякового матеріалу, його видом і якістю.

Аби регулювати кислотність ґрунту використовують різні меліоранти. Саме частіше- це осадові породи, що складаються як правило із доломіту ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$), кальциту ($CaCO_3$).

За взаємодії вапна із ґрунтом проходять такі реакції:

$[ГВК^-]2H^+ + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow [ГВК^-]Ca^{2+} + H_2O + CO_2;$

$CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2;$

$[ГВК^-]2H^+ + Ca(OH)_2 \rightarrow [ГВК^-]Ca^{2+} + 2H_2O;$

$Ca(HCO_3)_2 + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 2H_2CO_3;$

$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^-.$

Вапно може взаємодіяти і з вільними органічними кислотами та азотною кислотою, що утворюється при нітрифікації, нейтралізуючи його:

$2HNO_3 + CaCO_3 = Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$

$2R\text{-}COOH + CaCO_3 = Ca(R\text{-}COO)_2 + H_2O + CO_2$

На кислих які містять алюміній в обмінній формі ґрунтах, із вуглекислим кальцієм проходить така реакція:

$[ГВК^-]2Al^{3+} + 6CaCO_3 + 6H_2O \rightarrow [ГВК^-]3Ca^{2+} + 3Ca(HCO_3)_2 + Al(OH)_3$

Кальцій переходить у ввібраний стан, а ґрунтовий розчин збагачується на бікарбонат кальцію.

На ґрунтах з гідролітичною кислотністю понад 5 мг-екв на 100 г ґрунту (сильно кислі), нейтралізуючу дію на грунт чинить фосфоритне борошно:

$[ГВК^-]2H^+ + Ca_3(PO)_4 \rightarrow [ГВК^-]Ca^{2+} + 2CaHPO_4$

Утворений фосфорит переходить в більш розчинну форму, і тим самим відбувається краще живлення рослин фосфором.

За врахування різного відношення сільськогосподарських культур до кислотності ґрунтового розчину, вапно вносять з таким розрахунком, щоб його максимальна дія проявлялась в полях із культурами першої та другої груп, і трохи менше - на культурах третьої та четвертої.

Кращий спосіб внесення вапнякових матеріалів під дискування з подальшою оранкою плугом з передплужником. Чим довший період взаємодії вапна з ґрунтом, тим вища його ефективність. Після внесення вапнякових матеріалів сприятлива реакція ґрунтового середовища встановлюється поступово, тому вапно бажано вносити у відповідності з особливостями культури що висівається, враховуючи спеціалізацію сівозміни (табл.51).

Не завжди удається провести із організаційних причин вапнування у теплу пору року. Можна вносити вапно взимку із осені чи не ораному полю на рівних за рельєфом площах, чи пологих схилах (до 4 - 5°) у безвітряні дні; по неглибокому свіжому снігу не >20 см під досить вимогливі щодо вапна культури чи їхні попередники на освоєних землях, луках та пасовищах вперше.

Таблиця 6.51. Місце внесення вапна в сівозмінах різної спеціалізації

Сівозміна	Місце внесення вапна
Зерно-трав'яна	У пару під озимі, під ярі культури, особливо з підсівом багаторічних трав
Кормова	У пару під озимі, під ярі культури, особливо з підсівом багаторічних трав і під кормові коренеплоди
Зерно-льонотрав'яна	Під покривні для конюшини культури
Зернокартопляна	Безпосередньо під картоплю перед оранкою, можна поверхнево по сходах або після картоплі
Овочева	Під капусту і буряк чи їх попередники; під картоплю або по її сходах
Зернобурякова	Під буряк, у сівозмінах з багаторічними травами під покривну культуру

Не рекомендується проводити вапнування взимку на землях, що затоплюються навесні, а також під час відлиг та бездоріжжя. На практиці рекомендується використовувати календар робіт із вапнування (табл.6.52).

Таблиця 6.52. Календар робіт по вапнуванню кислих ґрунтів

Місяці	Місце проведення робіт
Квітень-травень	Під культури ярого висіву та під багаторічні трави
Червень-серпень	Після збирання займаючих пар культур та трав першого і другого року використовування під озимі
Вересень-жовтень	Після збирання ярих, озимих та просапних культур
Листопад-березень	По снігу або мерзлому ґрунту на рівних полях, під усі ярі культури окрім картоплі та льону на вперше освоєних луках, пасовищах, землях

Під час складання плану робіт необхідно мати на увазі ступінь потреби ґрунтів в вапнуванні, характеристику дії вапнякових матеріалів на окремі культури та ураховувати технологію їх вирощування.

Визначення потреби ґрунтів у гіпсуванні

При вирішенні питань хімічної меліорації солонців і солонцюватих ґрунтів, яких на території України понад 4 млн. га, важливо встановити ступінь солонцюватості. Такий показник показує, у якій мірі ґрунтовий вбирний комплекс насичений обмінним натрієм.

Ступінь солонцюватості розраховують за формулою:

$$A = \frac{a \cdot 100}{Eo},$$

де, а- вміст обмінного натрію, мг-екв/100 г ґрунту;

А- ступінь солонцюватості, % від ЄКО;

100- коефіцієнт для перерахунку в проценти.

Ео -ємність катіонного обміну, мг-екв/100 г ґрунту;

За класифікацією Антипова-Каратаєва, ґрунти поділяють на 5 груп, залежно від умісту увібраного натрію у орному шарі, % від МКО (табл. 6.53).

Таблиця 6.53. Класифікація солонцюватих за Антиповим-Каратаєвим ґрунтів

Стадія солонцюватості ґрунту	Вміст обмінного натрію, % від ЄКО
Несолонцюватий	<6
Середньосолонцюватий	11-15
Слабкосолонцюватий	6-10
Дуже солонцюватий	16-20
Солонець	>21

Визначити можна за ілювіальністю профілю ступінь солонцюватості ґрунту. Розрахунки проводять за формулою:

$$N = \frac{B - A}{A + B} \cdot 100 \quad ,$$

де, А- уміст мулу у елювіальному горизонті, %;

N- ступінь ілювійованості профілю, %;

100- коефіцієнт задля перерахунку у %;

В- вміст мулу в ілювіальному горизонті, %.

Оцінювання ступеню солонцюватості проводять за шкалою (табл. 6.54).

Таблиця 6.55. Градації ґрунтів за ступенем солонцюватості

Ступінь солонцюватості ґрунту	Ступінь ілювійованості профілю, %
Несолонцюватий	<4
Слабкосолонцюватий	4-12
Середньосолонцюватий	12-19
Дуже солонцюватий	19-27
Солонець	>27

Щоб оцінити швидкість солонцевого процесу запропоновано визначати співвідношення активності іонів Na^+ і Ca^{2+} в ґрунтовому розчині фахівцями інституту ґрунтознавства та агрохімії УААН. За такими показником ґрунти поділяють на шість градацій (табл. 6.56).

Таблиця 6.56. Межі інтенсивності солонцевого процесу за співвідношенням активності іонів Na^+ та Ca^{2+}

Інтенсивності розвитку солонцевого процесу	$a\ Na^+/a\ Ca^{2+}$
Процес не розвивається	< 0,6
Розвивається слабко	1,6-3,0
Розвивається дуже слабко	0,5-1,6
Розвивається швидко	6,0-10,1

Розвивається вкрай дуже швидко	3,0-6,1
Розвивається дуже швидко	>10,1

Розрахунок доз і норм меліорантів

Теоретичною основою хімічної меліорації солонців і солонцюватих ґрунтів є до насичення ґрунтового вбирного комплексу кальцієм за рахунок витіснення увібраних натрію і магнію. Найвища ефективність спостерігається при внесенні меліоранту безпосередньо в солонцевий горизонт і рівномірному перемішуванні його з ґрунтом фрезою або культиватором із наступною оранкою.

При хімічній меліорації важливо встановити оптимальну дозу гіпсу, яка повинна забезпечити нормальні умови розвитку рослин та проходження фізико-хімічних і біологічних процесів в ґрунті. Норми меліорантів вираховують за такими формулами:

для слабонатрієвих солонців нейтрального засолення

$$Д = 0,086 \cdot Na * \cdot dv * \cdot h$$

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

0,086- 1 мг-екв. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$;

Д- доза гіпсу ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), т/га;

dv- щільність ґрунту, г/см^3.

h- глибина меліоративного шару ґрунту, см;

для середньо- та багатонатрієвих солонців (Na > 20% ЄКО)

$$Д = 0,086 * \cdot (Na - 0,1МКО) * \cdot h * \cdot dv,$$

де, 0,1-неактивна частина натрію, яка становить у багатонатрієвих солонців 10% ЄКО.

ЄКО- місткість катіонного обміну, мг-екв/ 100 г ґрунту;

для солонців содового засолення

$$Д = 0,086 * \cdot [(Na - 0,1МКО) + (S' - M)] * \cdot h * dv,$$

де S' -вміст CO_3^{2-} + HCO_3^- у водній витяжці, мг-екв./100 г ґрунту;

M -вміст Ca^{2+} + Mg^{2+} у водній витяжці, мг-екв. на 100 г ґрунту.

для магнієвих солонців (Mg > 30% МКО)

$$Д = 0,086 * [(Na - 0,1МКО) + (Mg - 0,3МКО]*dv, * h$$

де, Mg- уміст увібраного магнію, мг-екв./100 г ґрунту.

Для меліорації солонців, крім гіпсу, використовують глино гіпс, хлорид кальцію, сірку, сульфат заліза, сульфат амонію, мінеральні кислоти: азотну, сірчану, соляну. Ефективністю впливу меліоранту на ґрунт та розчинність у воді визначається його вибір. Використовуючи замість гіпсу інші меліоранти враховують зміст меліоруючи речовин, еквівалентний 1 тонні гіпсу (табл.6.57).

Таблиця 6.57. Розчинність хімічних речовин, які застосовуються при меліорації солонцевих ґрунтів і коефіцієнти перерахунку їх на гіпс

Назва меліоранту	Хімічна формула	Розчинність на 100 мл води, при 20°С,г	Коефіцієнт перерахунку на гіпс
Гіпс	$CaSO_4 \cdot x\ 2H_2O$	0,241	1,00
Хлорид кальцію	$CaCl_2\ x\ 6H_2O$	5,6	0,86
Сірчана кислота	H_2SO_4	Не обмежено	0,57
Сульфат заліза	$FeSO_4\ x\ 7H_2O$	26,5	1,62
Фосфогіпс	$CaSO_4 \cdot *2H_2O$	0,250	1,00
Сірка	S	Не розчинна	0,19

Із урахуванням вмісту гіпсу і вологи у матеріалі обчислюють фізичну норму меліоранту за такою формулою:

$$H_ф = ДCaSO_4 * 100/C(100 - W),$$

де $H_ф$ – фізична норма меліоранту, т/га;

W- вміст вологи в матеріалі, % на суху наважку;

С-вміст $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ у матеріалі у %.

Строки і місце внесення гіпсу в сівозміні

За внесення гіпсу у ґрунт іони кальцію можуть нейтралізувати соду ґрунтового розчину та витісняти увібраний натрій із ГВК:

$[ГВК^{2-}]2Na^{+} + CaSO_4 \rightarrow [ГВК^{2-}]Ca^{2+} + Na_2SO_4$

$NaCO_3 + CaS0_4 \cdot 2H_2O \rightarrow NaSO_4 + CaCO_3 + 2H_2O.$

За невеликих кількостей Na_2SO_4, що виникає за гіпсування, не може шкодити рослинам. За гіпсування багатонатрієвих солонців в ґрунті виникає понад велика кількість Na_2SO_4, який потрібно видаляти із кореневмісного шару промиванням. За умов богарного землеробства такий підхід можна зробити снігозатриманням чи накопиченням поверхневого стоку.

Окрім гіпсу і фосфогіпсу, задля меліорації солонців використовують сірчану кислоту, сірку, пірит, залізний купорос. За внесення їх у ґрунт проходить наступна реакція:

Сірка S (сірчана кислота)

$2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$ *(сірка окислена мікроорганізмами)*

$H_2SO_4 + CaCO_3 + 2H_2O \leftrightarrow CaSO_4 x\, 2H_2O + H_2O + CO_2$

$[ГВК^{2-}]2Na^{+} + CaSO_{4x}2H_2O \leftrightarrow [ГВК^{2-}]\, Ca^{2+} + Na_2SO_4 + 2H_2O$

Пірит

$2\, FeS_2 + 7\, O_2 + 2\, H_2O \rightarrow 2\, FeSO_4 + 2\, H_2SO_4$

$Na_2CO_3 + FeSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + FeCO_3$

$FeCO_3 + 2H_2O \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow + H_2O + CO_2 \uparrow$

Залізний купорос

$FeSO_4 + 2H_2O = Fe(OH)_2 + H_2SO_4$

$H_2SO_4 + 2CaCO_3 \leftrightarrow CaSO_4 + Ca\,(HCO_3)_2$

Хімічні реакції проходять у різні напрямки, а тому солі натрію, що виникли, потрібно вилучати за меж і профілю ґрунту.

Хімічні меліоранти не вирішують всіх питань докорінного поліпшення солонців. Їх необхідно застосовувати в комплексі з агротехнічними та бі-

ологічними способами. Тільки за такої умови може відбуватися максимальна ефективність хімічної меліорації грунтів.

При освоєнні солонцевих ґрунтів, перевагу слід віддавати солонцестійким рослинам (табл.6.58). Вони в меншій мірі знижують урожайність, порівняно з несолонцестійкими рослинами.

На солонцевих ґрунтах Лісостепу із малою чисельністю плям солонців, потрібно уводити сівозміни із п'ятьма полями із чергуванням культур: буряки цукрові або кормові, ярі зернові з підсівом люцерни, люцерна, озима пшениця, а на площах з великою кількістю содових солонців – чотирипільні: буряк цукровий, озима пшениця, просо чи овес і з підсівом буркуну, буркун.

Таблиця 6.58. Солонцестійкість сільськогосподарських культур

Міра стійкості	Культура
Дуже сильна	Донник жовтий і білий, гірчиця
Сильна	Волосянець ситніковий, пирій безкореневищний, сизий, ячмінь, повзучий та солонцевий, регнерія волокниста, цукровий і кормовий буряк
Середня	Люцерна строкатогібридна, синьогібридна і жовтогібридна, кострець безостий, житняк гребенчатий і широколистий, овес, суданська трава, просо зернове, жито
Слабка	Еспарцет, сорго, озима пшениця

Аби мати високу ефективність хімічних меліорантів, потрібно збільшити їхню розчинність та забезпечити гарне перемішування із ґрунтом. В польових сівозмінах слід вносити меліоранти під просапні культури, які сприяють накопиченню вологи та додатковому перемішуванню меліоранту із ґрунтом за міжрядного обробітку (табл. 6.59).

Таблиця 6.59. Місце внесення гіпсу в сівозмінах різної спеціалізації

Сівозміна, угіддя	Місце внесення гіпсу

Зернопарова	У пару під озимі
Зернопросапна	Під просапні культури
Зернопаропросапна	У пару і під просапні культури
Зернобурякова	Під буряк, чи його попередник
Зрошувана	Під першу культуру при зяблевій оранці
Природні кормові угіддя	На початку освоєння земель

У степовій зоні та зоні сухого степу найкращим місцем внесення гіпсу за умов богарного землеробства є парове поле, чи поле просапних культур. Гіпс можна вносити під першу культуру за зяблевої оранки, чи навесні під культивацію на зрошуваних землях.

На початку освоєння земель під більшої міри солевитривалі культури такі як просо, буркун, сорго, суданську траву меліоранти вносять на природних кормових угіддях. Великі дози меліорантів можна вносити у два прийоми: половину - восени під основний обробіток ґрунту, решту- під дискуванням чи культивацію навесні.

На солонцюватих відмінах чорноземів звичайних, південних і каштанових ґрунтах, якщо солонцевий шар грунту не потрапляє на верхню частину профілю за оранки, то цю норму меліоранту заорюють; на зрошуваних землях його вносять вже після оранки та заробляють боронами. Половину норми гіпсу вносять за оранки, а другу половину - під культивацію на кіркових та стовпчастих солонцях, там, де за оранки виноситься на поверхню велика кількість солонцевого шару.

При нейтральному засоленні, рекомендується проведення триярусного або плантажного обробітку з метою включення до орного шару кальцієвих солей ($CaCO_3$ або $CaSO_4*2H_2O$), що знаходяться у підсолонцевому горизонті. Добрі результати дає також агробіологічна меліорація. Окультурення високо стовпчастих солонців, на яких гіпсування малоефективне, можна досягти шляхом нанесення на “солонцеві плями” чорноземного ґрунту, багатого на кальцій, органічні речовини, з ділянок, що розташовані поряд. Позитивні

результати забезпечує внесення на такі плями високих доз органічних добрив разом з меліорантами. При комплексному окультуренні засолених ґрунтів ефективне їх промивання.

Отже, комплекс заходів меліорації солонців та солонцюватих ґрунтів має вміщувати такі заходи:

- обробіток ґрунту плантажну оранку на 60 – 70 см чи чизельними розпушувачами на глибину 15 – 45 см;

- хімічні заходи- внесення меліорантів;

- планіровку чи вирівнювання поверхні поля;

- використання мінеральних і органічних добрив, як засобів, які прискорюють хімічну меліорацію та підвищують родючість ґрунтів;

- створення дренажу промивного типу водного режиму за рахунок снігозатримання, зрошення, регулювання поверхневого стоку та влаштування;

-створення сприятливого агробіологічного фонду шляхом висіву солестійких рослин у перші роки: буркуна, люцерни, суданки, після меліорації і за міри окультурення: пшениці, ячменю, буряків цукрових, сорго.

6.5. Біологічний режим ґрунту

Утворення ґрунту і родючості - результат життєдіяльності організмів, що населяють цей ґрунт. Найбільш тісно пов'язана з ґрунтом життєдіяльність рослин, які без нього не можуть існувати. Крім того, саме вищі зелені рослини дають 65-70% “сировини” для утворення гумусу. Кожному з типів рослинності (деревній, лучній, степовій, пустельній формацій) властиві свої специфічні взаємовідносини між організмами, що входять до їх складу, своя взаємодія з середовищем, в якому ці організми розвиваються і в першу чергу - з ґрунтом, на якому вони зростають.

На земній суші щороку утворюється $5{,}3\text{-}10^{10}$ т біомаси, яка синтезується зеленими рослинами за рахунок CO_2 атмосфери, фотосинтетично активної сонячної радіації, води та мінеральних солей ґрунту.

Всі живі організми на Землі взаємозв'язані в біологічні ценози так, що повністю якось відмежувати вищі рослини від інших організмів з метою вивчення їх ролі - дуже важко. Звичайно, основна функція вищих зелених рослин - це постачання основної маси органічних решток для участі в біологічному колообігу речовин. Крім того, зелені рослини беруть участь у трансформації мінералів ґрунту, у формуванні зложення та структури всієї кореневмісної товщі ґрунту, в регулюванні (наземними частинами) водно-повітряного та теплового режимів. Дуже важливе значення для утворення ґрунту мають не лише масштаби, хімічний склад щорічно відмираючої біомаси, але й строки і темпи надходження цієї маси у ґрунт.

Головним джерелом органічної речовини ґрунту потрібно мати в розгляді усі компоненти біоценозу. Проте у більшій частині наземних біоценозів зелені рослини чи автотрофи мають саму більшу біомасу, приріст щороку, кореневий і наземний опад. У такому разу саме вони дають головний матеріал щодо формування органічної частини ґрунту. Але є правдою те, що специфічний хімічний склад мікроорганізмів і тварин, великий вміст у них білків спонукають також важливу їх роль у збагаченні азотними компонентами органічної частини ґрунту.

За даними Тюріна І.В., органічні рештки мікроорганізмів становлять тільки близько 1/3 од решток біомаси зелених рослин, і водночас із фауни накопичується у ґрунті вкрай мало - 100-200 кг/га сухої речовини.

Джерелом утворення гумусу у орних ґрунтах становлять органічні добрива - 1 т гною може дати ґрунтові 40-60 кг гумусу, пожнивні і кореневі рештки культурних рослин. Динамічна рівновага гуміфікація ↔ мінералізація на початковому етапі сільськогосподарського використання ґрунтів зміщується у бік посилення мінералізації та визначається зменшення кількості гумусу. Головними агентами такого явища є: дастатнє скорочення поступання рослинних решток в ґрунт, посилення мікробіологічної активності і переміщування верхнього шару ґрунту з менш гумусованими нижніми шарами. Крім цього, при нестачі органічної речовини в ґрунті, гетеротрофна

мікрофлора для своєї життєдіяльності у якості джерела енергії застосовує гумус, який у наприкінці обумовлює дегуміфікацію.

Найважливіша і загальна закономірність природної рослинності, як зазначив Саввінов М.І. - переважаюча частини живих коренів її до поверхневого шару ґрунту приурочена. Так, коренева система цілинної рослинності чорноземів більше ніж у 3 рази переважає кореневу масу ґрунтів, що обробляються, навіть під багаторічними травами, які відзначаються кореневою системою досить потужною. У цілинних чорноземах кореневої маси було набагато більше також і у метровому шарі ґрунту.

Коренева система - основний продукт органічної речовини в ґрунті, як відзначав ще П.А. Костичев. Такий аспект підтверджується тим, що розподілення органічних речовин у ґрунтах дорівнює у них розташуванню коренів рослин. Указано, що гумус утворюється не лише із кореневого опаду, а також із водорозчинних органічних та органо-мінеральних речовин, які належать кореневі виділення рослин (Пономарева, Плотникова,1980) [68]. До складу кореневих виділень вносять амінокислоти, органічні кислоти, ферменти, цукри та вітаміни, загальна їх чисельність під культурними рослинами рівна 10% від їх маси.

Аналізування виявило, що кількість поступаючих в ґрунт кореневих і поверхневих решток залежить від багатьох факторів, і в першу чергу, від біології культури, ґрунтово-кліматичних умов, рівня урожайності і агротехніки [87] .

Найменша кількість поверхневих і кореневих решток надходять у ґрунт на зернових та просапних культурах - 25-50 ц/га, а під однорічними зернобобовими - 18-25 ц/га, у той час як під багаторічними бобовими та злаковими травами на гектарі лишається до 100 ц та більше рослинних решток [88].

Незначна маса сухих рослинних решток, що можуть бути застосовані в якості органічного добрива наступна: цукрового буряка - 7,5 т/га, солома зернових культур-5, пожнивний сидерат-2,5 т/га.

Самий великий уміст азоту знаходиться у кореневих та поверхневих рештках люцерни, конюшини, (1,58-1,89%), а у кореневій системі озимої пшениці (1,03-1,30%), гороху (1,53,-1,60%). Дуже високим вмістом фосфору визначаються рослинні рештки гороху, багаторічних бобових трав, цукрового буряка; калію - поживні рештки конюшини, люцерни, вико-вівсяної суміші.

Потрібно відзначити, що досить вагоме значення рослинних решток у інтенсивному землеробстві: як правило, вони щорічно удобрюють ґрунт після збирання врожаю, а останні види органічних добрив вносять у ґрунт досить періодично; ще, не треба додатково витрачатися на внесення; ще, рослинні рештки найбільш рівномірно розподіляються у ґрунті.

Внесення в ґрунт рослинних решток (особливо соломи) посилює процеси азотфіксації і біологічного закріплення азоту. Цікаво відзначити, що інтенсивність фіксації азоту за розкладання рослинних решток як органічних добрив дерново-підзолисті грунти можуть мати за рахунок несимбіотичної азотфіксації додатково близько 6 кг азоту на 1га , і чорноземи - 20 кг/га.

Водночас, збільшення азотфіксації у ґрунтах з достатньо низьким умістом азоту посилює трансформацію рослинних решток, якщо вважати, те, що фіксація азоту у ґрунтах за наявності целюлози проходить за сумісної діяльності мікроорганізмів, що можуть руйнувати целюлозу та азот фіксаторів, що розвиваються на продуктах їх розкладання.

У найбільшій кількості гумусові речовини утворюються у період найбільш швидкого розкладання рослинних решток. Водночас самою високою ферментативна та біологічна активність ґрунту дуже різко проявляється за зароблювання соломи в верхні шари.

Окрім якості рослинних решток в якості джерела накопичення гумусових речовин, що оцінюють коефіцієнтом гуміфікації, на швидкість процесів гумусоутворення упливає цілий ряд другорядних факторів – це режим вологості, дози та характер локалізації у орному шарі, температури та аерації,

ступінь гумусованості і біологічної активності ґрунту, реакція середовища і склад поглинутих катіонів, доз і форм мінеральних добрив .

У даний час за умов різкого дефіциту гною дуже важливим джерелом внесення органічних добрив та збільшення запасів гумусу у ґрунті становить застосування соломи.

Розрахунки показують, що в середньому, в Україні щорічно близько 36 мільйонів тон соломи отримують, і з них - 10 млн. тон застосовують на корм, 3 млн.тон - на підстилку, і 5 млн.тон- використовують на побутові потреби та у гідролізній промисловості. Остання кількість -18 млн.тон складається у старі скирти та у наступному, зазвичай, спалюється, що із агрономічної та екологічної точки зору недопустимо, шкідливо і збитково. Застосування такої кількості органічного добрива може бути суттєвим вкладом у поповнення запасів гумусу в ґрунті.

За кількістю органічної речовини та відтворенню гумусових речовин 1тона соломи відповідає 4-5 т підстилкового гною. Але, на кожну т соломи потрібно внести 8-12 кг азотних добрив, через широке співвідношення C:N (60:100) задля підвищення вмісту гумусових речовин та запобігання іммобілізації азоту.

Суттєве джерело органічних добрив – сидерати. За інтенсивного землеробства найкраще застосовувати проміжну культуру сидератів, що може дозволити вносити зелене добриво у присутніх сівозмінах, без руйнування структури посівних площ.

Природна трав'яниста рослинність - лучна та степова - складається з багаторічних рослин, переважно злаків, що мають дуже розгалужену мичкувату кореневу систему, що густо пронизує верхній шар ґрунту. В різних природних умовах загальна біомаса трав'янистих ценозів коливаються в широких межах: від 40-50 ц в пустелях та арктичній тундрі до 250 ц/га в зоні лучних степів.

За дії коренів і їх виділень дрібнозем ґрунту під трав’янистою рослинністю поділяється на міцні структурні окремості - грудочки, зерна. Дана

структура полегшує проходження води у товщу ґрунту. Не живі кореневі рештки на 20-30 відсотків гуміфікуються, а через те що вони мають достатню кількість основ (Ca^{2+}, Mg^{2+}), то це сприяє накопиченню гумусу гуматного типу. Трав'яниста рослинність багата азотом (1%), зольними елементами (К, Р та ін.), які щороку значною мірою повертаються в ґрунт. Звичайно, в різних природних умовах під трав'янистою рослинністю формуються подібні ґрунти з гумусово-акумулятивним профілем.

Між лучною та степовою рослинністю є істотна різниця. Насамперед вона зумовлена часом щорічного відмирання опаду. Лучна рослинність відмирає на початку зими, коли замерзає вода в ґрунті. Цілинний степ завмирає від нестачі вологи. Від лучних до сухих степів вміст гумусу в ґрунтах помітно зменшується.

Мохово-лишайникова рослинність щороку постачає на поверхню ґрунту до 3-5 т/га біомаси, але мала інтенсивність розкладу мохів є причиною консервації рослинних решток (утворюється торф). При нестачі вологи ці рештки перевіваються вітром.

На орних угіддях біопродуктивність та характер агроценозу визначається видами сільськогосподарських культур, агротехнічними та агро меліоративними заходами. В ґрунтозахисному відношенні найкращою культурою є багаторічні трави, що беруть активну участь в формуванні агрономічно цінної структури, забезпечують позитивний баланс гумусу в ґрунті, покращують зложення, водно-повітряний та пожнивний режими.

Якщо взяти групу дерев'янистих формацій, до якої входять шпилькові та листяні ліси, вологі субтропічні та вологі тропічні ліси, то насамперед слід звернути увагу на те, що вона існує в складному багатоярусному ценозі, коренева система дерев проникає глибоко в ґрунт, кореневих решток утворює мало - її відмерлі рештки, головним чином, наземні. У вологих лісах ця відмираюча маса довго консервується, лісова підстилка створює відносний анаеробіоз. Опад буває дуже малозольним і кислим (містить мало основ). В розкладі решток велику роль відіграють гриби. Міцелій грибів нерідко пок-

риває всмоктуючі корені дерев, утворюючи мікоризу, з допомогою якої дерева здатні засвоювати азот та зольні елементи безпосередньо з органічних сполук ґрунту, без попередньої мінералізації їх бактеріями. Велика кількість органічних кислот, що утворюються під час розкладу лісового опаду, а також кислий (фульватний) гумус, що формується в ґрунті, інтенсивно руйнують мінерали, пептизують колоїди, які в умовах низхідних потоків води вимиваються донизу.

До складу ґрунтової фауни входять найпростіші організми, безхребетні та хребетні тварини. До найпростіших (Protozoa) належать джгутикові, кореноніжки та інфузорії. Ці організми живляться мікроорганізмами (бактеріями, водоростями, спорами грибів). Джгутикові та деякі інфузорії живляться розчиненими у воді органічними речовинами. Найпростіші, як правило, належать до аеробних організмів. Вони дуже поширені в поверхневих горизонтах ґрунту. Деякі джгутикові є автотрофними організмами, але переважно вони - гетеротрофи. Роль їх у ґрунті ще повністю не виявлена. Вони здатні перетворювати складні органічні сполуки на більш прості. В ґрунтах, які багаті на органічну речовину, поширені амеби. Висловлюють думку, що поїдаючи старі бактеріальні клітини Protozoa омолоджують бактеріальні ценози, підвищуючи цим їх біохімічну активність.

У ґрунті мешкає велика кількість дощових червів, мурах, личинок комах. Вони пропускають крізь свій травний тракт подрібнені органічні рештки, збагачують ґрунт екскрементами, що сприяють утворенню мікро- та макроструктури. Своїми ходами та нірками вони покращують фізичні властивості ґрунту: пористість, аерацію, водопроникність. Там, де багато копролітів (екскрементів дощових червів) - кількість гумусу досить вищий, зменшується кислотність, збільшується сума ввібраних основ. Самі капроліти - водотривкі структурні агрегати. Дощові черви здатні пропускати через свій організм до 25 т/га ґрунту на рік. Екскременти червів багаті азотом, фосфором.

У ґрунті живе значна кількість комах, які роблять там численні ходи, покращуючи фізичні та водні властивості ґрунту. Вони беруть участь у по-

дрібненні рослинних решток, збагачуючи ґрунт гумусом та мінеральними речовинами.

Хребетні тварини, особливо гризуни, риють нори в товщі ґрунту, викидаючи на поверхню значну кількість ґрунту та підґрунтя. Нори, засипані породою та ґрунтом називаються *кротовинами.* В деяких чорноземних ґрунтах землерийні тварини утворюють горизонти кротовинного лесу, в символах яких записується літера z (zoo).

Мікроорганізми ґрунту (бактерії, гриби, актиноміцети, водорості) входять до складу як лісових, так і трав'янистих біоценозів. За даними Е.Н. Мішустіна в 1 г навіть бідного ґрунту (підзолу) міститься від 0,3 до 0,6 млрд. мікроорганізмів, а в чорноземі, багатому на органічну речовину їх може бути 2-3 млрд. Загальна маса їх в орному шарі родючих ґрунтів досягає 3-5 т/га. Особливо висока кількість мікрофлори зосереджена в ризосфері - прикорневій зоні.

Із життєдіяльністю бактерій пов'язані зміни як у мертвій органічній речовині ґрунту, так і в мінеральному складі. Кількість бактерій різко зменшується з глибиною, але навіть на глибині 2-3 м їх ще дуже багато. По відношенню до кисню повітря їх ділять на *аеробні* та *анаеробні,* а також виділяють факультативні (що проявляють життєдіяльність як при наявності, так і при відсутності кисню повітря).

За характером живлення бактерії поділяють на *автотрофні* та *гетеротрофні***.** Перші з них здатні засвоювати вуглець з діоксиду вуглецю, створюючи за його рахунок органічні речовини, а другі засвоюють вуглець тільки з готових органічних сполук.

Гетеротрофні бактерії здійснюють розклад органічних решток до простих мінеральних сполук. Вони окислюють білки, жири, вуглеводи та інші компоненти рослинних та мікробних решток до аміаку, води та вуглекислоти. Серед аеробних гетеротрофів в ґрунті дуже поширені бацили (Bac. mycoiles, Bac. subtilis), а також неспороносні бактерії (Pseudomonasfluorescens).

Анаеробні бактерії викликають гниття компонентів рослинних та мікробних клітин. Особливу роль для ґрунту відіграє *амоніфікація.* Цей процес передбачає розклад білків і відбувається за наступною схемою: білок - амінокислоти - NH^{3+} органічні безазотисті сполуки.

Дуже поширене в ґрунтах маслянокисле бродіння вуглеводів (целюлози, пектинових речовин).

$C_6H_{12}O7 = CH_3CH_2CH_2COOH + CO_2 + 2H_2 + 193$ *кдж*

Цей процес здійснює Clostridiumpectinovorum, Clostridium Omelyanskii.

В ґрунтах з поганою аерацією деякі бактерії здійснюють нітратне дихання - *денітрифікацію* (роди Pseudomonas, Micrococcus):

$5C_6H_{12}O_6 + 4KNO_3 = 24KHCO_3 + 6CO_2 + 12N_2 + 18H_2O + 1722$ *кдж.*

Аміак, що утворюється в процесі амоніфікації окислюється в ґрунті спочатку до нітратної, а потім - нітритної кислоти в дві фази:

$NH_3 + 3O_2 = HNO_2 + H_2O + 273$ *кдж (Nitrosomonas)*

$HNO_2 + O_2 = HNO_3 + 70$ *кдж (Nitrobacter).*

Nitrosomonas і Nitrobacter були відкриті С.М. Виноградовим.

Нітрифікуючі бактерії - аероби, вони більш активні в добре аерованих ґрунтах з реакцією близькою до нейтральної, з високим вмістом органіки.

Зупинимося ще на двох важливих групах мікроорганізмів. Це *хемотрофи* - бульбочкові бактерії, виявлені в 1860 році І.С. Вороніним і виділені в чисту культуру голландським вченим Бейерінком (Bacterium Radicicola), та аеробні мікроорганізми з роду Azotobacter, що вільно живуть у ґрунті, які теж були відкриті Бейєрінком у 1901 році. Ці організми здатні зв'язувати (фіксувати) атмосферний азот.

В ґрунті є також *променисті грибки (Actinomycetes),* які здатні розкладати клітковину, лігнін, перегнійні речовини, а також брати участь в утворенні гумусу. Вони полюбляють ґрунти з нейтральною або слаболужною реакцією, багаті на органіку.

Ґрунтові гриби - сапрофітні гетеротрофні організми. Найбільш поширені серед них цвільові гриби (роди Aspergillius, Penicillium, Trichoderma, тощо).

Як і бактерії, гриби здатні розкладати складні органічні сполуки до мінеральних. Після відмирання та розкладу грибів виділяється аміак, що локально нейтралізує кислотність. В лісових ценозах при утворенні кислих підзолистих ґрунтів роль грибів дуже велика.

Водорості містять хлорофіл у своїх клітинах. Вони здатні на світлі створювати органічні речовини. Особливо багато їх може бути на поверхні ґрунту. Крім зелених в ґрунтах поширені синьо-зелені та діатомові водорості. У *слизі,* що оточує клітини водоростей, добре приживається Azotobacter. Синьо-зелені водорості - добрі азотфіксатори.

Лишайники складаються з гриба та водорості. Гриб забезпечує водорості водою та мінеральними речовинами, а водорості фотосинтезують вуглеводи, які використовує гриб. Деякі лишайники покривають ґрунт, особливо кам'янисті розсипища, здійснюючи первинний процес ґрунтоутворення.

Говорячи про роль організмів у ґрунтоутворенні, не слід забувати, що процеси трансформації органічної речовини відбуваються при активній участі ферментів. Головною рисою ферментів, які відрізняє їх від інших каталізаторів є специфічність реакцій.

Джерелом ферментів у ґрунті є живі організми: бактерії, актиноміцети, безхребетні тварини та рослини. Не тільки за життя, але й після відмирання тих організмів, що їх створили, ферменти ґрунту не припиняють своєї діяльності. Вплив екологічних факторів на організми ґрунту визначає і характер надходження та локалізації в ґрунті ферментів. Ферментативна активність ґрунтів зменшується у профілі з глибиною, а у верхньому горизонті вона пропорційна рівню біологічної активності ґрунту.

Потрапивши у ґрунт, частина ферментів руйнується (розкладається), а частина стабілізується (іммобілізується) в результаті зв'язування мінералами ґрунту та його органічною речовиною. Це відбувається шляхом утворення

іонних, водневих та ковалентних зв'язків. Основна маса ферментного фонду ґрунту перебуває у зв'язаному стані. Хоча сорбція ферментів і веде до зниження швидкості каталітичних реакцій, вже ж вона залишається більш високою, ніж звичайних хімічних реакцій.

Організми на певній території створюють різні угруповання - *біоценози.* Коли мають на увазі рослинні угруповання - то їх називають *фітоценозами.* Але групи рослин на тій чи іншій території слід розглядати разом з відповідними сукупностями тварин, грибів, бактерій, тоді ми маємо справу зі складними біологічними асоціаціями - *біоценозами.*

В природній обстановці біоценоз є передумовою і необхідним фактором життя ґрунтів, так як і ґрунт, в свою чергу, є необхідною передумовою і фактором життя біоценозу. Біоценоз і ґрунт утворюють цілісну, нероздільну систему - *біогеоценоз.* Наукове визначення його таке: ”Біогеоценоз - однорідна ділянка земної поверхні з певним складом живих (біоценоз) та неживих (приземний шар атмосфери, сонячна енергія, ґрунт та ін.) компонентів і відповідною взаємодією між ними (обмін речовиною та енергією).

Функціональну систему, яка включає в себе угрупування живих істот та середовище їх проживання називають ще *екологічною системою.* Так що біогеоценоз - це екологічна система. Інтеграція всіх екосистем світу утворює гігантську екосистему - *біосферу.*

Виникнення землеробства можна розглядати як унікальний факт в історії планети: вперше один з біологічних видів, частина живої речовини, забажала підпорядкувати собі сили живої речовини біосфери, організувати її по іншому. Вирубувалися ліси, розорювались луки та степи, витоптувалися пасовища. В біосфері включались компенсаторні механізми, які зарубцьовували, як могли, ці рани. Коли населення планети Земля не було таким великим, то це людству вдавалося робити. В нашу епоху, на переломі 20 та 21 століть, в час індустріальної і технічної “могутності” людства техногенне навантаження на природу так зросло, що біосфері вже не під силу допомагати людині, як у минулому.

Основне протиріччя землеробської практики полягає у тому, що в природі рослини зростають в ценозах (спільнотах) з іншими рослинами, тваринами, мікроорганізмами. Але на обробленому людиною полі вирощують якусь одну культуру, хоч і в сівозміні. Вибір монокультурного шляху в розвитку землеробства був зумовлений тим, що хоча людина програвала з точки зору загальної маси рослинності, у той же час вона виграє в масі потрібної їй біопродукції (продукти харчування, корми, сировина для промисловості, тощо).

Глибока оранка плугом з обертанням скиби, відчуження продукції з поля, знищення всіх непотрібних рослин, застосування пестицидів - все це дуже порушує всі рівноваги, що склалися в біоценозі. Монокультура порушує зв'язки, що склалися в біосфері між ґрунтом та рослиною. Розуміння ґрунту як самостійного природного "створіння" до цього часу не увійшло в практику агровиробництва. Воно тільки проголошується. Біогеоценоз здатний стійко реагувати на значні коливання кліматичних умов, швидко відновлювати свій стан після порушень.

Культурне поле (агроценоз) такої здатності не має. Воно тендітне і вразливе і потребує постійного піклування людини з її "ліками" - добривами, пестицидами, обробітком. А ці ліки не що інше як "бомба сповільненої дії". За підвищенням врожайності культур, як тінь, простує виснаження ґрунтів, погіршення їх потенційної родючості. Тепер турботою землеробства стає не лише вирощування культур, захист рослин, але й охорона ґрунту від усіх факторів, що пригнічують "нормальний" процес їх життя. Основний смисл ґрунтозахисних систем полягає в тому, що ставлення до ґрунту повинно відповідати його суті як самостійного природного утворення, що розвивається за своїми законами.

Разом з утвердженням *ґрунтозахисних систем землеробства,* зароджується ідея переведення сільськогосподарського виробництва на біогеоценотичну основу (Н.В. Тимофеєв-Ресовський, А.Н.Тюрюканов). У цьому напря-

мку в Україні багато зроблено проф. М.К. Шикулою та представниками його школи (О.Ф. Гнатенко, О.В. Демиденко, М.В. Капштик та ін.).

Людство повинно знати, розвивати й підсилювати "природні механізми функціонування" біогеоценозів, щоб хоч трохи послаблювати антагонізм з природними процесами.

Прикладом екологічно узгодженого підходу може бути щорічне зростання площ під так званим *"органічним агровиробництвом",* спрямованого на виробництво, переробку та збут сертифікованої екологічно чистої сільськогосподарської продукції у відповідності із стандартами IFOAM, FAO та ЄС, відтворення та збереження родючості ґрунтів, біорізноманіття та природного довкілля загалом.

6.6. Управління токсикозним режимом ґрунту

Під токсискозним режимом ґрунту розуміють сукупність процесів, що обумовлюють накопичення речовин , що перевищують ГДК і спричиняють пригнічення чи загибель рослин та корисної мікрофлори ґрунту. Токсикозний режим може бути обумовленим як природними так і антропогенними чинниками (agentsofsoiltoxicity), котрі впливають на процес ґрунтоутворення. Найбільш поширеними є такі токсичні речовини у ґрунті: водорозчинні солі, підвищена кислотність чи лужність, рухомий алюміній, надлишок обмінних катіонів Na^{+} та Mg^{2+}, закисне залізо, важкі метали, радіонукліди та органічні токсини різної природи, особливо пестициди та продукти їх трансформації у ґрунті. Токсично діє на рослини і надлишковий вміст у ґрунтовому повітрі вуглекислоти, сірководню, метану, фосфіну та інших газів.

Для нагромадження токсичних кількостей солей, першочерговою умовою є присутність таких процесів -це нашарування вільних водорозчинних солей до ландшафтів та накопичення їх у ґрунті.

Аналізуючи роботи численних авторів виявлено головні джерела надходження солей у ґрунти. До н их відносяться:

- солі атмосферних опадів;
- продукти вивітрювання гірських порід;

- підземні чи пластові та підґрунтові мінералізовані води;
- соленосні ґрунтотворні породи.

До джерел солей первинних у земній корі належать:

- солі та гази, розчинені у термальних водах;
- вулканічні та поствулканічні газоподібні викиди із лави, фумароли і продукти їх перетворення;
- розчинні продукти вивітрювання масивних гірських порід.
- продукти окислення деяких елементів атмосфери і деякі її гази;

Газоподібні продукти знаходять у таких формах:

- оксидів (CO, SO_3, CO_2), що розчиняються і воді та трансформуються на кислоти (H_2CO_3, H_2SO_4), які вступають в реакцію із породами та приєднують катіони кислот (H_2S, HCl, HBO_3);
- елементів (Cl, S), що далі окислюються чи розчинюються в водах;
- простих солей (NH_4Cl, $NaCl$).

Атмосфера слугує першочерговим джерелом тільки для солей азотної та вугільної кислот. Головним по масі сучасним первинним джерелом усього різноманіття солей слугує процес руйнування масивних порід із утворенням сульфатів, карбонатів, боратів, хлоридів. Ще одним джерелом солей - це так звані циклічні солі може бути їх кругообіг поміж океаном та континентами. Суттєвим джерелом соди можуть бути хімічні, обмінні, фізико-хімічні та біохімічні реакції за ґрунтоутворення і процесах, які проходять у озерах.

Довготривале об’єднання притоку солей в безстічні геологічні структури та сухості клімату може бути однією із значимих умов утворення сольових акумуляцій та розвитку засолених ґрунтів. Солі потрапляють у ландшафти наступними шляхами:

- шляхом винесення солей із вітром з поверхні моря та соляних озер у процесі техногенезу та в результаті їх розчинення у товщі осадових порід;

- шляхом вивітрюванню первинних мінералів, що були вивержені та осадових порід;
- за розвантаження глибоких мінералізованих підземних вод;
- за вулканічних та поствулканічних процесів;
- за підживлення морськими водами поверхневих та підґрунтових вод низинного узбережжя.

Кожен із визначених шляхів надходження має своє місце і є наявним, усі вони реально існують та як правило, спільно беруть участь в формуванні сольового складу порід та ґрунтів. Проте, відносна частка та форми їх залучення у процес засолення ґрунтів досить різноманітна на різних типах місцевості. Поява засолених ґрунтів може бути природними циклами соленакопичення в підґрунтових водах і ґрунтотвірних породах та залежати од факторів, які можуть акумулувати їх у ґрунтах.

Акумулювання солей в горизонтах ґрунтового профілю може відбуватися такими факторами:

- перерозподілом солей, який виникає в процесі вивітрювання гірських порід, за впливу поверхневих вод і їх акумуляції у ґрунтах понижених елементів рельєфу;
- надходженням солей із мінералізованих підґрунтових вод;
- перенесенням солей вітром – імпульверизація , у вигляді крапель та твердих аерозолів із соляних озер, морів та поверхні солончаків;
- вторинним розчиненням солей, які містяться в ґрунтотворних та підстилаючих породах, прісних підґрунтових чи іригаційних видах, їх перенесення та акумуляція у горизонтах профілю грунту.
- перетворенням нейтральних чи пасивних продуктів вивітрювання в процесі ґрунтоутворення у досить токсичні водорозчинні сполуки;

За впливу указаних факторів утворюються ґрунти різного типу та ступеня засолення.

На території України основним джерелом засолення слугують засолені ґрунтотворні породи та мінералізовані підґрунтові води. У більшості ви-

падків виявляється їхня спільна дія. Галофітна рослинність та імпульверизація як основа надходження солей виявляються локально та не відносяться до основних факторів засолення ґрунтів.

У Лісостепу та Поліссі, у межах Дніпровсько-Донецької западини, головними джерелами солей слугують солі підземних куполів та підземних вод що циркулюють. По тектонічних розломах солі куполів мігрують із циркулюючими підземними водами до підґрунтових вод, що слугують безпосередньою причиною засолення ґрунтів. Доказом такого явища є співпадіння меж поширення содового засолення ґрунтів північного Лісостепу з заляганням водоносного горизонту бучацько-канівського гідрокарбонатно-натрієвого, а у південному Лісостепу – це область змішаного засолення співпадає із територією розповсюдженням підґрунтових вод складу гідрокарбонатно-хлоридно-сульфатно-натрієвого.

У цім районі відповідне значення має також соленакопичення континентальне - потрапляння солей, які утворилися в процесі вивітрювання порід Харківського ярусу, і солей, які виникли за дії на осадові породи прісних гідрокарбонатно-кальцієвих вод. Наявність двовуглекислої соди - Na_2CO_3 у підземних водах визначається фізико-хімічними реакціями, за яких витісняється іонами кальцію прісних вод увібраний натрій порід і процесом сульфатредуктації.

Осередками утворення солей в ґрунтах зони Сухого Степу досить різноманітні. Таке явище обумовлено тим, що Причорноморська низовина, примикає до акваторії Азовського та Чорного морів і несе залишки складної геологічної історії Причорномор'я та сучасного впливу морського басейну. Головними джерелами тут засолення слугують солі, що містяться в морських сучасних та давніх відкладах, морській воді і солі підґрунтових вод, які із напірними мінералізованими підземними водами місцями зв'язані.

Солі надходять безпосередньо із морської води за періодичного затоплення низьких морських берегів - нагонні течії та містяться у лиманно-морських та морських відкладах. Вони надходять також і підземним шляхом.

Грунтовий потік, звичайно рухається із суші у море, проте місцями відбувається зворотне явище, а саме, морські води проникають до 2-7 км, а іноді глибше, в глиб материка. Це спонукає збагаченню ґрунтів прибережних територій морськими солями.

Дуже важливою базою утворення солей для приморської рівнини слугує їх імпульверизація. Уздовж Чорного і Азовського морів, Сиваша, знаходиться смуга низовинного узбережжя, що зайнята приморськими солончаками. Сольовий пил транспортується, захоплюється та перевідкладається на поверхню прибережних земель. Дослідженнями установлено, що чисельність випадаючого солоного пилу у районі заповідника Асканія-Нова в Херсонській області становить 300-340 кг/га за рік, у більш віддалених районах - Миколаївська область - до 180 кг/га на рік.

Солі надходять до ґрунтів із підземних джерел у Причорномор'ї. На відміну од Дніпровсько-Донецької западини підземні сольові куполи тут відсутні. Проте, в відкладах більш давнього віку у четвертинній товщі, можуть залягати мінералізовані підземні води. Окрім того, солі містяться також у породах: морських сарматських та майкопських глинах і четвертинних лесових відкладах, що у даному регіоні слугують ґрунтотворними.

Головними джерелами солей у Причорноморській западині в Сухому Степу є підґрунтові води морські та засолені, солі та осадові засолені породи, які приносяться вітром із берегів морів.

У останні 3-4 десятиріччя 20 сторіччя зазнали значних змін природні умови ґрунтоутворення в Південному і Сухому Степах України. Цим змінам передували переважно два фактора - підвищення атмосферного зволоження та широкий розвиток іригації, який викликав досить помітну зміну екологічної ситуації, насамперед, зміну рівня підґрунтових вод, від яких залежить шлях процесів осолонцювання і соленакопичення ґрунтів.

На території України, як свідчать кліматологічні спостереження, які на протязі останніх десятирічь минулого століття та сьогодні проходять великі зміни атмосферної циркуляції повітря, які проявляється у різких коливаннях

випадаючих атмосферних опадів. Підвищене атмосферне зволоження відзначалось метеостанціями протягом 5-7 років з восьми півдня України уже у семидесяті роки 20 століття.

Підняття рівня підґрунтових вод, і за наявності мінералізованих підґрунтових вод - засолення ґрунтів викликали рясні опади на територіях із неглибоким їх заляганням.

Спорудження потужних іригаційних систем, створення у країні каскаду великих штучних водосховищ на Дніпрі та зрошення на площі більше 2,3 мільйонів гектар дуже вплинуло на рівень підґрунтових вод та екологічний стан навколишнього середовища. Переважно на заплавних терасах та його притоків створені водосховища на найбільш низьких територіях лівобережжя Дніпра. Направлений до русла Дніпра був підземний стік підґрунтових вод ще до вводу їх у дію. За роки експлуатації Каховського водосховища і Краснознам'янської зрошувальної системи піднялися неогенові підземні води, викликавши підвищення рівня підґрунтових вод, а саме на дуже низьких ділянках рельєфу.

У південних районах України через це на цілому ряді зрошувальних систем відбувалося швидке підвищення рівня підґрунтових вод аж до 0,5-1 м у рік. Таке явище призвело до вторинного засолення ґрунтів на великих територіях.

Дуже великого впливу на солонцеві ґрунти мали рисові системи. Зрошувальні води на фоні штучного дренажу часто застосовуються у великих нормах (20-30 тис.м^3/га). Унаслідок цього відбулися суттєві зміни його складу, ознак і родючості взагалі, посилилось вилуговування розчинних речовин із ґрунту.

Найбільш токсичною водорозчинною сіллю є сода. Є кілька способів утворення соди у ґрунті: колоїдально-хімічний, хімічний і біохімічний:

1. $CaCO_3 + 2NaCl + H_2O + CO_2 \rightarrow 2NaHCO_3 + CaCl_2;$

$CaCO_3 + Na_2SO_4 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2NaHCO_3 + CaSO_4;$

2. $[ГВК^-]2Na^+ + H_2CO_3 \leftrightarrow [ГВК^-]H+ + NaHC0_3;$

$[ГВК^{2-}]2Na^{+} + Ca(HCO_3)_2 \leftrightarrow [ГВК^{2-}]Ca^{2+} + 2NaHCO_3;$

$3.\ Na_2SO_4 + 2C = Na_2S + 2CO_2;$

$Na_2S + H_2CO_3 = 2NaHCO_3 + H_2S.$

Гідрокарбонат натрію, який утворюється під час зазначених реакцій, здатний переходити в карбонат натрію, що за взаємодії із водою дає їдкий натрій, а це іони OH^-.

$Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow NaOH + H_2CO_3$

$NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$

$NaOH \leftrightarrow Na^{+} + 0H^{-}$

Біохімічний процес утворення соди в ґрунті відбувається за участю сульфатредуктуючих бактерій. Ця сполука досить негативно впливає на ріст та розвиток сільськогосподарських рослин. За її вмісту у ґрунтів кількості - 0,005% рослини в'януть та гинуть.

Значні площі займають *магнієві мало-натрієві солонці* поруч із натрієвими солонцями. Характерною особливістю таких ґрунтів є у високому вмісті ГВК увібраного магнію (до 50% від МКО) за незначного вмісту увібраного натрію. Такі солонці мають такі самі негативні властивості, які є і в натрієвих солонцях.

Усунення надмірної лужності і ліквідація негативних властивостей солонців і солонцевих ґрунтів - основне завдання хімічної меліорації. З цією метою застосовують гіпсування. Як меліоруючі засоби використовують гіпс і різні гіпсовмісні відходи промисловості та речовини кислотного характеру. Застосування кислих промислових відходів, усуваючи надлишкову лужність ґрунтів, сприяє одночасно їх утилізації і може вважатися як складова частина безвідходного виробництва у промисловості.

Хімічна будова водорозчинних солей, досить різноманітний. Самими поширеними у засолених ґрунтах України, що за певного умісту спонукають погіршення росту та розвитку чи загибель рослин- це солі сірчаної, соляної та вугільної кислот – це сульфати, хлориди та карбонати магнію, кальцію і натрію.

Карбонати – це солі вугільної кислоти, що значно поширені у ґрунтотворних породах, ґрунтах та підґрунтових водах зон України степової, сухостепової та лісостепової. Від виду карбонату, його вмісту та ступеня розчинності залежить їхня роль у засоленні ґрунтів та токсичності для рослин.

Карбонат кальцію ($CaCO_3$)- визначається дуже низькою розчинністю- 0,065 г/л. За наявності вуглекислоти у результаті винекнення бікарбонату кальцію розчинність збільшується до 166 г/л. Така реакція проходить за такою схемою:

$$2CaCO_3 + 2H_2CO_3 = 2Ca(HCO_3)_2$$

Як сіль сильної основи та слабкої кислоти карбонат кальцію, має лужну гідролізуючу дію, і його розчини при відсутності вугільної кислоти матимуть високу лужність із pH 10-10,2. Наявність CO_2 у порах ґрунту зменшує розчину лужність до pH 7,5-8,5. Карбонат кальцію не спонукає шкоди для багатьох сільськогосподарських культур через низьку розчинність. І не спонукає ні осмотично, ні небезпечних токсичних концентрацій. Але рослини, яка звикли до кислих ґрунтів, такі як: картопля, озиме жито, льон, полин, значно повільніше розвиваються та не надають високої урожайності на ґрунтах із високим вмістом $CaCO_3$.

Підґрунтові і річкові води мають велику кількість карбонатів кальцію. За високого рівня підґрунтових вод $CaCO_3$ може накопичуватися у ґрунті за рахунок транспірації та випаровування. У посушливих умовах уміст карбонату кальцію сягає 10-20%. Ґрунти, щ о мають $CaCO_3$ суцільними прошарками, зцементованими та непроникними для коренів та води.

Карбонат натрію -(Na_2CO_3) -добре розчинний в воді -178 г/л за при температури 20°С. Характеризується гідролізом лужного виду та з pH більше 12 утворює ґрунтові розчини. Має високу лужність та гарну розчинність, тому вкрай токсичний для рослин. Присутність у ґрунті карбонату натрію спонукає руйнування структури, пептизацію колоїдів та зменшення водо- і повітропроникність, та не піддається промиванню. Уміст вуглекислого натрію 0,05-0,1% може знижувати родючість ґрунту.

Карбонат магнію - $MgCO_3$ найбільш розчинний - 1,29 г/л у порівнянні із карбонатом кальцію. У зв'язку із утворенням бікарбонату магнію розчинність зростає до 190 г/л. І така реакція проходить за схемою:

$$MgCO_3 + H_2CO_3 = Mg(HCO_3)_2$$

У результаті гідролізу лужного виду виникають розчини із pH 10-11 одиниць. Наявність карбонату магнію у ґрунтах може спричинити негативну дію на рослини, утворивши речовини в формі подвійного бікарбонату ($CaCO_3xMgCO_3$) чи конкрецій. Але, вільний $MgCO_3$ у ґрунті виявляється досить рідко, тому, що іон магнію вбирається ґрунтовим вбирним комплексом.

Бікарбонат натрію -Na_2HCO_3 -менш розчинний, проти карбонату натрію- 99 г/л. Та у меншій мірі токсичний та лужний, у результаті часткової нейтралізації вугільною кислотою. За взаємодії нормальної соди із вугільною кислотою утворюється бікарбонат натрію з а такою схемою:

$$Na_2CO_3 + H_2CO_3 = 2NaHCO_3$$

За збільшення вмісту CO_2 в ґрунтовому повітрі за умов інтенсивного розкладу органічної речовини ґрунту та низької температури прискорюється процес утворення бікарбонату натрію. Але, можливий також і зворотній процес. Він досить легко переходить в карбонат за зменшення умісту CO_2 в ґрунтовому повітрі, за низькому вмісті органічних речовин, низької мікробіологічної активності та підвищеній температурі ґрунтового розчину. Така реакція проходить за схемою:

$$NaHCO_3 = NaCO_3 + H_2O + CO_2.$$

Схожі умови можуть утворюватися в каштанових ґрунтах Сухого Степу України, проте високий уміст Na_2CO_3 у них трапляється вкрай рідко, тому, що присутній гіпс, за наявності якого сода трансформується в карбонат кальцію. Реакція відбувається за такою схемою:

$$Na_2CO_3 + CaSO_4 = CaCO_3 + Na_2SO_4$$

У солончаках та солонцях уміст соди може досягати 5%. За температури нижче 8°С та низької водопроникності, у результаті зниження розчинності таких ґрунтів, вимивання соди у холодний та вологий період рокує неви-

соким. Тому, з огляду на ці особливості карбонати та бікарбонати натрію акумулюються у ґрунті.

За випаровування підґрунтових вод, що мають у своєму складі карбонат натрію, у ґрунті осаджуються та акумулюються кристали подвійної солі Na_2CO_3 x $NaHCO_3$ x2H_2O -трони. Маючи високу розчинність, остання збільшує до pH 9-10 лужність ґрунтового розчину.

Підґрунтові та річкові води на Поліссі і Лісостепу містять концентрацію солей в 0,5-3 г/л, із підвищеною кількістю карбонату натрію. У цім разі гунти, що формуються із впливом таких вод, містять лужну реакцію.

Карбонат калію -K_2C0_3 -трапляється у ґрунтах досить рідко а ніж карбонат натрію. Він має високу розчинність -1110 г/л та означається ознаками, які близькі до соди – це гідроліз лужного виду та високою лужністю ґрунтового розчину, які є токсичною для рослин; він може пептизувати ґрунтові колоїди та руйнувати структуру ґрунту.

Сульфати -солі сірчаної кислоти- присутні майже у всіх типах ґрунтів в різній кількості.

Сульфат магнію -$MgSO_4$ -досить типовий агент засолених ґрунтів. Він є однією із самих токсичних для рослин солей через високу розчинність -700 г/л. В підґрунтових водах та солених озерах півдня України та північної частини Криму він міститься в вигляді епсоміту- $MgSO_4$x7H_2O. Він ніколи не накопичується у ґрунті в чистому вигляді, а лише в купі із другими легкорозчинними солями. Ґрунти, що мають у своєму складі сульфат магнію, належать до низькопродуктивних.

Сульфат кальцію -$CaSO_4$ -важкорозчинна сіль -1,76 г/л, яка у значних кількостях знаходиться у ґрунтах та ґрунтотвірних породах зони Сухого Степу України. Накопичується він у вигляді гіпсу -$CaSO_4$x2H_2O, який кристалізується в різноманітних видах: і в вигляді включень, тонких прозорих кристалів, платівок, конкрецій. Він д ля рослин фізіологічно не шкідливий.

За дуже сухих кліматичних умов гіпс втрачає молекулу води, і перетворюється на борошнисту масу напівгідрату -$CaSO_4$. Спільно із хлоридами, гіпс і другі сульфати наявні у засолених ґрунтах південного Степу України. Його досить широко застосовують для меліорації солонців та солонцевих ґрунтів, що мають соду.

У ґрунтах із великим умістом гіпсу утворюються суцільні гіпсові горизонти, які мають вигляд ущільненої маси. Це обумовлює їхню сильну зцементованість та, в наслідку, припиняє проникнення коренів, води та повітря.

Сульфат натрію -Na_2SO_4 -це типовий компонент засолених ґрунтів, підґрунтових вод та соляних озер. Його токсичність у рази менша, а ніж сульфату магнію, ступінь розчинності -529 г/л, і залежить від температури. Сульфат натрію у жаркий період року разом із такими водорозчинними солями к $MgCl_2$, $MgSO_4$, NaCl рухаються у профілі до поверхні ґрунту, тоді як в холодні періоди з причини пониженої розчинності він є нерухомим та не вимивається із низхідними токами води.

Впадаючи в осад, сульфат натрію утворює прозорі кристали мірабіліту- $Na_2SO_4x10H_2O$. Мірабіліт по мірі підвищення температури дегідратується, та перетворюється в білий пил тенардиту- Na_2SO_4. Інколи сульфат натрію кристалізується разом із сульфатом кальцію т а виникає глауберит- $CaSO_4xNa_2SO_4$, що накопичується на поверхні солончаків в якості пухкого пилу.

Сульфат калію -K_2SO_4 -має такі самі властивості як і сульфат натрію, і токсичність його, тому, що він менш розчинний - 100 г/л і дещо нижча.

Хлориди -солі соляної кислоти. Вони також часто акумулюються в ґрунтах південних широт. І разом із сульфатами відноситься до найбільш поширених солей, що входять у склад засолених ґрунтів та соляних озер. Він відзначається достатньо високою розчинністю -342-746 г/л та досить ток-

сичний. Хлориди досить часто трапляються на території узбережжя Чорного та Азовського морів, Сиваша.

Хлорид кальцію -$CaCl_2$ – не часто трапляється у ґрунтах за присутності Na_2CO_3 та Na_2SO_4. Хлорид легко впадає в осад та переходить у $CaSO_4$, чи $CaCO_3$. А тому хлориди кальцію містяться у ґрунтах та водах соляних озер тільки у дуже високих концентраціях -400-560 г/л. Високі концентрації мають їх кількість в глибокозалягаючих підземних водах. Він досить токсичний для рослин, проте поступається з а цією характеристикою хлоридам натрію та магнію.

Хлористий магній -$MgCl_2$ – трапляється у підґрунтових водах, засолених ґрунтах та соляних озерах частіше ніж хлорид кальцію. Він акумулюється в великих кількостях за умов сильної засоленості. Маючи високу розчинність -до 1601 г/л хлорид магнію високо токсичний щодо рослин. У верхніх горизонтах ґрунтів сильнозасолених та солончаків він виникає та акумулюється в процесі обмінних реакцій поміж ґрунтовим розчином, який збагачений хлоридом магнію та ГВК.

Хлористий магній -сіль із великою гігроскопічністю. які і за низької температури може поглинати пароподібну вологу із водяної пари атмосфери. Кристалічні осади хлористого магнію при таких умовах досить швидко розчиняються та трансформуються в концентрований розчин. Ті ґрунти, які мають на поверхні $MgCl_2$, довгий час після проходження дощу лишаються вологими чи вбирають росу – так звані мокрі солончаки. Ґрунти із високим умістом хлористого магнію вкрай тяжко піддаються освоєнню.

Хлористий натрій -галіт NaCl - найбільш розповсюджений та постійний компонент засолених ґрунтів півдня України. Його велика розчинність - 357 г/л спонукає велику токсичність щодо більшості рослин. 0,1% його в рослин порушує нормальний розвиток, і ґрунти із кількістю хлористого натрію у 2-5% є для вирощування сільськогосподарських рослин непридатними.

Хлористий калій - сильвін KCl -виникає за випадання в басейнах, водоймах, які розташовані у районах з спекотним та сухим кліматом, і досить часто поруч із галітом. Розчинність його -342 г/л за властивостями близькі до хлористого натрію, проте у засолених ґрунтах в великих кількостях зустрічається дуже рідко. За високої концентрації, токсичність KCl така ж висока, як і у NaCl. Джерела хлористого калію застосовують для виробництва калійних добрив.

Нітрати- солі азотної кислоти -HNO_3 у різній концентрації наявні у всіх ґрунтах. Ці солі мають досить значну розчинність - $NaNO_3$ -880; KNO_3 - 316 г/л; $Ca(NO_3)_2$ -1260 г/л; $Mg(NO_3)_2$ -678, не можуть сорбуватися ґрунтом та тому їх уміст зазвичай не перевищує 0,05%. Тому нітрати не належать до токсичних для рослин солей. Але вони досить легко можуть вимиватися водами поверхневого стоку, що мігрують за профілем ґрунту до підґрунтових вод, і спонукати їх забруднення. Велика кількість нітратів попадають до водойм, спонукаючи відмирання фауни, їх евтрофікацію, погіршення питних та технічних якостей води.

Підвищена кількість нітратів в ґрунтах викликає їх інтенсивне накопичення в рослинах, які із їжею потрапляють в організм людини, спонукаючи бактеріальні перетворення, нітрати самі перетворюються в нітрити і нітрозаміни, які спонукають метагемоглобінією - це хвороба, яка здатна переходити у рак та спонукати летальний кінець.

Борати - солі ортоборатної H_3B0_3 і метаборатної $HB0_3$ кислот. Їх накопичення та утворення можна пояснити вивітрюванням турмаліну, що присутній в вулканічних породах. Концентрування бору у ґрунтах відбувається біля вулканів. Та, навіть за незначної концентрації бор є високотоксичним для рослин.

Борнокислі солі характеризуються достатньою рухомістю і розчинністю. Головними солями, які приймають участь у процесах засолення ґрунтів, є борацит -$Mg_7C_2B_{16}O_{30}$, бура -$Na_2B_4O_7x10H_2O$, боронатрокальцит - $Ca_2B_9O_{11}x8H_20$, солеманіт -$Ca_2B_9O_{11}x5H_20$.

У ґрунтах також велика кількість і інших солей. Проте, в більшості випадків їхня кількість досить незначна і не викликає засолення ґрунтів. Окрім того, і за високого вмісту, як показано вище, не усі солі є шкідливими для рослин.

По ступеню токсичності для сільськогосподарських культур, легкорозчинні солі розміщуються у ряду по зменшенню:

$Na_2CO_3 \rightarrow NaHCO_3 \rightarrow NaC\ l \rightarrow NaNO_3 \rightarrow CaCl \rightarrow Na_2SO \rightarrow MgC \rightarrow MgSO_4$

Тому, якщо умовно шкідливість Na_2SO_4 вважати за одиницю, то в других солей вона буде дорівнювати: $MgSO_4$ та $MgCl_2$ - 3-5; $NaHCO_3$ - 3; $CaCl_2$- 5-6, у соди -Na_2CO_3 - 10. За концентрації 0,1% од маси ґрунту починає проявлятися шкідлива дія хлоридів та сульфатів; за вмісті 0,3-0,5% культурні рослини нормально не можуть розвиваються. Самою шкідливою є нормальна сода. 0,005% - максимально допустима її межа умісту у ґрунті, а за більшої концентрації - рослини гинуть.

Від розчинності солей у воді залежить міграційна їх здатність. Чим вона вища, тим інтенсивніше та на дальшу відстань мігрують солі.

Малорозчинні солі -вуглекислий кальцій та магній, доломіт за випаровування ґрунтових та підґрунтових вод досить інтенсивно утворює насичені розчини, які випадають у осад та акумулюються у породах та ґрунтах. Ці солі не мають можливості рухатися на далекі відстані від місця їх утворення.

Гіпс має вищу міграційну здатність, а саме в суміші із другими солями. За наявності у розчині хлоридів $MgCl_2$, NaCl розчинність гіпсу підвищується із 1,76 до 10-16 г/л. Його розчинність в 27 разів більша, а ніж вуглекислого кальцію, а тому їх акумуляції у природі зони розміщені відокремлено. Але, у більшості випадках $CaCO_3$ і $CaSO_4$ зосереджуються у одних і тих самих ґрунтах: чи чорноземах, чи каштанових, чи солонцях.

Достатньо вищою розчинністю мають вуглекислі та сірчанокислі солі кальцію і натрію. Їхня міграційна здатність достатньо велика. Отже, вони

трансформуються на більші відстані та просторово роз'єднуються із сульфатами та карбонатами калію.

Досить велику розчинність мають хлориди кальцію і магнію, і також нітрати кальцію, натрію та калію. Вони накопичуються на великих відстанях від місця утворення, маючи дуже високу міграційну здатність. Нітратні солі утворюють розчини високої концентрації та як правило ґрунти із високим ступенем засолення.

У залежності від умов середовища чи температури розчину та наявності або відсутності супутніх солей, що підвищують чи знижують їхню розчинність змінюється розчинність окремих солей. Розчинність хлористого натрію змінюється мало залежно од температури розчину. А тому хлористий натрій відзначається достатньо високою міграційною здатністю, незалежно од періоду року, як у холодних грунтово-кліматичних умовах, так і теплих.

Головну роль у ґрунтах України в перерозподілі солей грає гідрологічний фактор, самими головними елементами його виступають: ступінь мінералізації, глибина, стік підґрунтових вод та хімічний склад. Солі осадових порід рухаються разом з водою, перерозподіляються та акумулюються у понижених формах рельєфу. В процесі перерозподілу частина води витрачається на випаровування та інфільтрацію, а солі, які досягли порогу насиченості, впадають в осад в пролювіях, делювіях, терасах, конусах виносу, улоговинах, дельтах. Таким чином проходить гідроморфне акумулювання солей у ґрунтотворних породах та ґрунтах.

Гідроморфне засолення ґрунтів проходить повільно. За високого рівня залягання мінералізованих підґрунтових вод та низької дренованості території солі надходять у профіль ґрунту крізь капілярно-плівкову мережу.

Разом із вертикальним низхідним та висхідним сезонним переміщенням легкорозчинних солей велика роль належить їх міграції у ландшафті чи по ухилу місцевості. Снігові та дощові води у вигляді пролювіальних і делювіальних потоків щороку зносять із позитивних елементів рельєфу часто-

чки ґрунту, колоїди та легкорозчинні солі, які надалі акумулюються в понижених місцях.

Значне значення в перерозподілі солей відведено внутрішньо ґрунтовому бічному стоку. Водоупорні підґрунтові горизонти накопичують гравітаційні води, не пропускають низхідні токи вологи, що починають просочуватися уздовж ухилу місцевості по верхній частині водоупорного горизонту, розчиняючи і несучи з собою солі.

Значне значення у горизонтальному перерозподілі солей має місцевий потік тимчасових підґрунтових вод. Поверхневий шар підґрунтових вод тісно взаємодіє із ґрунтом та своїм хімічним складом визначає напрям процесу засолення.

Вуглекислий і сірчанокислий натрій визначається високою розчинністю за температури в 20-30°С, що різко падає за 10°С , зачасту, за нульової чи мінусової температур. Цей процес спонукає інтенсивне перенасичення ґрунтових розчинів та підґрунтових вод сірчанокислими та вуглекислими солями натрію, які осаджуються та відокремлюються від хлоридів.

Від їх здатності до взаємодії залежить міграційна здатність солей. Солі, які хімічно пасивні та не реагують одна з одною, мають самі високі рухливі здатності. Вони лишаються у розчині та рухаються підґрунтовими, ґрунтовими та поверхневими водами на великі відстані. До цих солей належить хлористий натрій та сірчанокислий магній.

Зазвичай, солі переміщаються в ґрунтових розчинах та підґрунтових водах у вигляді сумішей. Присутність одних компонентів збільшує чи зменшує розчинність інших. Таким чином, хлористий натрій дуже збільшує розчинність вуглекислого кальцію, а за високих концентрацій сульфату натрію досить зменшується розчинність сірчанокислого кальцію.

Сірчанокислий та вуглекислий кальцій вкрай змінюють розчинність в залежності од температури, реакції середовища і вмісту вуглекислоти в ґрунтовому повітрі та розчині. Збільшення парціального тиску H_2CO_3 чи зменшення температури середовища, вкрай підвищує розчинність вуглекислого

кальцію. Наявність у розчинах нормальної чи двовуглекислої соди досить зменшує розчинність вуглекислого кальцію та підсилює його випадіння в осад, практично до повного зникнення у розчині.

Просторову диференціацію хімічного складу солей у підґрунтових водах, наносах та ґрунтах обумовлюють зміни розчинності в залежності від температури та наявності тих, чи інших компонентів. Підґрунтові води, міґруючи по схилу місцевості од заплави та річки, вододілів в балки, солі, що раніше сюди потрапили, виносять у розчинній формі. Випадання опадів залежить від інфільтрації , а саме чим їх більше випадає, тим більша кількість води інфільтрується ґрунтом та, як правило, зростає винесення розчинних солей підґрунтовими водами. Де підґрунтові води близькі чи виходять на денну поверхню та достатньо випаровуються, у значних кількостях акумулюються принесені ними солі. Із сезонним рухом розчинів горизонтальний перерозподіл солей - це один із наслідків глибоких відмінностей поміж ґрунтами терас, вододілів, та низовинних ділянок.

По профілю ґрунту на перерозподіл солей впливає також рослинність, що, маючи вибіркову вбирну здатність, можу засвоювати потрібні катіони та аніони із нижніх горизонтів ґрунту. За розкладанні рослинних решток, солі відкладаються у верхньому горизонті ґрунту і на його поверхні. Що викликає зміну складу солей верхніх та нижніх горизонтів ґрунту.

По характеру розподілу солей в ґрунтовому профілі можна виявити меліоративний стан ґрунту т а стадію засолення. Владиченський С.О. визначає чотири типи розподілу солей:

- солі у великій кількості по всьому профілю із максимальною кількість в верхній частині; це глибокий профіль солончаку; ґрунт перебуває у стадії прогресивного засолення;
- чітко виражений максимум солей в верхньому горизонті; глибше - невисокий уміст солей; не глибокий профіль солончаку; ґрунт перебуває на початковій стадії засолення;

- солі по усьому профілю із максимальною кількістю у нижніх горизонтах; ґрунт перебуває у стадії розсолення.

- солі у великій кількості по всьому профілю; кілька сольових максимумів; формування ґрунтів проходило за тривалих періодів засолення, що чергувалися із періодами розсолення;

За меліоративним стану засолених ґрунтів можна говорити маючи співвідношення хлоридів та сульфатів у ґрунтах та підґрунтових водах. Такі аніони відзначаються різною міграційною здатністю. Хлор-іони – є більш активними мігрантами, а ніж сульфат-іони. За переміщенням у ґрунтовому профілі, хлориди випереджують сульфати. Тому, співвідношення хлоридів до сульфатів в грунті і підгрунтових водах можна застосовувати задля оцінки прямування процесів засолення. За умов вищого співвідношення хлоридів до сульфатів в верхніх шарах ґрунту, а ніж у підґрунтових водах, то такий ґрунт перебуває у стадії прогресуючого засолення. Якщо у ґрунті накопичуються сульфати та це співвідношення вище у підґрунтових водах, - то допускається припущення початку розсолення, залишкового чи проміжного засолення.

По результатам морфологічних досліджень можна говорити про меліоративний стан зрошуваних засолених ґрунтів. Тому, каштановим ґрунтам за умов природного зволоження властивий такий розміщення сольових горизонтів: карбонатний горизонт із білозіркою, за ним - гіпсовий; глибше - горизонт легкорозчинних солей. Якщо горизонти із розчинними солями знаходяться над горизонтами із меншою мірою розчинними солями, прикладом горизонт гіпсу розміщується над горизонтом карбонатів, що говорить про те, що у ґрунті процес засолення цілком прогресує.

За усієї різноманітності процесів руху солей із підґрунтових вод аж до ґрунту, вони акумулюються у вигляді осаду за певною послідовності. Першими акумулюються карбонати кальцію, за ними- сульфати натрію та магнію, потім- хлориди натрієво-магнієвих солей та за ними де не де - нітрати натрію.

Змінюється склад ґрунтових розчинів та підґрунтових вод: відносно збільшується частка сульфатів, а лише потім - хлоридів магнію, натрію та кальцію по мірі зменшення концентрацій розчинів і випадання в осад менш розчинних солей зі збільшенням мінералізації.

За рахунок розчинення солей, які утворились за вивітрювання первинних мінералів та солей, які нагромадилися у минулому у осадових породах та континентальних нанесеннях підґрунтові води у зонах живлення та транзиту збагачуються солями. Перехід солей із твердої фази до розчину відбувається у певній послідовності, відповідно із розчинністю за початкової стадії і низької мінералізації підґрунтових вод та активному водообміні.

Хлориди лужних та лужноземельних елементів сульфати магнію дуже швидко розчиняються та потрапляють у підґрунтові води, в слід за ними потрапляють сульфати та карбонати натрію і калію. досить слабко проходить розчинення та винесення гіпсу та, як правило, карбонатів кальцію і магнію. Іще меншу розчинність має кремнезем. Відповідно випадіння солей у осад, то в районах розвантаження та транзиту підґрунтових вод, воно відбувається у напрямку оберненому попередньому. Швидкість водної міграції макроелементів дуже змінюється за зміні кислотно-лужних умов, і кількості елементів із змінною валентністю - окисно-відновних умов.

Збагачені легкорозчинними солями підґрунтові води, впливають на породи як сольові розчини, можуть підвищувати чи знижувати розчинність солей, які містяться у твердій фазі. Прикладом може слугувати розчинність гіпсу, яка збільшується за збільшення концентрації в водах $MgCl_2$, NaCl, $NaNO_3$, таких солей, які не містять із $CaSO_4$ однойменних іонів. Проте, за незначного вмісту в підґрунтових водах $MgSO_4$ та Na_2SO_4 розчинність гіпсу зменшується, а розчинність $CaCO_3$ збільшується.

Хімічний склад та мінералізація солей підґрунтових вод за їх руху від зони живлення до районів розвантаження змінюється ще до початку концентрації вод шляхом випаровування. Такі води збагачуються солями, які надходять із водовмісних порід та глибоких підземних вод, проте втрачають час-

тину розчинних у них сполук за взаємодії розчинених солей із водовмісними породами, обмінних реакцій солей у розчині, чи за сполучення із водами іншого хімічного складу.

Тому, змішування содових вод із водами, які мають у своєму складі сульфати та хлориди кальцію, відбувається із пригніченням лужної реакції і зростанням вмісту хлоридів і сульфатів натрію:

$Na_2CO_3 + CaCl_2 = CaCO_3\downarrow + NaCl;$

$Na_2CO_3 + CaSO_4 = CaCO_3\downarrow + Na_2SO_4;$

$NaHCO_3 + CaSO_4 = Ca(HCO_3)_2 + Na_2SO_4;$

$Ca(HCO_3)_2 \leftrightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2CO_3$

$NaHCO_3 + CaCl_2 = Ca(HCO_3)_2 + NaCl;$

Також відбуваються реакції незворотного зв'язування розчиненого магнію у воді карбонатами кальцію водовмісних порід із утворенням такого мінералу як доломіт:

$MgCl_2 + 2CaCO_3 \rightarrow MgC0_3xCaCO_3 + CaCl_2$

$MgSO_4 + 2CaCO_3 \rightarrow MgC0_3xCaCO_3 + CaS0_4;$

Огіпсовуванням супроводжуються реакції з поєднанням магнію сірчанокислих солей із доломітизацією порід.

Поміж катіонами солей, які знаходяться у підґрунтових водах та увібраними катіонами проходять реакції фізико-хімічного вбирання і обміну. За взаємодії лужних вод із породами, які мають у складі увібраний кальцій, мають місце такі реакції:

$[ГВК]Ca^{2+} + NaHCO_3 \leftrightarrow [ГВК]2Na^{+} + Ca(HCO_3)_2;$

$[ГВК]Ca^{2+} + Na_2SiO_3 \leftrightarrow [ГВК]2Na^{+} + CaSiO_3.$

$[ГВК]Ca^{2+} + Na_2CO_3 \leftrightarrow [ГВК]2Na^{+} + CaCO_3;$

Надходження катіону натрію в грунтово вбирний комплекс проходить із наявністю у породах солонцевих властивостей таких як зниження водопроникності, ущільнення, сильною здатністю до набрякання. У вкрай мінералізованих підґрунтових водах із великим вмістом сульфатів та хлоридів на-

трію обмінні реакції поміж підґрунтовими водам та породами відбуваються як правило у бік насичення крайніх увібраним натрієм:

$[ГВК]Mg^{2+} + 2NaCl \rightarrow [ГВК]2Na^{+} + MgCl_2;$

$[ГВК]Ca^{2+} + Na_2SO_4 \rightarrow [ГВК]2Na^{+} + CaSO_4;$

$[ГВК]Ca^{2+} + 2NaCl \rightarrow [ГВК]2Na^{+} + CaCl_2;$

$[ГВК]Mg^{2+} + Na_2SO_4 \rightarrow [ГВК]2Na^{+} + MgSO_4.$

Унаслідок схожих обмінних реакцій дуже сильно мінералізовані підґрунтові води переходять у сульфатно-хлоридно-кальцієво-магнієвого склад. Можуть відбуватися також зворотні реакції вилучення увібраного натрію, за умови, якщо підґрунтові води мають у складі розчинні кальцієві та магнієві солі:

$[ГВК]\ Na^{+} + MgSO_4 \rightarrow [ГВК]Mg^{2+} + Na_2SO_4.$

$[ГВК]\ Na^{+} + CaSO_4 \rightarrow [ГВК]Ca^{2+} + Na_2SO_4;$

Такий процес досить розповсюджений у водоносних горизонтах із сульфатно-хлоридними чи хлоридно-сульфатними підґрунтовими водами помірної мінералізації. У районах із великою випаровуваністю із підходом підґрунтових вод до самої поверхні, приєднується також процес перетворення розчинних солей в осад шляхом досягнення кристалізаційної концентрації до хімічного зв’язування, фізико-хімічного вбирання та обміну.

За дослідженнями Ковди В.А., кристалізаційна концентрація солей починає проявлятися на глибині 3,5-4,0 м у підґрунтових водах, і їхнє залягання достатньо підвищується із 2,8-3,0 м глибини. Випаровування зростає та набуває максимуму у товщі ґрунту в капілярній торочці, над підґрунтовими водами. У залежності од водопідйомної здатності ґрунтотворних порід і ґрунтів, глибини розміщення підґрунтових вод повне випаровування розчинів та осадження солей у осад проходить у середині ґрунтового профілю чи на поверхні ґрунту.

Установлення типу та ступеня засолення ґрунтів

Відомо, що різні солі неоднаково токсичні для рослин, тому, у зв'язку із цим, засолені ґрунти відрізняють за складом солей. Перед тим як установити ступінь засолення ґрунту, потрібно визначити тип чи хімізм засолення. Тип засолення визначається аналізом водних витяжок та базується на співвідношенні катіонів і аніонів. За хімізмом засолення класифікація ґрунтів, яку розробили фахівці інституту ґрунтознавства ім. В.В. Докучаєва, наведена в табл. 6.53.

У водній витяжці можуть бути присутні такі солі: слабкорозчинні - $MgCO_3$, $CaSO_4$, $Ca(HCO_3)_2$; легкорозчинні - $NaHCO_3$, NCI, Na_2SO_4, $CaCI_2$, Na_2CO_3, $MgCI_2$, $MgSO_4$, важкорозчинні - $CaCO_3$. До токсичних солей належать *всі легкорозчинні солі, а із слабкорозчинних - $MgCO_3$*; до нетоксичних відносять у*сі слабко- та важкорозчинні солі*. Тому вкрай важливо установити, яких і скільки токсичних та нетоксичних солей міститься у ґрунті.

За даними аналізу водної витяжки проводять наступним чином розрахунки умісту токсичних солей. Відносяться до токсичних: іони Mg^{2+}, Na^+, CI^-, CO_3^{2-}; іони SO_4^{2-} та HCO_3^- зв'язні з Na^+ та Mg^{2+};іони Ca^{2+}, зв'язні з CI^-. Залежно від складу водної витяжки можливі такі способи розрахунку токсичних іонів:

1. Якщо уміст HCO_3^- менше Ca^{2+}, а Ca^{2+} більше SO_4^{2-}, розраховують токсичний Ca^{2+}, зв'язаний з іоном CI^-, за такою формулою:

$$Ca^{2+}токс = CI^- - (Na^+ + Mg^{2+})$$

2. Якщо уміст іона HCO_3^- менше Ca^{2+}, а вміст катіону Ca^{2+} менше SO_4^{2-}, то розраховують лише токсичний іон SO_4^{2-}, зв'язаний з Na^+ та Mg^{2+} за формулою:

$$SO_4^{2-} токс = (Na^+ + Mg^{2+}) - CI^- ,$$

Наприклад, за даними водної витяжки вміст іонів становить: HCO_3^- - 0,44 мг-екв; CI^- - 5,38; SO_4^{2-} - 5,98; Ca^{2+} - 2,31; Mg^{2+} - 1,66; Na^+ - 7,87 мг-екв на 100 г ґрунту.

SO_4^{2-} *токс = (7,87 + 1,66) - 5,39 = 4,14 мг-екв.*

Вміст токсичних іонів в витяжці така: SO_4^{2-} - 4,13; Cl^- - 5,38; Mg^{2+} - l,65; Na^+ - 7,86 мг-екв.

3. Якщо вміст іона HCO_3^- більше Ca^{2+}, розраховують токсичний HCO_3^- за формулою:

HCO_3^- *токс =* HCO_3^- *з-* Ca^{2+} ,

Кількість іонів, що виражений у міліграм-еквівалентах, перемножують на міліеквівалентну кількість, що дорівнює: Mg^{2+} - 0,013; Ca^{2+} - 0,03; Na^+ 0,024; K^+ - 0,039; Cl^- - 0,035; HCO_3^- - 0,061; CO_3^{2-} - 0,031; SO_4^{2-} - 0,053; одержуємо кількість токсичних іонів у процентах від маси сухого ґрунту. Сума їх дає у відсотках суму токсичних солей.

Сума токсичних солей у % за кількості токсичних іонів, як і у нашому прикладі, буде відповідати:

SO_4^{2-} *- 4,13x 0,054 = 0,21899*

Cl^- *- 5,38x 0,036 = 0,18871*

Na^+ *- 7,86 x0,024 = 0,18079*

Mg^{2+} *- 1,65 x0,013 = 0,01981*

Сума 0,60x818 ≈ 0,62 %

Зважаючи на те, що за співвідношенням іонів у такому ґрунті тип засолення є хлоридно-сульфатний, за показниками табл. 6,53 визначаємо ступінь засолення, що відповідає градації - сильно засолений. Тому, у нашому прикладі маємо сильно засолений ґрунт із хлоридно-сульфатним типом засолення.

Таблиця 6.53. Класифікація ґрунтів за ступенем засолення (Базилевич, Панковою)

Ступінь засолення	Хімізм засолення, сума солей), %					
	Хлоридний Cl: SO_4≥2,5	Сульфатно-хлоридний Cl:SO_4=5,2-1	Хлоридно-сульфатний Cl:SO_4≤1-0,3	Хлоридно-содовий, содово-хлоридний Cl: SO_4>1 HCO_3= Cl	Сульфатний Cl: SO_4≤0,3	Содово- сульфатний, сульфатно-содовий Cl: SO_4≤01 HCO_3= SO_4
Незасолені	<0,03	< 0,05	< 0,10	< 0,1	<0,15	<0,15
Слабо-засолені	0,03-0,10	0,05-0,12	0,10-0,25	0,1-0,15	0,15-0,30	0,15-0,25
Середньо-засолені	0,10-0,30	0,12-0,35	0,25-0,50	0,15-0,30	0,30-0,60	0,25-0,35
Сильно-засолені	0,30-0,60	0,35-0,70	0,50-0,90	0,30-0,50	0,60-1,40	0,35-0,60
Дуже сильно-засолені (солончаки)	>0,60	> 0,7	>0,9	>0,5	>1,4	>0,6

Таблиця 6.54. Тип засолення ґрунтів (Н.І. Базилевич, Е.І. Панковою)

За аніонним складом	Відношення аніонів, мг-екв			Відношення катіонів і аніонів, мг-екв	За катіонним складом мг-екв	Відношення катіонів, мг-екв		
	$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}}$	$\frac{HCO_3^-}{Cl^-}$	$\frac{HCO_3^-}{SO_4^{2-}}$			$\frac{Na^+}{Ca^{2+}+Mg^{2+}}$	$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}+Na^+}$	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}+Na^+}$
Хлоридний	2,5	–	–		Натрієвий	1	1	–
Сульфатно-хлоридний	2,5-1	–	–		Натрієво-магнієвий	1	1	1
Хлоридно-сульфатний	1-0,2	–	–		Магнієво-натрієвий	1	1	1
Сульфатний	0,2	–	–		Кальцієво- натрієвий	1	1	1
Содово-хлоридний	1	1	1	$HCO_3^- > Ca^{2+}+Mg^{2+}$	Кальцієво- магнієвий	1	1	1
Содово-сульфатний	1	1	1	Те саме	Натрієво- кальцієвий	1	1	1
Хлоридно-содовий	1	1	1	Те саме	Магнієво- кальцієвий	1	1	1
Сульфатно-содовий	1	1	1	Те саме	Магнієвий	1	–	1
Сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатний	–	1	1	$HCO_3^- > Na^+$ $Na^+ < Ca^{2+}$ $Na^+ < Mg^{2+}$				

Використовуючи табл. 6,55 визначаємо, що на даному ґрунті потрібно чекати сильне пригнічення та випадання рослин, що супроводжується зниженням урожайності на 50-80%.

Про напрям сольового режиму ґрунтів, проходить процес засолення чи розсолення можна стверджувати по характеру аніонного складу водної витяжки. Для ґрунтів із прогресивним соленакопиченням характерний х*лоридний* тип засолення, *хлоридно-сульфатний* – для ґрунтів проміжного ряду, а *сульфатний* – для ряду розсолення за присутності акумуляції гіпсу.

Таблиця 6.55. Ступінь засолення т а стан польових культур

Ступінь засолення	Вигляд середньо стійких рослин
Не засолені	Хороший ріст та розвиток, рослини не випадають, врожай хороший
Слабко засолені	Слабе приґнічення, відбувається випади рослин, зменшення врожайності на 10-20%)
Середньо-засолені	Середнє пригнічення, випадання рослин, зниження врожайності на 20-50%
Сильно-засолені	Сильне пригнічення, випадання рослин, зниження врожайності на 50-80%
Дуже сильнозасолені	Виживають лише поодинокі рослини урожай практично відсутній

Забруднення ґрунтів важкими металами, радіонуклідами та пестицидами.

Згідно із визначенням експертів ВООЗ забруднювачами ґрунту, називають хімічні речовини, біологічні організми: віруси, бактерії, найпростіші, гельмінти та продукти їхньої життєдіяльності, що трапляються у неналежному місці, в непотрібний час і непотрібних кількостях. Забрудненням ґрунту називають тільки той уміст хімічних та біологічних забруднювачів у нім,

що є небезпечним для здоров'я за прямого контакту людини з забрудненим ґрунтом чи через контакт із ґрунтом у таких екологічних ланцюжках: ґрунт - атмосферне повітря - людина; ґрунт - вода – л юдина; ґрунт - рослина - тварина - людина та ґрунт - рослина - людина.

Усі хімічні забруднювачі ґрунту поділяються на дві великі групи. До першої групи відносять хімічні речовини, що потрапляють у ґрунт цілеспрямовано, насамперед - у сільському та лісовому господарствах: стимулятори росту рослин, мінеральні добрива, пестициди, структуроутворювачі ґрунту. Цей процес повинен бути керованим. За недотримання агрохімічних та гігієнічних регламентів використання чи внесення у ґрунт надлишку, стають забруднювачами ґрунту екзогенні хімічні речовини (ЕХР) та можуть становити небезпеку для здоров'я людей.

До хімічних забруднювачів другої групи належать хімічні речовини, які потрапляють в ґрунт випадково із антропогенними чи техногенними твердими, рідкими та газоподібними відходами. Такі речовини, які потрапляють в ґрунт разом із промисловими та побутовими стічними водами та твердими відходами, вихлопними газами автотранспорту, атмосферними викидами промислових підприємств.

Залежить ступінь забруднення ґрунту ЕХР від:

1) рівня надходження їх у ґрунт;

2) місцевих ґрунтово-кліматичних умов;

3) можливості трансформації та деградації ЕХР у результаті фізико-хімічних процесів: гідроліз, фотоліз чи дії біологічних агентів- мікроорганізми, і у меншій мірі -водорості і їхніх ферментативних систем, які здатні розщепити молекули більшості токсичних речовин до безпечних метаболітів;

4) фізико-хімічних властивостей ЕХР: розчинності у воді, структури, летючості;

5). інтенсивності процесів міграції ЕХР із ґрунту у підземні води, атмосферне повітря, відкриті водойми, рослини.

Нині набула загрозливих розмірів проблема забруднення довкілля важкими металами яка увесь час загострювалась. У більшості індустріальних районах світу існують техногенні біогеохімічні зони із вкрай великою кількістю у ґрунті важких металів.

Метали, питома вага чи густина яких більша 5 г/см^{3}набули назви **важких металів**. Як мікроелементи, важкі метали, містяться у різних кількостях і в різному складі у ґрунтах. Наслідком діяльності людини чи антропогенного навантаження є високі дози таких елементів.

Головними джерелами потрапляння важких металів на земну поверхню слугують пило-газові викиди металургійної, гірничорудної і хімічної промисловості. Високий вміст важких металів в ґрунті може бути також і як наслідком використання в сільськогосподарському виробництві меліорантів, добрив і пестицидів, та застосування за для зрошення сільськогосподарських полів забруднених побутових та промислових стічних вод.

Гранично допустимі концентрації важких металів та їхні кларки наведені у розділі із санітарно ї оцінки.

Цілком зрозуміло, що реагування сільськогосподарських культур неоднозначна на забруднення ґрунтів важкими металами. Самим толерантним до них є озима пшениця, озиме жито, овес, і найменше - ячмінь. За умови умісту у ґрунтів важких металів в кількості 1-2 кларків чи меншому у два рази від ГДК формується екологічно чистий урожай зернових колосових культур. Тільки на фоні 5-6 кларків відбувається пригнічення росту рослин, знижується якість продукції і їхня продуктивність. Визначено, що найбільший вміст важких металів у цієї групи культур нагромаджується у кореневій системі і вегетативних органах.

Кукурудза і соняшник можуть витримувати забруднення ґрунту важкими металами до 4 кларків чи 1,0-15 від ГДК. Проте найліпші умови вирощування, як для колосових зернових культур, відбуваються при фоновому вмісті важких металів 1-2 кларки чи менше 0,5 ГДК.

Найбільше потерпають од важких металів цукрові буряки і картопля. За валового вмісту більше 3-х кларків чи > 1,0 ГДК такі культури не можуть сформувати повноцінний урожай. Оптимальний для них вміст їх коливається у межах 1-2 кларків.

Таблиця 6, 56. Гранично допустим і концентрації важких металів у ґрунті та рослинній продукції

№ п/п	Важкі метали	ГДК рухомих форм в ґрунті, мг/кг	ГДК валового вмісту у рослинницькій продукції, в мг/кг абсолютно сухої речовини
1	Свинець	≤ 2	≤ 0,6
2	Цинк	≤ 24	≤ 11
3	Кадмій	≤ 0,6	≤ 0,005
4	Хром	≤ 7	≤ 0,3
5	Мідь	≤ 4	≤ 6
6	Ртуть	0	≤ 0,03

Роблячи моніторинг важких металів треба враховувати те, що за ГОСТом 17.5.04-8.3 усі вони по ступеню еконебезпеки і можливого негативного впливу на ґрунт, рослини, тварин і людей поділяються на три класи:

- мало небезпечні - марганець, ванадій, барій, стронцій.
- середньо небезпечні -кобальт, нікель, бор, молібден, хром;
- високо небезпечні елементи - цинк, кадмій, ртуть, миш'як, селен, свинець, фтор;

До забруднювачів ґрунтів відносять і мінеральні добрива та хімічні меліоранти, великим недоліком яких є присутність у них баластних речовин, у тому числі і токсичних елементів та сполук. Саме більше забруднені важ-

кими металами фосфорні добрива, і в меншому ступеню азотні та калійні (табл. 6.57).

Таблиця 6.57. Кількість важких елементів у мінеральних добривах, г/т діючої речовини

Добрива	Мідь	Цинк	Кадмій	Свинець	Нікель	Хром
Фосфорні	126	165	3,1	35	93	122
Азотні	52	64	1,24	22	6,84	0,39
Всі мінеральні добрива	58	78	1,62	27	31	32
Калійні	9,5	22	1,06	29	9,2	0,88

Дуже особливу екологічну небезпеку вбачає ненормальне використання хімічних меліорантів та відходів промисловості. Прикладом може бути те, що за внесення фосфогіпсу у нормах 2-20 т/га в ґрунт потрапляє 100-400 мг стронцію. Забруднює ґрунт свинцем застосування на добриво піритних огарків. За фосфоритування у ґрунт потрапляють стронцій та фтор, за внесення сечовини - арсен.

Досить небезпечними для ґрунту є систематичне використовування в якості добрива осадів стічних вод, що забруднені важкими металами. Годинникові, шкіряні, і інструментальні заводи, які д уже забруднюють осади хромом, електронна промисловість - кадмієм.

Великий уміст металів у осадах у більшості випадків спонукає їх непридатність до захоронення. В таких місцях є загроза повного забруднення природних об’єктів взаємодіючих: поверхневих і підґрунтових вод і ґрунту.

Попадаючи до екосистем, важкі метали завжди рухаються, переходячи із однієї форми у іншу. Розрізняють такі системи транслокації чи переходу важких металів: ґрунт-вода; повітря-ґрунт, ґрунт-рослина-тварина; ґрунт-рослина; ґрунт-рослина-людина; ґрунт- рослина-тварина.

Повсякчасне потрапляння важких металів в ґрунт може викликати формування зон із підвищеною екологічною токсичністю. У межах таких зон змінюється особливість міграції елементів та деяких геохімічних параметрів ґрунтів. кооперація металів з ґрунтом проходить по типу реакції комплексотворення, сорбції, осадження чи розчинення, соле утворення. Інтенсивність та спрямованість таких процесів трансформації підлегле гранулометричного складу ґрунту, реакції грунтового середовища, кількості гумусу і інших чинників.

Зі складом рідкої фази ґрунту а саме низької розчинності оксидів і гідрооксидів важких металів та в результаті цього їхня низька міграційна здатність відповідають ґрунтам із нейтральною і лужною реакцією тісно пов'язана із рухомістю важких металів. Ця рухомість важких металів збільшується у ґрунтах із дуже кислою реакцією ґрунтового розчину. Для ґрунтів із кислою реакцією із урахуванням розчинності сполук різних важких металів у загальному випадку крайні за спаданням токсичності можна помістити у такий ряд: Cd → Ni → Zn → Mn → Cu → Pb → Hg. Небезпечна токсичність сполук для рослин сполучена із їх рухомістю у ґрунтах. Ґрунт слугує великим геохімічним бар'єром для потоку важких металів.

У переважній більшості випадків забруднення ґрунтів важкими металами різних класів небезпеки спонукає погіршення їх головних властивостей та порушення екологічних функцій. Ступінь їхньої негативної дії підпорядковано параметрам самого забруднення чи концентрації, форми сполуки, особливостей міграції у ґрунті, терміну експозиції, та од генетичних особливостей ґрунту: вмісту гумусу, гранулометричного складу, біологічної активності та окислювально-відновних умов, буферності.

Самими стійкими до забруднення можуть бути показники фізичних властивостей ґрунтового покриву, але за забруднення важкими металами може погіршуватися структура ґрунту, збільшуватися його щільність, зменшуватися водопроникність, погіршуватися повітряний режим. Результатом цього може бути пригнічення рослин та мікробіоти, руйнуються біогеохімі-

чні цикли елементів живлення, та підвищуються процеси водної і вітрової ерозій.

Великі дози важких металів спонукають збільшення в складі гумусу умісту вуглеводнів, збільшення ступеня окислення та концентрації органічного вуглецю. Засмічення важкими металами змінює також якісний склад гумусу, спонукаючи зменшенню умісту гумінових кислот та підвищення умісту фульвокислот.

Суттєво пригнічує активність процесів мінералізації азотовмісних органічних сполук та нітрифікації антропогенне забруднення ґрунтів важкими металами та спонукає зменшенню умісту в ґрунті рухомого азоту мінеральних сполук. Але, невеликі концентрації важких металів чи у високогумусованих ґрунтах спонукають підвищення процесів амоніфікації, азотфіксації, нітрифікації і мінералізації, унаслідок чого у ґрунті підвищується уміст рухомих форм азоту та фосфору, які є доступні для рослин.

Важкі метали, зазвичай, можуть викликати також підкислення ґрунтового розчину. Доведено, що pH ґрунтових розчинів зазвичай має тенденцію до підкислення у міру заповнення ГВК іонами важких металів, як наслідок чого проходить зміна рухомості більшості елементів в системі “ґрунт-розчин”, а саме кальцію та магнію.

За впливу важких металів проходять руйнування у структурі комплексу ґрунтових мікроорганізмів, який впливає на рівень ферментативної активності ґрунту, що слугує, здебільшого, більш стійким та чутливим показником біогенності ґрунту, а ніж склад та кількість мікрофлори. Уже за забруднення ґрунту важкими металами на рівні 1 ГДК та більше виникають зміни ферментативної активності. За цього, високі концентрації забруднювачів спонукають до пригнічення ферментативної активності, і малі дози важких металів спонукають активність окремих ферментів, а саме протеази і аскорбатоксидази. Упливання важких металів на ферментативну активність ґрунту залежить також від його типу, прикладом, велика концентрація може

пригнічувати активність ферментів в дерново-підзолистому ґрунті на 40-75%, при тому що у чорноземі тільки на 10-25%.

Зменшується активність біохімічних процесів у техногенно забруднених ґрунтах – це гальмується розкладання клітковини, синтезування вільних амінокислот, зниження вмісту рухомої органічної речовини та процеси виділення вуглекислоти .

Сучасним питанням системи моніторингу умісту важких металів лишається їхнє нормування у компонентах навколишнього середовища. Через вірно розроблені гранично допустимим концентрації (ГДК) забруднюючих речовин можна визначати темпи акумуляції токсикантів в навколишньому середовищі здійснити оцінку забрудненості природних об'єктів, та оцінювати ефективність природоохоронних заходів.

За даними Надточія П.П., фахівці, що досліджують проблему забруднення довкілля важкими металами, вказують, що розробка нормативів ГДК елементів-токсикантів для ґрунту - справа набагато важливіша, а ніж розроблення таких же нормативів для води та атмосфери [89]. Основою цього є гетерогенність ґрунту, як головна перешкода на шляху до проходження ефективного нормування умісту забруднювачів. Розроблені на сьогодні вітчизняні нормативи ГДК важких металів в ґрунті були в цілковитій невідповідності із їхнім фоновим умістом будучи або більшими за нього, чи навпаки, досить меншими його.

Безліч спроб було зробити нормування забруднення ґрунтів важкими металами та всі вони приходили до того, аби визначити ГДК металу в ґрунті. Проте застосування єдиного для усіх ґрунтів показника фонового вмісту валових форм важких металів та оцінка ступеня забруднення ґрунту за ним неприпустима, тому фонова кількість елементів різна і залежить від ґрунтової відміни. Визначено, що фонові значення кількості хімічних елементів і у межах одної області відрізняється у 7-10 разів [89] та залежать від впливу гранулометричного і мінералогічного складу, кількістю гумусу, колоїдно-хімічними і кислотно-основними властивостями.

Не існує єдиної концепції визначення ГДК елементів у головних ґрунтових відмінах до сьогоднішнього часу у країні, тому, на думку Надточія П.П. [89], головним етапом нормування кількості рухомих форм важких металів в ґрунтах повинен бути вибір еталонних ґрунтів. За еталон беруться:

- переліг, за умови, якщо в ін не залучений у ріллі не менше, а ніж 20-25 років при відсутності цілинного еталону;
- цілинний ґрунт чи ґрунти на території об'єктів природно-заповідного фонду, де мінімізований чи повністю виключено антропогенний вплив;
- розораний ґрунт із параметрами періоду проведення початкових спостережень по стану ґрунтів чи матеріали крупномасштабного обстеження ґрунтів України 1957-1961 років.

Методика визначення важких металів в ґрунтах згідно ГОСТ 17.4.3.04-85 (СТ СБВ 4469-84) повинен забезпечувати:

- відтворюваність методу не більше 30%;
- визначення кількості забруднювача чи елемента на цілий порядок менше ГДК;
- використовування реактивів з визначенням їх чистоти, приладів і апаратури, які забезпечують відтворення методу;
- селективність відповідно компоненту, що підлягає аналізу.

Вкрай важливо за цього застосовувати стандартні зразки ґрунтів. По ініціативі Ґрунтового інституту ім. Докучаєва В.В. створено стандартні зразки по хімічному складу для таких ґрунтів: сірий лісовий, дерново-підзолистий, каштановий, сірозем, чорнозем і червонозем.

За присутності стандартних зразків результати аналізів по визначенню атомно-адсорбційними методами валового елементного складу є досить точними. На сьогоднішній час атомно-адсорбційний метод може визначити до 70 елементів із них переважно метали, т а має ряд переваг в порівнянні із іншими: селективність, чутливість, достатньо хороше відтворення результатів та простота виконання аналізу висока продуктивність. Цей метод забез-

печує кордони знаходження більшості елементів на рівні 0,1-0,01 мг/дм^3, де у більшості випадків слугує можливістю без попереднього концентрування елементів аналізувати ґрунтові та рослинні зразки.

За дуже високих концентраціях певних елементів-забруднювачів у стандарти та зразки сиплять у формі чистих солей відповідні добавки. Аналітична похибка не повинна перебільшувати близько 1/3 помилки репрезентативності змішаного ґрунтового зразку.

Досить часто заважає висока кількість заліза, вміст якого у сотні та тисячі разів перебільшує кількість елементів, визначенню загального умісту металів що визначаються в забрудненому ґрунті.

Детоксикацію ґрунтів від надлишку важких металів роблять такими заходами :

- внесення органічних добрив;
- вапнування ґрунту;
- внесення фосфорних добрив;
- фітомеліорація;
- застосування адсорбентів;
- промивка ґрунту.

За вапнування та досягнення рівня pH 6,5 рухливість важких металів є самою низькою, що підвищує також антагонізм поміж ними і кальцієм. Значно зменшує надходження у рослини кадмію через вапнування.

За несення торфу, гною і органо-мінеральних сумішей, які мають багато на органічних сполук, важкі метали зв'язуються чи у малорухливі металоорганічні комплекси, чи ті, що не можуть подолати клітинні мембрани на рубежах "ґрунт-корінь" через комплексотворення.

Застосування фосфорних добрив переводить у важкорозчинні сполуки важкі метали свинець та цинк які малодоступні для рослин. Щоб зменшити витрати на суперфосфат потрібно використовувати фосфоритне борошно, що досить ефективно інактивує на кислих ґрунтах надлишковий вміст важких металів.

За для детоксикації надмірної кількості важких металів в ґрунті можна застосовувати цеоліти природнього, та штучного походження. Але, вони можуть нейтралізувати метали, які містяться у ґрунтовому розчині в якості катіонів, і поступання аніонної форми у рослини за внесення цеолітів не може знижуватися. Використання різних видів цеоліту на кислих ґрунтах, які забруднені свинцем, зменшило його уміст на 30%.

Вирощування толерантних культур або сортів, лісових культур, технічних чи розведення квітів відносять д о біологічних заходів детоксикації ґрунту од надлишку важких металів.

Пестициди- речовини біологічного або хімічного походження, що застосовують проти організмів, які наносять шкоду запасам сільськогосподарських продуктів, сільськогосподарським культурам та лісовим насадженням, збудників хвороб та переносників захворювань тварин і рослин, і за для знешкодження небажаної рослинності, для регуляції розвитку організмів. Їх поділяють на акарациди, інсектициди, фунгіциди, гербіциди, нематоциди, у залежності від призначення. Ці речовини є небезпечними для людей та тварин, а тому їх застосування потребує чіткого дотримання науково обґрунтованих регламентів. Їх здатністю спонукати гострі отруєння і забруднювати біосферу шкідливими хімічними сполуками зумовлена потенційна можливість негативних наслідків застосування пестицидів.

Критерієм отруйності є доза чи вміст речовин, які надходить у організм, що вимірюється у мг/кг маси тіла та викликає гибель 50% піддослідних тварин ($ЛД_{50}$).

Потенційна небезпека забруднення продуктів харчування та навколишнього середовища залежить од стійкості хімікату, які означується його періодом напіврозпаду (T_{50}), - часом, за який певна кількість отруйної речовини у аналізованому об’єкті зменшується на 50%.

Пестициди рахуються практично безпечними, при їх дозі $ЛД_{50}$, що не перевищує1000 мг/кг, а T_{50} становить не менше 3 діб.

Досить високий асортимент пестицидів, що відповідає майже 990 препаратів дозволених у використання в Україні, що використовуються на понад 40 мільйонів угідь сільськогосподарського призначення [27]. Цілий ряд із асортиментних препаратів по критерію міграції, токсичності, біоконцентрації і фактичного забруднення об'єктів довкілля, стійкості у навколишньому середовищі належить до 1 чи 2 класу небезпеки та слугують потенційними забруднювачами навколишнього середовища, а саме, ґрунту. Список пестицидів, які заборонені у застосуванні у сільському господарстві, чи таких, які не можуть бути зареєстровані чи перереєстровані в Україні, на зараз нараховує 87 позицій. Самими небезпечним серед яких є хлорорганічні сполуки (ХОС). До такої групи пестицидів входять гексахлорциклогексан (ГХЦГ), ДДТ, поліхлоркамфен, гептахлор, хлорбензол [89]. Вони відрізняються тривалістю зберігання у довкіллі через високу стійкість до дії вологості, температури, мікроорганізмів. Самими стійкими із них є ДДТ і ГХЦГ, що можуть зберігатись у навколишньому середовищі десятки років, та згубно діяти на усі ланки екосистеми.

Не дивлячись на те, що застосування стійких високотоксичних хлорорганічних пестицидів було більше ніж півстоліття тому заборонено, їхні залишки трапляються у пробах ґрунту від 8,5 % - сума ізомерів ГХЦГ, до 12,9% -продукти розпаду ДДТ, по результатам Міністерства аграрної політики України. Самими забрудненими хлорорганічними сполуками є райони садів, ягідників, хмільників і овочеві ділянки. Найбільше забруднені пестицидами ґрунти Лісостепу, а саме, саме тут сконцентровано найбільше земель, що мають вищі за норму залишки фосфорорганічних сполук, а уявна щільність забруднення у 1,4 рази вища, а ніж у Степу чи Поліссі [89] .

Присутність великих кількостей заборонених і непридатних до застосування пестицидів на території бувших сільськогосподарських підприємств може бути великою загрозою для ґрунтової екосистеми та становлять підвищену небезпеку для здоров'я людей як високотоксичні відходи. Непридатними щодо застосування такі речовини стають унаслідок спливання терміну

використання, відсутності маркування, порушення умов зберігання чи транспортування. На території указаних вище господарств пестициди досить часто зберігаються у незакритих контейнерах, паперовій або поліетиленовій тарі, і часом, і під відкритим небом. Отже, із дощовими і весняними талими водами вони можуть забруднювати поверхневі та підземні води, ґрунт, унаслідок чого погіршується родючість земель, а високотоксичні компоненти пестицидів переходять у організми людей та тварин, та викликати перш за все захворювання імунної та репродуктивної систем за трофічними ланцюгами.

Пестициди - це біологічно активні речовини які не повинні акумулюватися в ґрунті у концентраціях, що негативно діють на життєдіяльність мікроорганізмів. Вплив на ґрунтові живі організми засобів захисту рослин відрізняються залежно од речовини і типу організму. Не більше як 90 днів побічні дії на біологічну активність після використання значяться допустимими. Ґрунтові організми вступають у контакт із агрохімікатами по прямому потраплянню, і також поглинення гербіцидів у процесі харчування. Три найважливіші процеси виділив Круглов Ю. у 1 983, які проходять за процесу взаємодії мікроорганізмів із пестицидами:

- трансформація пестицидів;
- вплив на ґрунтові мікроорганізми і санітарний стан ґрунту;
- деградація і утилізація пестицидів ґрунтовими мікроорганізмами.

Для людини ы рослин не існує нешкідливих пестицидів. Потрапивши у організм людини, пестицидні препарати спонукають низку захворювань: дерматит, алергію, бронхіальну астму.

Деякі значущі ситуації забруднення об’єктів навколишнього середовища проходять у разі підвищених норм витрат пестицидів. Застосування максимальних норм застосування пестицидів є дуже розповсюдженою причиною їхнього негативного впливу на довкілля.

Пестициди завжди потрапляють у ґрунт в всіх випадках їхнього застосування. Окрема їх частина руйнується на нетоксичні продукти на протязі декількох місяців та не лишає помітного негативної дії, а інша кількість збережується роками та попадає у систему колообігу речовин у природі. Пестициди попадають у атмосферу шляхом випаровування, і лише тоді випадають із дощем, вимиваються опадами чи ґрунтовими водами в більш глибокі підґрунтові шари, можуть виноситися коренями рослин на поверхню із ґрунтовим розчином та у досить малій кості потрапляють в продукти харчування та знову в ґрунт. Швидкість розкладання пестицидів в ґрунті залежить од його виду, гранулометричного і мінералогічного складу, та ступеня окультуреності грунтів.

Екологічне тлумачення хімічного захисту рослин набуває значення в тому, що використання пестицидів – це сприймається як засіб управління агроценозом для збереження врожайності та запобігання негативним наслідкам під дією забруднення навколишнього середовища.

Вимагає чіткого дотримання регламентів їх зберігання, транспортування і використання сама робота із пестицидами. головним та суттєвим показників упливу пестицидів на живі організми та довкілля може бути токсичність, виміром якої є доза. Вона залежить од основних чи розчинних інгредієнтів впливу і кількості діючої речовини. Вкрай небезпечними є такі види, як гранули, пил і порошки.

По ступеню токсичності сучасні пестициди ділять на чотири групи:

- високотоксичні - $ЛД_{50}$ - 200 мг/кг;
- сильнодіючі, що мають $ЛД_{50}$ менше 50 мг/кг живої маси;
- малотоксичні - $ЛД_{50}$ більше 1000 мг/кг;
- середньо токсичні - $ЛД_{50}$ - 200-1000 мг/кг;

У сукупності заходів по попередженню негативної дії хімічних засобів захисту рослин на людину основним слугує обґрунтування гігієнічних нормативів допустимої кількості пестицидів в продуктах харчування, ґрунтах і визначення умов , які обумовлюють їх використання.

Макаренко Н.А., Патика В.П, і співавтори запропонували застосовувати перелічені критерії оцінки негативної ді ї пестицидів на воду, ґрунти, повітря і продукти харчування:

- орієнтовно безпечний рівень дії (ОБРД) – рівень дії забруднювачів у природних середовищах (ґрунт, вода, повітря) і продуктах харчування умовно безпечний для людини;
- гранично допустима концентрація (ГДК) – максимальна концентрація , за якої речовина не має негативного прямого а бо опосередкованого впливу на здоров'я людини;
- орієнтовно допустима концентрація (ОДК)- тимчасовий показник, чи допустимий вміст забруднюючої речовини у компонентах агроекосистем, які не спричиняють негативної дії на людину;
- залишкова кількість пестициду (ЗКП) -залишковий вміст пестициду, яка зберігається у ґрунті упродовж певного часу після його застосування;
- гранично допустима доза (ГДД) -максимальний вміст забруднюючої речовини, який не спонукає патологічних змін у організмі за відносно короткий проміжок часу;
- фітотоксична дія гербіциду ($ЕД_{50}$) чи ГДК за фіто токсичністю - концентрація гербіциду у ґрунті, що знижує масу рослин на 50%;
- період розкладу пестициду (T_{50} , T_{95} , $T_{ГДК}$) - період розкладання початкового умісту пестициду у певному середовищі на 95%, 50% значення ГДК.
- летальна доза пестициду ($ЛД_{50}$) -доза пестициду, яка спонукає загибель 50% піддослідних тварин;

Під **забрудненням радіонуклідним** ґрунтів вважають забруднення радіоактивними речовинами, кількість яких більша рівня, установленого згідно із нормами, стандартами та правилами радіаційної безпеки. У нинішніх умовах радіоактивне забруднення ґрунтів розглядається як досить самостійний тип хімічного забруднення, який містить специфічні властивості . Причи-

ною для набуття радіоактивно забруднених ґрунтів назви категорії деградованих слугує велика втрачання властивостей по можливості вирощування чистої якісної сільськогосподарської продукції. Неможливе подальше проживання людей на радіаційно небезпечних землях т а отримання продуктів харчування, сільськогосподарської продукції, які відповідають національним і міжнародним допустимим рівням кількості радіоактивних речовин.

Із перечислених нижче джерел проходить техногенне радіоактивне забруднення ґрунтів і навколишнього середовища:

- уранова промисловість, що займається переробкою, видобутком, збагаченням урану та виготовленням ядерного палива;
- видобуток з надр великої кількості радіоактивних металів із кам'яним вугіллям, газом, нафтою, металевими рудами;
- ядерні реактори різних видів;
- місця захоронення радіоактивних відходів;
- випробування ядерної зброї.
- радіохімічна промисловість;
- застосування радіоактивних ізотопів у народному господарстві;

Потрібно окремо відзначити, що сільськогосподарське виробництво не спонукає суттєвих змін фонової радіоактивності ґрунтів, не дивлячись на те, що певна кількість ^{40}К як правило, потрапляє в ґрунт із калійними добривами.

Дуже багато велика кількість авторів вказують, для того щоб мати екологічно чистий урожай можна тільки за густині забруднення ґрунтів на рівні чистомго природного фону, що не більше 1,0 Кі/км^2 за цезієм 137 і 0,02 Кі/км^2 за стронцієм-90 (табл. 6.58).

Таблиця 6.58. Шкала деградованості ґрунтів по рівню їхньої радіоактивності за цезію-137 (Тарарико О.Г., Патика В.П., 2002).

Степінь деградованості	Щільність забруднення, Кі/км^2	
	дерново-підзолисті	торфові

	легкі	важкі	
Дуже сильно деградовані	>15,1	>15,1	>4,0
Недеградовані	На рівні природного фону		
Сильно деградовані	3,0-15,1	6,0-15,1	2,0-4,0
Середньо деградовані	1,0-3,1	1,0-6,1	0,5-2,1
Слабо деградовані	1,1	1,1	0,5

Сільськогосподарське вирощування на територіях, які забруднені радіонуклідами, повинно максимальне зменшення міграції радіонуклідів забезпечити за трофічного ланцюга: «ґрунт-рослина-тварина-продукти тваринництва-людина» та отримати сільськогосподарську продукцію із допустимими рівнями їх забруднення. Опираючись на дослідження Науково-дослідного інституту сільськогосподарської радіології УААН, майже усі продукти рослинництва, яким притаманне харчове значення, можуть бути одержані на ґрунтах із рівнем забруднення ^{137}Cs - 1,5 ГБкхкм^2. В сільськогосподарському виробництві застосовують землі, які зазнали радіоактивного забруднення відповідно до 15 Кі/км^2 і від 15 до 40 Кі/км^2 - першої і другої груп.

Виробнича діяльність регламентується на забруднених територіях рівнем умісту радіонуклідів в вирощеній продукції для якого було створено допустимі рівні кількості радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr в харчових продуктах та воді. Головне значення сільськогосподарського виробництва за умов радіоактивного забруднення у тому, що потрібно забезпечити пониження надходження радіонуклідів в рослини. Задля реалізації цього процесу було розроблено досить багато агромеліоративних заходів, які широкого використовування набули та із них, які відповідали екологічно обґрунтованим технологіям, які можна технічно зробити і виправдати економічно.

До низки заходів, які зменшують потрапляння радіонуклідів в продукти рослинництва, належать:

- розташування технічних культур на забруднених ґрунтах, застосування цих площ задля отримання насіння;
- зменшення рухливості радіонуклідів в ґрунті способом внесення речовин, які переводять їх у більш не розчинні форми (глинисті мінерали, сапропелі, органіка, торфокомпости, калійні солі, фосфати, карбонати);
- розведення радіонуклідів, які потрапляють в ґрунт їхніми хімічними аналогами (Са, К.);
- заорення забрудненого шару ґрунту у підорний горизонт за кордони значного поширення кореневих систем на глибину 60-70 см;
- зниження рівня ґрунтових вод;
- підбір культур та сортів, які нагромаджують мінімальну кількість радіонуклідів.

Дослідженнями визначено те, що застосування сапропелю різних типів у рік використання зменшувало перехід радіоцезію -137 у урожай вівса практично у два рази на другий рік, концентрація Cs відповідно типу сапропелю зменшувалась в зеленій масі вики -у 1,1-2,6 разів; зерні озимого жита і бульбах картоплі од 1,5 до 2 разів; кукурудзі на силос- від 0,9 до 2,8 рази. Мамою ефективною дозою сапропелю під картоплю у Поліському районі, Київської області була доза 60-80 т/га, що забезпечила максимальну врожайність та зменшила перехід радіонуклідів ґрунту в продукцію у 1,5 рази. Більш ефективною а ніж карбонатного була дія органічного сапропелю: перший поменшував коефіцієнти для переходу і нагромадження радіоцезію у зерні озимого жита у 1,3-2,0 рази, а карбонатний сапропель -у 1,5 рази.

Сапропель- це найбільш ефективний меліорант за умов радіоактивного забруднення дерново-підзолистих ґрунтів Полісся Волині, що показало результати дослідження Поліської філії ІГА, і внесення його у дозі 100 т/га залежно від родовища пригальмовувало перехід цезію-137 зеленої маси люпину у порівнянні із контролем (без добрив) – в 2,3-5,2 рази; у зерна вівса - в 2,7-3,2 рази; бульби картоплі - у 2,7-4,3 рази. Удобрювальна дія у порівнянні з внесенням такої ж дози сапропелю 60 т/га підстилкового гною разом із мі-

неральними добривами знижувалась, але коефіцієнти для переходу цезію-137 у аналогічних варіантах із застосуванням сапропелю були трохи вищими. Шкода, що більшість покладів озерних сапропелів знаходиться у зоні радіоактивного забруднення після аварії на Чорнобильській АЕС.

Дослідження озер Поліської групи вказало, що дуже забруднений, зазвичай, верхній -0-30 см шар сапропелевих покладів. А при тому проектування робіт необхідно передбачити чи можна лишити цей шару на дні озера, який може досягатися сучасними технологіями добування сапропелів, чи його знімання та подальше зберігання у спеціально відокремлених чеках для застосування на дуже забруднених радіонуклідами землях по сьогодні існуючим регламентам для торфів. До суттєвих прийомів, які зменшують потрапляння радіонуклідів у рослини, потрібно віднести звичайну та глибоку оранку, застосування збільшених доз мінеральних добрив, застосування сівозмін із присутністю бобово-злакових трав і сидеральних культур, вапнування кислих ґрунтів.

Регулювання токсикозного режиму ґрунту

Система управління токсискозним режимом передбачає застосування двох груп заходів, що забезпечують стабільну відсутність у ґрунті токсичних для рослин речовин. Перша (профілактична) група направлена на недопущення надходження у ґрунт токсичних речовин (промислових відходів з атмосфери у ґрунт, забруднених водостоків, нормоване використання гербіцидів чи відмова від них, раціональне використання добрив та меліорантів ґрунту, тощо). Друга група заходів направлена на усунення вже наявних у ґрунті токсикантів вище рівня ГДК. До них належать промивання ґрунту, внесення хімічних меліорантів та адсорбентів, що сприяють переведенню токсичних речовин у зв’язану , індиферентну для рослин форму.

Серед токсичних розчинних солей, що зустрічаються у ґрунтах слід виділити Na_2CO_3,$NaHCO_3$,NaCl, Na_2SO_4 , $CaCl_2$, $MgSO_4$. Найбільш токсичні нормальні карбонати (CO_3^{2-}) і хлориди. Токсичність Na_2CO_3 на порядок вища від токсичності NaCl. Токсичні також і не зв’язані з кальцієм бікарбонати

(переважно $NaHCO_3$), але їх токсичність для більшості рослин у 3-3,5 рази нижча, ніж токсичність NaCl. Досить токсичними є і не зв'язані з кальцієм сульфати (переважно Na_2SO_4), але їх токсичність у 5-6 разів нижча від токсичності NaCl. До водорозчинних солей належать також $CaCO_3$,$CaSO_4$, $MgCO_3$, з яких токсичною є $MgCO_3$, а $CaCO_3$ і $CaSO_4$ (гіпс) не є токсичними, та ще й розчинність їх у воді досить низька. Але наявність у ґрунті гіпсу у великій кількості (гіпсові кори та ґрунти, gypsyferoussoils) призводить до зниження родючості ґрунтів.

При надходженні токсичних солей у ґрунт з поливними та ґрунтовими водами, а також з добривами, зростає осмотичний тиск ґрунтового розчину, що викликає гальмування споживання рослинами води та елементів живлення з ґрунту. Внаслідок надмірного накопичення водорозчинних солей у ґрунтовому розчині, зменшується біопродуктивність та якість продукції.

У нашій країні для засолених ґрунтів ще традиційно рекомендують аналіз водної витяжки (soilextractanalysis), котрий дає змогу визначити тип (хімізм) та ступінь засолення ґрунту. В нас час ступінь засолення ґрунтів визначають, вимірюючи електропровідність (ЕС, electricalconductivity) ґрунтових паст при повній вологоємності (ПВ) ґрунту. Водна витяжка дає змогу визначити вміст у ґрунті твердого залишку (totaldissolvedsolidspercent), але цей вміст можна розрахувати і за величиною електропровідності ґрунту (ЕС):

$$TDS\ (мг/л) \approx EC\ (мf \cdot см^{-1}) \cdot 640,$$

де *TDS* – вміст твердого залишку;

EC – електропровідність у мілісіменсах на см.

Крім того, за величиною електропровідності (ЕС) можна приблизно розрахувати загальні вмісти катіонів чи аніонів:

$$ЗВК\ (ммоль(+)/л) = \approx EC\ (мf \cdot см^{-1}) \cdot 10,$$

$$ЗВА\ (ммоль(+)/л) = \approx EC\ (мf \cdot см^{-1}) \cdot 10,$$

де *ЗВК* та *ЗВА* – загальний вміст катіонів та аніонів у мілімоль на літр.

Осмотичний тиск у ґрунтових пастах при їх електропровідності від 3 до 30 децисіменсів на метр (мілісіменсів на сантиметр) можна розрахувати за формулою:

$$ОП\ (атм) = \approx EC\ (мf \cdot см^{-1}) \cdot (-0,36),$$

де *ОП* - осмотичний потенціал, що вимірюється від'ємним тиском. Осмотичний тиск ОТ = - ОП.

Шкідлива дія солей залежить від виду рослин та їх віку, засолення ґрунту, тобто складу водорозчинних солей та інших ґрунтових умов (вмісту органічної речовини, гранулометричного складу, складу обмінних катіонів, тощо). Зважаючи на характер шкідливої дії солей, для кожного конкретного випадку розробляють меліоративні та агротехнічні заходи усунення токсичного впливу солей на біопродуктивність вирощуваних культур. Основним принципом усунення сольового токсикозу є строго диференційований підхід: на основі сольової зйомки та результатів ґрунтово-меліоративного обстеження галогенних земель розробляють конкретний комплекс заходів управління сольовим режимом. У нас час всі заходи оперативного впливу на ґрунт мають бути екологічно виваженими, тобто пройти екологічну експертизу. Найбільш екологічно ефективними є заходи фітобіологічної меліорації.

Фітобіологічна меліорація полягає у правильному виборі сільськогосподарських культур, котрі можуть не лише добре рости і давати задовільні врожаї, а й створювати від'ємний сольовий баланс ґрунту. До таких рослин можна віднести різні види пирію, костер безостий, райграс французький, сорго, цукровий буряк, брюкву, вівсяницю лучну, кормову капусту, тощо. На слабо і середньо засолених ґрунтах можна отримувати непогані врожаї ячменю, жита , вівса, пшениці на зелений корм та сіно, спаржі, тимофіївки, люцерни, буркуна, польового гороху, проса , вики та кінських бобів.

Хімічна меліорація направлена на зміну реакції ґрунту та співвідношення солей внесенням хімічних речовин , переважно гіпсу. Встановлено, що суміші солей менш токсичні, ніж кожна х цих солей окремо, що пояснюється їх антагоністичною дією. При хімічній взаємодії меліоранта з солями ґрунто-

вого розчину, відбуваються реакції внаслідок яких утворюються нові солі, менш токсичні, ніж вихідні. Однак слід враховувати і можливість зворотного явища при неправильних хімічних меліораціях. Наприклад, внесення вапна на засолений сульфатами натрію ґрунт спричиняє до утворення найбільш токсичної солі – Na_2CO_3.

Але токсикозний режим ґрунту – це не лише вплив на нього розчинних солей. І коли мова йде про внесення гіпсу, то зрозуміло, що цей меліорант буде більш ефективним на солонцювато-засолених ґрунтах (sodic-salinesoils) чи на солонцюватих і незасолених ґрунтах (sodicsoils). Содова солонцюватість створює найбільшу лужність ґрунту і реакцію ґрунтового розчину, яку не витримують більшість рослин.

А на кислих ґрунтах токсичність може спричиняти надлишок алюмінію у ґрунтовому розчині, особливо на ґрунтах важкого гранулометричного складу, де достатньою мірою присутній алюмосилікатний комплекс мінералів. На таких ґрунтах слід вносити вапно у повній нормі за гідролітичною кислотністю, котру можна визначати за спрощеною процедурою метода Каппена, тобто за pH суспензії ґрунту (40 г) та HCH_3COONa (100 мл) після одногодинного збовтування. При цьому гідролітичну кислотність ґрунту можна визначити за спеціальною таблицею чи розрахувати за формулою (Л.Р. Петренко, Є.М. Бережняк):

$$Hг = 7,66 \cdot 10^6 exp(-2,167pHs),$$

де *Hг* – гідролітична кислотність ґрунту в мг.-екв. на 100 г ґрунту;

pHs – pH суспензії отриманої за вказаними вище умовами аналітичної процедури.

Доза вапна ($CaCO_3$) розраховується за формулою:

$$ДCaCO_3)т/га) = 0,05 \cdot Hг \cdot h \cdot d,$$

де *h* – глибина (см) шару, у який потрібно заробити вапняковий матеріал;

d – щільність складення ґрунту у цьому шарі , г/см^3 чи т/м^3.

Певні сільськогосподарські культури гарно виростають на кислих ґрунтах, проте за підвищеного умісту рухомого алюмінію досить зменшують урожайність. По відношенню до вмісту рухомого алюмінію в ґрунті рослини поділяють на 4 групи:

1. Дуже чутливі- цукрові буряки, люцерна, конюшина, озима пшениця.
2. Середньостійкі- горох, вика, люпин, квасоля;
3. Стійкі до високого вмісту - овес, тимофіївка, кукурудза;
4. Чутливі - льон, ячмінь, озиме жито;

При pH_{KCl} понад 5 рухомість алюмінію знижується.

Гідромеліорація. Для видалення шкідливих солей з кореневмісного (активного) шару ґрунту на зрошуваних масивах вдаються до промивання ґрунту з одночасним влаштуванням дренажу для відведення промивних вод. На практиці цього досягають 1,5-2-кратним підвищенням зрошувальних норм з урахуванням характеру вилуговування ґрунту від солей. Орієнтовно, для того щоб зменшити на 80% вміст розчинних солей у суглинковому чи глинистому засоленому ґрунті на 1 метр активного шару цього ґрунту треба пропустити через нього 1 метр прісної води (тобто 10 000 $м^3 \cdot га^{-1}$). Таку орієнтовну норму промивання можна розрахувати за теоретично виведеною Л.Р. Петренком формулою:

$$НП, м = h[3 - ln(12,5 - c_1/c_2)],$$

де *НП* – норма промивання в метрах водяного стовпа;

h – глибина засоленого активного шару ґрунту, м;

c_1 – початкова (вихідна) концентрація солей у активному шарі ґрунту , %;

c_2 - кінцева (бажана, доцільна, допустима) концентрація солей у цьому ж шарі, %.

Для більш точного розрахунку концентрації можна замінити на відповідні запаси солей (т/га). Для ще більш точного встановлення норми проми-

вання варто звернутися до відомих у меліорації формул (В.Р. Волобуєва та ін..)

Агротехнічна меліорація є важливим доповненням до інших заходів, що підвищує їх ефективність. На слабко засолених ґрунтах вона має самостійне значення. До заходів агротехнічної меліорації належать: глибоке меліоративне розпушування ґрунту, внесення підвищених норм органічних добрив, недопущення утворення кірки частими розпушуваннями, мульчування поверхні ґрунту, снігозатримання, лиманне зрошення, впровадження правильних сівозмін, котрим останнім часом не приділяють достатньої уваги, через що прогресує виснаження і деградація ґрунтів.

Перспективна система управління токсикозним режимом ґрунтів передбачає удосконалення всіх видів меліорацій та вибір найбільш ефективних їх поєднань (комплексів). Потрібно досконало вивчити фізіологічну реакцію сільськогосподарських культур та інших рослин на різні види ґрунтового токсикозу, щоб таким чином виявити ефективні рослини-фітомеліоранти. Необхідно також розробити нові технологічні заходи застосування хімічних меліорантів та розширити їх асортимент.

Важливе практичне значення можуть мати розробки по вивченню різних поєднань видів меліорацій у загальній системі управління родючістю ґрунтів з несприятливим токсикозним режимом .

Є велика потреба у випуску приладів і датчиків, котрі дозволяли б оцінювати ситуації токсикозного режиму ґрунту безпосередньо у полі, при вологості ґрунту, що дозволяє це зробити. Адже зрозуміло, що лабораторні дослідження ґрунту направлені вже на іншу систему, не ту що була у полі. Наприклад, вже при висушуванні зразків ґрунту у них можуть з’явитися карбонати (закипання від 10% HCl), котрі не виявлялися при обстеженнях у полі. Відновлені форми Fe та Mg можуть при цьому частково окислятися. І взагалі слід пам’ятати у якій системі ми управляємо режимами – тій , що перебуває в польових умовах чи тій, що доводиться до певних кондицій для подальших лабораторних досліджень. Адже не секрет, що у ДСТУ зазначається, що ак-

тивна кислотність ґрунту це кислотність ґрунтового розчину чи водної витяжки чи суспензії, хоча насправді це три різні системи, а для управління режимами нас цікавить кислотність ґрунтового розчину у польових умовах, характер її динаміки під час вегетації різних культур, тощо.

Для переважної частини автоморфних ґрунтів, у тому числі і зрошувальних прісними водами, особливої небезпеки накопичення токсичних речовин немає. Хоча і в цьому випадку варто звернути увагу на те чого більше (мг.-екв. на літр) Ca^{2+} чи Mg^{2+} навіть у воді невисокої мінералізації. Якщо Mg^{2+} більше ніж Ca^{2+}, то вже має бути зрозумілим, що користі від такої води не буде, а при високих нормах зрошення може відбутися і розвиток вторинного магнієвого осолонцювання ґрунту, про що свідчать численні публікації у 80-ті роки про використання для зрошення води з озера Сасик ("розведеною" дунайською водою).

За умов інтенсивного землеробства зростає вірогідність забруднення ґрунтів залишками добрив, отрутохімікатів, гербіцидів та ін.. Раніше рекомендувалося на "сигнальних" полях (з інтенсивним застосуванням хімікатів) проводити контроль токсикозного режиму ґрунту і, в разі потреби, вдаватися до заходів його детоксикації.

Серед мінеральних добрив у цьому відношенні найбільш небезпечні азотні, так як нітрат- та нітрит іони на певному рівні накопичення у продуктах харчування викликають захворювання нирок, нервової системи, печінки, тощо. Накопичення нітратів в рослинній продукції в токсичних кількостях відбувається через недотримування технології оптимізації поживного режиму ґрунтів: внесення невиправдано високих норм добрив, незбалансовість живлення, особливо при недостачі фосфору, ігнорування фізіологічних особливостей живлення рослин у органогенезі.

Потенціально небезпечними у відношенні накопичення мінеральним азотом ґрунтових та поверхневих вод, ґрунту і рослинної продукції є органічні добрива, що їх отримують з великих тваринницьких комплексів (feedlots) промислового типу. У стічних водах у таких комплексів концентрації органі-

чних та мінеральних солей у багато разів вищі, ніж у побутових стоках. Наприклад, у стічних водах свинарських комплексів вміст сухої речовини може досягати 10 г/л, вміст азоту у формі аміаку складає 0,4-0,5 г/л. Таким чином, маючи високу удобрювальну цінність, рідкий гній при безсистемному його використанні у високих нормах стає джерелом забруднення ґрунту та навколишнього середовища. Для зниження концентрації мінерального азоту в ґрунтовому розчині використовують повільно діючі азотні добрива, а також їх дробне внесення. В таких випадках, азот, що надходить в ґрунт, (нітратний) поглинається рослинами, не створюючи надмірної концентрації у ґрунтовому розчині. З точки зору екології, це цілком виправдано, насамперед, для ґрунтів легкого гранулометричного складу. Локальне внесення добрив порівняно з традиційним урозкид забезпечує високий коефіцієнт використання поживних речовин з добрив та зменшення їх непродуктивних втрат. Слід також пам'ятати про те, що коефіцієнт використання поживних речовин з ґрунту, як показує аналіз кривих реагування (responsecurves) , зменшується при підвищенні доз, що вносяться з добривами , що цей коефіцієнт ніколи не буває стійкою величиною, як це вважають при розробці методів розрахунку балансу того чи іншого елемента живлення, наприклад у сівозміні.

У перспективі, великого значення у системі управління токсикозним режимом ґрунту має набути пошук ефективних препаратів комплексної дії, наділених гербіцидним, інсектицидним, нематоцидним та іншими ефектами. У плані екології, використання таких препаратів стане більш ефективним, ніж окремих препаратів та добрив специфічної дії. Особливої уваги заслуговує питання поєднаного внесення добрив та гербіцидів.

Добрива підсилюють ріст не лише культурних рослин, а й бур'янів, а в комплексі з гербіцидами – лише культурних рослин. Як вже зазначалося, більшість культурних рослин, вирощуваних в Україні, не витримують надмірного вмісту в ґрунтовому розчині водню (кислот), рухомого алюмінію та лугів. Рухомість всіх елементів живлення у ґрунті дуже залежить від реакції середовища. В даному випадку токсикозний та поживний режим ґрунту ут-

ворюють єдину систему, якою треба правильно управляти. При кислій та лужній реакції ґрунту рослини втрачають здатність поглинати елементи живлення і одночасно збільшують поглинання марганцю, алюмінію та заліза, що негативно впливає на їх ріст та розвиток. Наприклад, найбільша рухомість азоту у ґрунті спостерігається в межах pH ґрунтового розчину від 6,0 до 8,5. При нижчих значеннях pH страждає процес нітрифікації, а при вищих – виникають газоподібні втрати азоту у формі аміаку. Для P_2O_5 найвища рухомість в ґрунті характерна в діапазоні pH від 6,5 до 7,5, хоча вона і зростає у високолужних ґрунтах, котрі є дуже токсичними з інших причин.

Для K_2O зберігається висока рухомість при pH>6, а для заліза при pH<6. Марганець і бор мають достатню рухомість при pH 5,0-7,0. Але у високолужних ґрунтах (pH>8,7) рухомість бору знову зростає. При pH<7 різко зменшується доступність рослинам молібдену. Все це треба враховувати, здійснюючи одночасне управління режимом елементів живлення та токсикозним режимом ґрунту. Але і тут виникає дилема між оптимальним pH ґрунтового розчину для поживного режиму (pH 6,5) та втратою Ca^{2+} і руйнуванням структури ґрунту, для яких було б добре мати pH ґрунтового розчину 7,0-7,2. Якщо враховувати специфічні вимоги до реакції середовища і режиму елементів живлення різних культур, стає зрозумілим чому управління ґрунтовими режимами є дуже складним.

Складовою частиною ширшої проблеми такої як проблеми нормування антропогенних навантажень на екосистеми є вибір та обґрунтування критеріїв оцінки стану земельних ресурсів відповідно забруднення. За досить об’єктивними еколого-токсикологічними критеріями не лише можна визначати екологічну ситуацію на конкретній території, але й робити оцінку характеру антропогенного впливу на навколишнє середовище.

Найбільшу небезпеку для оточуючого середовища має забруднення ґрунтів важкими металами, радіонуклідами та пестицидами. Самим інтенсивним забрудненням ґрунтів важкими металами відбувається поруч із джере-

лом забруднення. Із віддаленням від нього зменшується рівень забруднення ґрунтів.

Залишковими кількостями пестицидів і радіонуклідами у різних регіонах країни рівень забруднення ґрунтів також має специфічні відміни. У всіх ґрунтах працюють механізми, що ведуть до перетворення техногенних потоків, що зв'язують ксенобіотики у малорухомі та не доступні для рослин форми. Проте діють ці механізми у певних межах. Тому екологічний стан, який обумовлений техногенним впливом на ґрунти, від благополучної до катастрофічної може змінюватися.

Тому в залежності від ступеня техногенного забруднення, слід вживати відповідних заходів з підтримання або відтворення екологічної стійкості земельних ресурсів. На думку В.І. Кисіля [17,19], доцільно розділити ці заходи на 3 типи:

1. Оперативні;
2. Профілактичні;
3. Перспективні.

Профілактичні заходи – це такі , що запобігають розвитку процесів техногенного забруднення ґрунтів. Вони можуть бути чи технічного характеру, а саме бути спрямованими на модернізацію знарядь для внесення мінеральних добрив та пестицидів, удосконалення очисних споруд на промислових підприємствах, чи технологічного плану, а саме, бути спрямованими на чітке дотримання екологічних вимог до сільськогосподарського чи промислового виробництва. Такі заходи найбільшою мірою доцільні на територіях з задовільною, сприятливою та попередкризовою екологічною ситуацією.

Оперативні заходи потрібні в випадках миттєвого реагування на швидке погіршення екологічного стану земель унаслідок руйнування технологічної дисципліни на сільськогосподарському виробництві, промислових підприємствах, або при виникненні аварій них ситуацій. Такі прийняті

міри повинні запроваджуватися в районах із кризовою екологічною ситуацією для недопущення подальшого погіршення стану земель.

На сільськогосподарських угіддях за швидкого погіршення їхнього екологічного стану потрібно збільшити норми внесення гною, застосувати кальцієвмісні сполуки, переорієнтувати характер використання продукції, наприклад, з харчових цілей на технічні , і т.д. землях несільськогосподарського призначення з відповідним типом імпактного забруднення потрібно застосувати кальцієвмісні сполуки, радіопротектори, адсорбенти різних видів, цеоліти, фітомеліоранти.

Слід звернути особливу увагу на ґрунти, що містять у собі великий вміст важких металів, радіонуклідів, нафтопродуктів і других токсичних речовин. Тоді, коли це відноситься до сільськогосподарських угідь, самим першим оперативним заходом слугує вилучення таких земель із категорії "сільськогосподарського призначення" до зон відчуження. Такі в подальшому підлягають чи то консервації, чи, коли це виправдано, - детоксикації.

Перспективні заходи – це заходи для утворення умов екологічної рівноваги в природному середовищі, а значить також і екологічної стабільності земель. Ці заходи включають:

1. Укріплення служби контролю за роботою атомних електростанцій і підприємств хімічної та важко ї індустрії;
2. Створення державного науково-технічного центру з розробки нових систем очисних споруд для відповідних шкідливих підприємств;
3. Розроблення чітких екологічних вимог щодо використання нових неадаптованих до умов України іноземних пестицидів;
4. Вирішення проблеми комунальних відходів, застосування сучасних технологій їх утилізації;
5. Удосконалення забезпечення правового по охороні земельних ресурсів од техногенного забруднення.

Такі заходи, на думку В.І. Кисіля [17,19]., треба покласти в основу концепцій екологічної безпеки земельних ресурсів України стосовно забруд-

нення. Ці концепції мають забезпечити оцінку, контроль, охорону, підтримку і відтворення екологічної стійкості земельних ресурсів, без якої ефективне управління токсикозним режимом окремих ґрунтів неможливе. Разом з тим, заходи детоксикації на окремих ґрунтових об'єктах сприятимуть створенню ефективної системи управління екологічним станом земельних ресурсів України.

6.7. Збереження оптимальних параметрів властивостей та режимів ґрунтів

Родючість ґрунтів - можливість забезпечення урожайністю, що залежить од водного, повітряного, поживного, теплового та токсикозного режимів ґрунту. Усі перечисленні фактори різною мірою означуються агрохімічними і фізико-хімічними, водно-фізичними властивостями ґрунтів, що мають певний зв'язок із урожаєм культур. Симбіоз урожаю с.г. культури од фактора продуктивності ґрунту може бути зображена у вигляді *кривої реагування* (responsecurve). У УНДіГА у 80-ті роки минулого сторіччя було проведено велику роботу по узагальненню залежності урожаїв різних с.г. культур від кількості рухомих форм фосфору і калію. Також сьогодні для ґрунтів України є вкрай важливою саме оптимізація їх поживного режиму як одного із мобільних факторів управління родючістю. У формі параболи чи параболічна модель були побудовані криві реагування для найпоширеніших видів ґрунтів та головних польових культур.

Із диференціального рівняння першого порядку випливає параболічна форма кривої реагування;

$$dy/dx = k(x_{опт} - x),$$

де, x -фактор цієї врожайності (мг/100 г);

y -урожайність культури;

$x_{опт}$ -оптимальне значення конкретного фактора продуктивності ґрунту, (мг/100 г).

$к$ -константа, залежна від типу фактора впливу на урожайність;

Інтегрування та розділення змінних наведеного вище диференціального рівняння дає його загальний розв'язок:

$$y = \kappa x_{опт} x - 0{,}5\kappa x^2$$

за початкової умови, якщо за x=0, y=0 (за повної відсутності фактора урожайність дорівнює нулю).

Надає можливість визначити оптимальну величину фактора урожайності культури ($x_{опт}$) побудова кривої реагування.

Агрохіміки усього світу найчастіше вдаються до опису впливу фактора продуктивності ґрунту на урожай с.г. культур рівнянням Мітчерліха:

$$dy/dx = k(A - y),$$

де, A -максимальна урожайність культури за конкретних важко змінюваних умов, решта членів рівняння мають такий самий, що і у попередньому рівнянні. Перед початком інтегрування рівняння, треба розділити змінні:

$$dy/A\text{-}y=\kappa x dx$$

Інтеграція одержаного рівняння за методом заміни змінної надає результат, який і є загальним розв'язанням рівняння Мітчерліха:

$$y = A - e^{-c} \cdot e^{-\kappa x},$$

де, c – стала інтегрування.

Якщо x – такий параметр продуктивності ґрунту за відсутності якого y=0, загальний розв'язок рівняння Мітчерліха набуває вигляду:

$$y = A \cdot (1 - e^{-\kappa x})$$

Цим рівнянням користуються для установлення бажаного значення x, якого треба досягти за управління ґрунтовими режимами. За цього потрібно пам'ятати, що максимальне значення y = A ніколи не мае досягатися, а лінія y = A кривої реагування є асимптотою. Така обставина робить рівняння Мітчерліха придатнішим до установлення оптимальних норм внесення добрив і інших факторів урожайності. Із такою ціллю потрібно ураховувати та-

кі граничні умови за перетворення загального розв'язку рівняння Мітчерліха у його частковий розв'язок:

$$y = A - e^{-c} \cdot e^{-кx}$$

за $x=0;$ $y=y_0:$

$y_0 = A - e^{-c},$

$$-ln\ A(A - y_0) = c$$

Розв'язування рівняння Мітчерліха при умові, що $x=0;$ $y=y_0$ дає можливість визначити коефіцієнт використовування поживного елементу із ґрунту у відношенні до цього ж елемента, що було внесено із добривом. Для цього Мітчерліх відобразив своє рівняння у такій формі:

$$lg(A - y) = lgA - e(x + b)$$

Блек Ч. у своїй навчально-науковій монографії «Родючість ґрунту: оцінка і управління» надає приклад застосування кривих реагування задля отримання оптимальної дози елемента живлення у управлінні поживним режимом ґрунту. Тому треба подати у одних координатах а саме у вартісному вигляді, приклад, дол../акр дві криві: криву реагування урожайність у вартісному виразі, та криву або пряму, як частіше буває затрат. Сама менше відстань між такими кривим и по перпендикуляру до осі x -норма внесення елемента із добривами- відповідає оптимальному із точки зору максимальної економічної, а не біологічної урожайності значенню норми даного поживного елемента.

При умові знайдення алгебраїчні чи аналітичного виразу для двох кривих, а саме їхніх рівнянь, потрібно знайти похідну першого порядку для кожного із таких виразів, і поставити знак рівності поміж такими похідними а потім розв'язати одержане рівняння відносно x. Отриманий розв'язок такого рівняння буде оптимальною дозою внесення певного елемента живлення задля забезпечення максимальної економічної чи економічно доцільної урожайності культури.

У прикладі самого Блека Ч. (Soil Fertility Evaluation S Control, p. 84) в вартісному виразі урожайність пшениці за впливу збільшуючих доз азоту змінюється за квадратичною параболою:

Вартість врожаю

$$v = 307{,}92 + 5{,}16\,x - 0{,}0252\,x^2$$

Затрати на держання урожаю (с) описуються прямою лінією:

$$c = 10 + 0{,}40\ x$$

Надалі операції такі:

$dx/dc = 0{,}40,$

$dv/dx = 5{,}15\ 6 - (2)(0{,}0257\ x),$

$x = 92{,}5$ *кг N на 1 га*

$5{,}156 - (2)x(0{,}0257\ x) = 0{,}40,$

До якоїсь міри, задля розрахунку оптимальних параметрів властивостей і режимів ґрунту, без яких не можливо обійтися у управлінні ґрунтовими режимами, потрібно застосувати також функції бажаності Грінченка Т.О., як унімодальну, та бімодальну, із якою студенти познайомилися за вивчення курсу «Якість ґрунтів, стандартизація і сертифікація», який передує цьому курсу. За умов значення *У* - функції бажаності дорівнює очікуваній урожайності культури або продуктивності ґрунту у балах із максимумом -*У* = 100, тоді унімодальна функція Грінченка запишеться у вигляді:

$$У = 100\ \ exp\ \ x\ \{ - к_1\ \ [(x_{опт} - x)/x_{опт}]^{32}\ \}$$

Підставляємо таку кількість балів замість *У*, знаючи ціну у балах показника продуктивності ґрунту *x*, а значення показника -замість *x*.

Розв'язуємо рівняння відносно $x_{опт}$, за $x_{опт} > x$,

$$x_{опт} = x\ /\ (1 - {}^{к2}\ \ V - 1\ \ /\ \ к_1\, ln0{,}01У)$$

Відповідно $к_1$ та $к_2$, то їхнє значення можна вибирати із застосування функції бажаності до добре вивірених експериментальних даних. Грінченко Т.О. рекомендував для більшості показників ґрунтових властивостей і режимів брати $к_1 = -5$, $к_2 = 3$. За таких значень констант:

$$x_{опт} = x / (1 - 0{,}3 \ln 0{,}01 y)^{1/3}$$

За умов вмісту у ґрунті P_2O_5 який відповідає 10 мг/100 г по методу Чирікова і оцінюється в 50 балів, тоді оптимальне значення такого показника відповідатиме:

$$x_{опт} = 10/(1 - 0{,}03 \ln 0{,}5)^{1/3} = 10/0{,}0483 = 20{,}8 \text{ мг/100 г} \approx 22 \text{ мг } P_2O_3/100 \text{ г}$$

Потрібно відзначити, що оціка конкретного значення *x* якоюсь кількістю балів має у собі також елементи суб'єктивного підходу. В представленому випадку, для кількості рухомого P_2O_5, який визначається по методу Чирікова, ми застосовували рекомендації проф. Сірого А.І., проте є також інші рекомендації, які вимагають прискіпливого експертного аналізу. Головним джерелом інформації задля розробки систем управління ґрунтовими режимами мають бути дані багаторічних даних *польових* стаціонарних дослідів. Швидше, інколи отримати інформацію із вегетаційних дослідів, проте їх результати не будуть підтверджуватися за умов польової практики вирощування культур. Ці гарно вивчені показники якості ґрунтів, як реакція ґрунтового розчину, щільність складення, уміст рухомих поживних елементів, вміст гумусу, глибина гумусованого шару, структурний склад, вміст фізичної глини головним чином, тісно корелюють із врожайністю культур та говорять про рівень ефективної родючості ґрунтів.

Для таких випадків, коли розрахунок балу за ґрунтовими або ґрунтово-кліматичними критеріями тяжкий або взагалі відсутня відповідна формула розрахунку, автори такої розробки пропонують свої рівняння, у яких *x*-конкретне значення ознаки, а *y*- бал за такою ознакою:

$y_1 = 1{,}34x_1 - 6{,}68$. ваговий коефіцієнт для балу за ознакою. *к* = 1; Значення носить функціональний характер;

x_1= глибина кореневмісного шару ґрунту, см.

$y_2 = 3{,}7x_2^{2{,}476}$. Залежність регресійна *к* = 1;

x_3 = рівноважна щільність складення ґрунту у головній частині кореневмісного шару , г/см^3 ;

x_2= вміст гумусу в орному шарі ґрунту , %.

$y_3 = 100exp\{-5|(x_3 -1,3)0,5|^3\}$. Залежність регресійна. $к$ = 1,6;

x_4 = вміст рухомого P_2O_5 у орному шарі ґрунту в мг/100 г;

$y_4 = 5,8\, x_4 – 3,4$. Залежність функціональна $к$ = 1,5;

$y_5 = 6,68x_4 – 35,95$. Залежність функціональна $к$ = 1,5;

x_5 = уміст рухомого K_2O в орному шарі ґрунту у мг/100 г.

$y_6 = 100exp\{-5|(x_6 -40)36|^3\}$. Залежність регресійна $к$ = 1;

x_6 = вміст фізичної глини у %.

$y_7 = 100exp\{-5|(x_7 -6,6)3|^3\}$. Залежність регресійна $к$ = 1,5;

x_7 = реакція ґрунтового розчину pH_{H_2O}.

y_8= $2x_8$ Залежність функціональна $к$ = 2;

x_8 = запас продуктивної вологи у уявному орному шарі ґрунту (0-20см) за час сходів ранніх ярих культур в мм.

$y_9 =0,667x_9 – 26,668$. Залежність функціональна $к$ = 2;

x_9 = запас продуктивної вологи в метровій товщі ґрунту за час цвітіння, мм.

$y_{10} = - 134x_{10} + 120$. Залежність функціональна $к$ = 1,5.

x_{10} = питомий опір ґрунту до обробітку в кг/см^2 .

Усі критерії методики Медведєва В.В. не представлені, до роботи над якими можна долучитися також і студентам- магістрам.

За оптимізації факторів продуктивності ґрунту потрібно ураховувати не тільки генетичні характеристики ґрунтів, але і характеристики різноманітних рослин. До самих вимогливих сільськогосподарських культур щодо ґрунтового розчину перш за все відносять озиму пшеницю, цукрові буряки, картопля горох; до менш вимогливих - ярі зернові. Оптимальні показники ґрунтових умов, що відповідають високо вимогливим культурам, не можуть негативно впливати на ріст та розвиток менш вимогливих «Довідник з агрохімічного і агроекологічного стану ґрунтів України, 1995».

Показники родючості агрофізичні: пористість, щільність, запаси продуктивної вологи, структурний стан, водопроникність є досить важливою складовою загальної проблеми оптимізації середовища задля вирощування культур. У цім відношенні самими вивченими є чорноземні ґрунти.

Дослідження агрофізичних властивостей ґрунтів у багатофакторних дослідах дали змогу розробити модель (табл. 6.59) оптимального кореневмісного шару для вирощування зернових колосових культур (Медведєв В.В., [89]).

Таблиця 6.59. Модель кореневмісного шару чорнозему типового для вирощування зернових колосових культур

Параметр	Діапазон
Структурний стан орного шару перед посівом	У сприятливих умовах зволоження і мінерального живлення: 20-5 мм – до 25%; 5-0,25 мм – до 60%; < 0,25 мм – не більше 15%. При несприятливих умовах зволоження і нестачі елементів живлення: 20-5 мм – 10-15%; 5-2 мм – 20%; 2-0,25 мм – 45-60%; < 0,25 мм – не більше 15%.
Щільність орного шару перед посівом, г/см^3	Без диференціації:1,1-1,3 (при нестачі вологи і підвищеній нормі добрив 1,2-1,3) Із диференціацією на поверхневий шар (0-4 см): 1,0-1,3 (вплив щільності на врожай не достовірний) На наднасінний ущільнений прошарок (4-5 см): 1,2-1,3 На наднасінний шар (8-30 см):1,1-1,2 (при підвищеній нормі добрив – 1,2); 1,1-1,3 (вплив щільності на врожай не достовірний)
Вміст вологи	0,7НВ

Оптимізація головних агрофізичних властивостей досягається системним застосуванням органічних добрив, не менше 10-12 т/га сівозмінної площі разом із внесенням речовин в періодичному циклі, які містять кальцій.

Головним змінним показником рівня родючості ґрунтів може бути уміст гумусу, що забезпечує вищий та стабільний рівень живлення рослин,

перш за все - азотний, за умов збільшення місткості убирання ґрунту, забезпечує умови задля накопичення вологи, поживних речовин із добрив, підтримує тепловий, повітряний та біологічний режими ґрунтів.

Високі урожаї культур отримують за таких оптимальних параметрів умісту гумусу:

- на чорноземах типових середньосуглинкові – 4-6%;
- на дерново-підзолистих супіщаних та легкосуглинкових ґрунтах – 2,0-2,6%;
- на чорноземах типових важкосуглинкових – 5,6-6%;

Такі параметри залежать від континентальності клімату та ступеня зволоженості. Вони є вищими за умов більш континентального клімату та відзначаються нижчими рівнями урожаїв. Основною причиною тут є гідротермічний коефіцієнт, забезпечення рослин вологою в критичні періоди їхнього росту та розвитку.

Для отримання максимального врожаю та високої якості продукції потрібні створення та підтримка оптимальної реакції ґрунтового середовища. Така оптимальна реакція ґрунтового середовища викликається багатьма причинами, але перш за все - біологічною характеристикою культур. Найсприятливіший режим pH_{H_2O} розміщений у діапазоні від 5,5 до 7,5 для більшості сільськогосподарських культур. Овес, озиме жито, люпин і льон, картопля, добре ростуть на ґрунтах з кислою реакцією ґрунтового розчину. Ми вважаємо, що максимальна доступність елементів живлення із ґрунту, таких як макро-, та мікроелементи відбувається за pH_{H_2O} на рівні 6,5.

Оптимальні показники складу і властивостей ґрунтів

Показники родючості ґрунтів застосовують при наданні земельних ділянок в користування, вилученні із господарського обігу і зміні характеру і режиму застосування, визначення їх придатності щодо вирощування конкре-

тних сільськогосподарських культур, оцінки теперішнього стану ґрунтів земельних ділянок.

Показники родючості ґрунтів земельних ділянок сільськогосподарської призначення використовують органи виконавчої влади із питань охорони навколишнього природного середовища, земельних ресурсів, аграрної політики як головною, на котрій контролюють використання і охорону земель, визначають рівень родючості ґрунтів та ступені якості земельної ділянки, зміни стану ґрунтів та їх родючості і придатність для використання їх за цільовим призначенням.

Базою об'єктивних даних по генетико-морфологічних, географічних, агрофізичних, агрохімічних і других характеристик складу і властивостей ґрунтів певної земельної ділянки, її придатності щодо вирощування конкретних сільськогосподарських культур є результати великомасштабного обстеження ґрунтів агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення та Державного земельного кадастру, дані яких визначають порядок оформлення: - паспорту ґрунтів; - агрохімічного паспорту земель сільськогосподарського призначення;- технічного паспорту земельної ділянки.

Передбачає Агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення визначення: - визначення продуктивної спроможності ґрунту за природною та ефективною родючістю і прогнозування змін родючості; - агрофізичних та агрохімічних показників стану ґрунту; - визначення потреби у агрохімічних засобах захисту та заходів із охорони та підвищення родючості ґрунтів; - визначення забруднення ґрунту залишками пестицидів, важкими металами, щільність забруднення радіонуклідами, із урахуванням класу загрози, і другими токсинами антропогенного походження. ДСТУ 4362:20048.

Задля оцінки родючості ґрунту застосовують: - матеріали великомасштабного обстеження ґрунтів та їхнє коригування - дані агрохімічного паспорту земель сільськогосподарського призначення, що визначають сучасний стан родючості ґрунту і ступінь його забруднення важкими металами, токси-

чними агрохімікатами, радіонуклідами; - це нариси, грунтові карти; - матеріали еколого-меліоративного моніторингу; - матеріали детального агрохімічного обстеження грунтів; - результати тривалих стаціонарних польових дослідів наукових установ у конкретних грунтово-кліматичних умовах.

У таблиці 1 (додаток А) наведено оптимальні параметри для основних ґрунтів, які забезпечують максимальне застосування адаптаційного потенціалу культур. Згруповування ґрунтів по їх властивостям наведено у попередніх розділах.

Таблиця 6.59. Оптимальна кількість мікроелементів в ґрунтах за групами культур в шарі ґрунту 0 -25 см.

Категорія культур	Оптимальна кількість, мг/кг				
	бору	цинку	марганцю	мідь	кобальту
Третя	1,0	10	40	7	5
Перша	0,3	2	10	1,5	1
Друга	0,5	5	20	4	3
Перша категорія культур – це культури не високого виносу з великою потенційною можливістю засвоєння – це кукурудза, зернові колосові, зернобобові, картопля; друга – культури більш високого виносу з великою і середньою здатністю до засвоювання – це овочі, трави, коренеплоди, соняшник та плодові; третя група - це культури великого виносу - усі культури із високими дозами добрив, великим рівнем агротехніки, усі високоврожайні сорти.					

Система показників еталонів родючості ґрунтів.

За стандарт чи еталон береться оптимальне значення діагностичного показника в рамках певного типу ґрунтоутворення відповідно гранулометрії - це вміст фізичної глини. Еталон на прикладі чорнозему типового для мінеральних ґрунтів наведено у ДСТУ 4363:2004

Гумус:

- 130-140 т/га - запаси у шарі від 0-20 см.

- 500 т/га - запаси в шарі від 0-100 см;

ММЗПВ- максимально можливі запаси продуктивної вологи в шарі від 0-100 см -200 мм.

Еталон для елементів живлення:

- макроелементи:

1) для азоту- 100 мг/кг за Тюріним-Кононовою; 225 мг/кг за Корнфілдом;

2) для рухомого фосфору: 70 мг/кг згідно із ДСТУ ISO 11263-200 мг/кг; за Чиріковим; 200 мг/кг за Кірсановим; 60 мг/кг за Мачигіним;

3) для рухомого калію - 400 мг/кг за Мачигіним; 220 мг/кг за Кірсановим, 180 мг/кг за Чиріковим.

- мікроелементи:

1) для некарбонатних та малокарбонатних ґрунтів за методом Пейве-Рінькіса: цинк -1,6 мг/кг; марганець - 71 мг/кг; кобальт -2,3 мг/кг; молібден -0,71 мг/кг; бор -0,23 мг/кг; ; мідь -3,4 мг/кг.

2) для карбонатних ґрунтів за методом Крупського-Олександрової: цинк -5,1 мг/кг; марганець -21 мг/кг; кобальт -0,31 мг/кг; мідь -0,51 мг/кг.

Еталоном забруднення ґрунтів важкими металами, радіонуклідами, залишками пестицидів ставлять такий ґрунт, радіоактивна забрудненість якого не перебільшує нормальний природній фон. Для мінеральних ґрунтів густина забруднення не повинна перебільшувати 1,0 Кі/км^2 по цезію-137 та 0,02 Кі/км^2 по стронцію-90. Уміст залишків пестицидів - менше 0,5 ГДК, а уміст валових форм важких металів у еталонному ґрунті не повинен перебільшувати 1 кларк чи 0,5 ГДК. Оптимальний показник рівноважної щільності складання чи об’ємна маса для ґрунтів супіщаних та піщаних ґрунтів від 1,3 г/см^3 - 1,5 г/см^3 для середнього і важкого гранулометричного складу повинно знаходитись на рівні від 1,1 г/см^3 – 1 ,3 г/см^3.

Запитання для самоперевірки:

1. Які ви знаєте повітряні властивості ґрунтів.
2. Які механізми газообміну забезпечують повітряний режим ґрунту? Яка відносна роль кожного механізму?

3. Чи можна пов’язати водно-повітряний та окисно-відновний режими ґрунту?

4. Чи може водно-повітряний та ОВ режим ґрунту впливати на режим елементів живлення?

5. Як впливає переущільнення ґрунтів на їх водно-повітряний режим?

6. Які показники використовують для прогнозування негативного впливу зрошувальної води на склад обмінних катіонів ґрунту?

7. Чи здатне здвоєння коліс не допускати переущільнення ґрунту?

8. Яку роль відіграє гумус ґрунту у регулюванні його водно-повітряного режиму і чому?

9. Яке визначення теплового режиму ґрунту?

10. Які ви знаєте теплові властивості ґрунту і від яких факторів вони залежать?

11. Назвіть визначення ефективної теплоємності ґрунту і як її можна розрахувати?

12. Охарактеризуйте відомі вам агротехнічні заходи регулювання теплового режиму ґрунту.

13. Назвіть сучасний показник, за допомогою якого найчастіше оцінюють температурний режим ґрунту? Як його оцінюють у різних ґрунтово-кліматичних зонах України?

14. Що таке хімічна меліорація і хімічні меліоранти? Які існують їх види?

15. Причини зниження продуктивності кислих ґрунтів. Що спричиняє підвищення токсичності ґрунтів? Як різні сільськогосподарські культури та інші рослини переносять цю токсичність?

16. Антропогенні фактори та механізми антропогенного підкислення ґрунтів. Як вони взаємодіють з іншими факторами деградації ґрунтів та які нові деградації спричиняють?

17. Кислотні атмосферні опади і підкислення ґрунтів. Як Ви оцінюєте його масштаби?

18. Як застосувати криві буферності ґрунту для розрахунку норм хімічних меліорантів?

19. Хімічна меліорація солонцюватих ґрунтів. Як запобігти вторинному осолонцюванню?

20. Розрахунок норм гіпсування. Як визначити норму гіпсового матеріалу за порогом коагуляції суспензії солонцевого ґрунту з дистильованою водою?

21. Що таке токсикозний режим засолених ґрунтів і що спричиняє його розвиток?

22. Назвіть заходи послаблення токсикозного впливу розчинних солей на сільськогосподарські культури

23. Які заходи існують для зменшення (усунення) пестицидного забруднення ґрунтів України?

24. Як відрізнятимуться між собою заходи послаблення токсикозного режиму ґрунтів зони Полісся та Лісостепу України?

25. Які б Ви запропонували перспективні заходи для створення умов екологічної рівноваги у природному середовищі і, зокрема, в ґрунтах?

26. Як, виходячи з кривих реагування, дійти до встановлення оптимальних норм внесення добрив?

27. Які оптимальні параметри властивостей ґрунту можна встановити з моделей кореневмісного шару даного ґрунту для даної культури?

28. Які оптимальні параметри ґрунтових властивостей та режимів випливають з методики бонітування ґрунтів В.В. Медвєдєва?

29. Чому при оптимізації факторів продуктивності ґрунтів треба враховувати їх гранулометричний склад?

ДОДАТОК

ДОДАТОК А (довідковий)

ОПТИМАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ ПОКАЗНИКІВ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

Таблиця 1. Оптимальні параметри показників родючості ґрунтів в шарі ґрунту 0 - 25 см

Показники	Параметри залежно від гранулометрії (вмісту фізичної глини, %)						
	піщані < 5	зв'язано піщані 6-10	супіщані 12-20	легкосуглинкові 22-30	середньосуглинкові 32-45	важкосуглинкові 47-55	легкоглинисті 57-65
1	2	3	4	5	6	7	8
Полісся							
Дернові-опідзолені							
Гумус, у%	0,4 - 0,8	0,7-1,4	1,1-2,8	2,0- 4,1			
Запас гумусу у профілі т/га	25 - 36	35 - 65	61 - 120	85-180			
Доступні форми азоту , мг/кг	30 - 41	30 - 40	35 - 46	35 - 45			
Рухомий фосфор по Кірсанову, мг/кг	100 - 151	120-170	150- 202	150 - 200			
Рухомий калій по Кірсанову, мг/кг	120 - 171	150-200	170- 222	170 - 220			
pH ксі	5,1 - 5,78	5,1 - 5,7	5,5 -6,0	5,5 - 6,0			
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г	1,8 - 2,0	2,0 - 2,2	2,0 -2,6	2,3 - 4,6			
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г	3,0 -4,1	4,0 4,5	4,5 -9,0	9,0 - 12,1			
Щільність в г/см^3	1,5 -1,7	1,5 -1,6	1,5 -1,5	1,3 - 1,5			
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких		 30-40 20-30	 42-60 30-50	 40-61 30-50			
Найменша вологоємність у %	10-13	12- 14	14-19	18-22			
ДАВ 0-100 см, мм	40-60	50-60	60-82	80-122			
Дернові-опідзолені-глеюваті							

Гумус, у%	0,7 - 0,9	0,8 - 1,7	1,5 -3,4	2,8 - 4,8			
Доступні форми азоту , мг/кг	30 - 40	30 - 40	35 - 46	35 - 45			
Запас гумусу у профілі т/га	35 - 46	40 - 75	71 -140	100 - 200			
Рухомий калій по Кірсано-ву, мг/кг	120 -170	150 -200	171-220	170 - 220			
Рухомий фосфор по Кірса-нову, мг/кг	100 -150	120 -170	151-200	150 - 200			
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г	1,7 - 2,0	2,0 - 2,4	2,0 -2,6	1,0 - 2,2			
pH ксі	5,0 - 5,6	5,1 - 5,7	5,5 -5,8	5,4 - 6.0			
Щільність в г/см^3	1,5 - 1,6	1,5 - 1,7	1,4 -1,7	1,3 - 1,4			
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г	3,0 - 4,0	4,2 - 4,5	4,6 -9,0	10,0 -15,0			
Найменша вологоємність у %	10 - 12	12 - 15	14 - 19	18 - 21			
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких		 30-40 20-30	 40-61 31-50	 40-60 30-50			
ДАВ 0-100 см, мм	40-50	50-62	61-80	80-120	-	-	-
Дернові-опідзолені-глейові							
Гумус, у%	0,8 - 1,0	1,0 - 2,1	1,8 -4,0	3,4 - 6,0			
Доступні форми азоту , мг/кг	30 - 40	30 - 40	35 - 45	35 - 45			
Запас гумусу у профілі у т/га	35 - 45	40 - 90	80 -180	150 - 250			
Рухомий калій по Кірсано-ву, мг/кг	120 -170	150 -200	170-220	170 - 220			
Рухомий фосфор по Кірса-нову, мг/кг	100 -150	120 -170	150-200	150 - 200			
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г	2,0 - 2,4	2,0 - 2,4	1,0 -2,4	1,0 - 2,4			

pH ксі	4,7 - 5,1	5,0 - 5,5	5,5 -6,0	5,9 - 6,5			
Щільність в г/см^3	1,5 - 1,6	1,5 - 1,6	1,4 -1,5	1,3 - 1,4			
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г	3,0 - 4,0	4,0 - 5,0	5,0-11,0	13,0 -16,0			
Найменша вологоємність у %	10 - 12	12 - 14	14 - 18	18 - 22			
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких		 30-40 20-30	 40-60 30-50	 40-60 30-50			
ДАВ 0-100 см, мм	40-50	50-60	60-80	80-120			
Дерново-підзолисті-неоглеєні							
Гумус, у%		0,5 - 0,6	0,6 -1,3	1,2 - 2,0			
Доступні форми азоту , мг/кг		30 - 40	35 - 45	35 - 45			
Запас гумусу у профілі у т/га		25 - 35	35 - 60	50 - 85			
Рухомий калій по Кірсано-ву, мг/кг		150 -200	170-220	170 - 220			
Рухомий фосфор по Кірса-нову, мг/кг		120 -170	150-200	150 - 200			
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г		1,7 - 2,6	2,0 -2,8	2,5 - 3,0			
pH ксі		4,6 - 5,4	4,6 -5,4	5,0 - 6,0			
Щільність в г/см^3		1,5 - 1,6	1,4 -1,5	1,3 - 1,4			
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г		3,0 - 4,0	4,0 -6,0	6,0 - 8,0			
Найменша вологоємність у %		12 - 14	14 - 18	18 - 22			
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих		 30-40 20-30	 40- 60 30-50	 40-60 30-50			

>0,25 мм водостійких							
ДАВ 0-100 см, мм		50-60	60-80	80-120			
Дерново-підзолисті-глеюваті							
Гумус, у%		0,6 - 0,8	0,8 -1,6	1,4 - 2,4			
Доступні форми азоту , мг/кг		30 - 40	35 - 45	35 - 45			
Запас гумусу у профілі у т/га		30 - 40	40 - 75	60 - 100			
Рухомий калій по Кірсано-ву, мг/кг		150 -200	170-220	170 - 220			
Рухомий фосфор по Кірса-нову, мг/кг		120 -170	150-200	150 - 200			
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г		1,7 - 2,6	1,5 -2,6	1,0 - 2,5			
pH ксі		5,0 - 5,5	5,0 -5,7	5,3 - 6,2			
Щільність в г/см^3		1,5 - 1,6	1,4 -1,5	1,3 - 1,4			
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г		3,5 - 4,5	4,5 -6,0	6,0 - 7,5			
Найменша вологоємність у %		12 – 14	14 – 18	18 – 22			
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких		 30-40 20-30	 40-60 30-50	 40-60 30-50			
ДАВ 0-100 см, мм		50-60	60-80	80-120			
Дерново-підзолисті-глейові							
Гумус, у%		0,7 – 0,9	0,9 -1,9	1,6 – 2,7			
Доступні форми азоту , мг/кг		30 - 40	35 - 45	35 - 45			
Запас гумусу у профілі у т/га		35 - 45	45 - 90	70 - 115			

Рухомий калій по Кірсанову, мг/кг		150 -200	170-220	170 - 220			
Рухомий фосфор по Кірсанову, мг/кг		120 -170	150-200	150 - 200			
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г		1,5 - 2,5	1,5 -2,5	2,0 - 3,0			
pH ксі		4,5 - 5,1	5,0 -5,5	5,5 - 6,0			
Щільність в г/см^3		1,5-1,6	1,4-1,5	1,3-1,4			
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г		4,0 - 4,5	4,5 -6,0	6,0 - 8,0			
Найменша вологоємність у %		12 - 14	14 - 18	18 - 22			
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких		 30-40 20-30	 40-60 30-50	 40-60 30-50			
ДАВ 0-100 см, мм		50-60	60-80	80-120			
Лісостеп							
Ясно-сірі опідзолені							
Гумус, у%				1,3 - 1,9	1,8 - 2,7	1,9 - 2,8	
Доступні форми азоту , мг/кг				35 - 45	35 - 45	35 - 45	
Запас гумусу у профілі у т/га				60 - 110	100 - 150	150 - 170	
Рухомий калій по Кірсанову, мг/кг				170 - 220	170 - 220	170 - 220	
Рухомий фосфор по Кірсанову, мг/кг				150 - 200	150 - 200	150 - 200	
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г				2,5 - 3,1	2,5 - 3,1	2,5 - 3,1	
pH ксі				5,2 - 5,7	5,2 - 5,7	5,2 - 5,7	
Щільність в г/см^3				1,2 - 1,3	1,2 - 1,4	1,2 - 1,4	
Сума обмінних катіонів в				10,0 -15,0	12,0 - 20,0	14,0 -22,0	

м-екв/100 г							
Найменша вологоємність у %				18 - 22	22 - 26	26 - 30	
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких				 40-60 30- 50	 40-60 30- 50	 40-60 30-50	
ДАВ 0-100 см, мм				80-120	100-120	120-40	
Сірі- опідзолені							
Гумус, у%				1,5 - 2,4	2,0 - 2,5	2,3 - 2,7	
Доступні форми азоту , мг/кг				35 - 45	35 - 45	35 - 45	
Запас гумусу у профілі у т/га				100 - 140	140 - 200	200 - 220	
Рухомий калій по Кірсано-ву, мг/кг				170 - 220	170 - 220	170 - 220	
Рухомий фосфор по Кірса-нову, мг/кг				150 - 200	150 - 200	150 - 200	
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г				2,4 - 3,1	2,5 - 3,5	2,5 - 3,5	
pH ксі				5,4 - 6,1	5,4 - 6,1	5,4 - 6,2	
Щільність в г/см^3				1,2 - 1,3	1,2 - 1,3	1,2 - 1,4	
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г				10,0 -15,0	13,0 - 23,0	19,0 -25,0	
Найменша вологоємність у %				18 - 22	22 - 26	26 - 30	
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких				 50-60 30-60	 50-60 30-60	 50-60 30-60	
ДАВ 0-100 см, мм				80-120	100-120	120-140	
Темно-сірі опідзолені							
Гумус, у%				1,6 - 2,6	2,4 - 3,2	2,9 - 3,9	

Доступні форми азоту , мг/кг				35 - 45	35 - 45	35 - 45	
Запас гумусу у профілі у т/га				120 - 180	180 - 260	260 - 320	
Рухомий калій по Кірсано-ву, мг/кг				170 - 220	170 - 220	170 - 220	
Рухомий фосфор по Кірса-нову, мг/кг				150 - 200	150 - 200	150 - 200	
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г				2,1 - 3,0	2,5 - 3,5	2,5 - 4,0	
pH ксі				5,3 - 6,0	5,5 - 6,3	5,5 - 6,3	
Щільність в г/см^3				1,1 - 1,3	1,2 - 1,3	1,2 - 1,4	
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г				11,0 -18,0	16,0 - 28,0	24,0 -34,0	
Найменша вологоємність у %				18 - 22	22 - 26	26 - 30	
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких				 50-60 30- 60	 50-60 30- 60	 50-60 30- 60	
ДАВ 0-100 см, мм				80 - 120	100 - 120	120 - 140	
Чорноземи опідзолені							
Гумус, у%				1,7 - 3,5	2,8 - 4,2	3,4 - 4,7	
Доступні форми азоту , мг/кг				35 - 45	35 - 45	35 - 45	
Запас гумусу у профілі у т/га				160 - 230	230 - 350	300 - 430	
Рухомий калій по Кірсано-ву, мг/кг				120 - 170	120 - 170	120 - 170	
Рухомий фосфор по Кірса-нову, мг/кг				150 - 200	150 - 200	150 - 200	
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г				2,0 - 3,0	2,5 - 3,5	2,5 - 3,5	

pH ксі				5,7 - 6,1	5,7 - 6,4	5,7 - 6,4	
Щільність в г/см^3				1,1 - 1,3	1,2 - 1,3	1,2 - 1,4	
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г				12,0 -20,0	19,0 - 32,0	29,0 -39,0	
Найменша вологоємність у %				18 - 22	22 - 26	26 - 30	
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких				50 -65 40-60	50- 65 40-60	50 - 65 40-60	
ДАВ 0-100 см, мм				90 - 120	100 - 120	120 - 140	
Чорноземи типові							
Гумус, у%				2,5 - 4,0	3,5 - 5,0	4,5 - 5,7	5,5 - 6,3
Доступні форми азоту , мг/кг				35 - 45	35 - 45	35 - 45	35 - 45
Запас гумусу у профілі у т/га				300 - 450	360 - 550	480 - 550	550 - 650
Рухомий калій по Кірсано-ву, мг/кг				250 - 300	300 - 400	300 - 400	300 - 400
Рухомий фосфор по Кірса-нову, мг/кг				45 - 60	45 - 60	45 - 60	45 - 60
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г				1,8 - 2,5	1,5 - 2,5	1,5 - 2,5	1,5 - 2,5
pH ксі				5,8 - 6,4	6,0 - 6,8	6,3 - 7,0	6,5 - 7,0
Щільність в г/см^3				1,1 - 1,3	1,1 - 1,3	1,1 - 1,3	1,1 - 1,3
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г				14,0 -27,0	21,0 - 36,0	32,0 -44,0	39,0 -55,0
Найменша вологоємність у %				18 - 22	22 - 26	26- 32	30 - 34
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких				70 – 80 55 - 70	70 – 80 55 - 70	70- 80 55-70	70-80 55-70

ДАВ 0-100 см, мм				90 - 120	100 -130	130-50	140-60
Степ							
Чорноземи звичайні							
Гумус, у%						3,2 - 5,3	3,9 - 6,1
Доступні форми азоту , мг/кг						35 - 45	35 - 45
Запас гумусу у профілі у т/га						300 - 480	330 -500
Рухомий калій по Кірсано-ву, мг/кг						300 - 400	300 -400
Рухомий фосфор по Кірса-нову, мг/кг						45 - 60	45 - 60
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г						30 - 45	39 - 55
pH ксі						6,8 - 7,6	6,8 - 7,6
Щільність в г/см^3						65- 80 50-60	65-80 50-60
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г						1,1 - 1,3	1,2 - 1,4
ДАВ , мм						120- 150	140-160
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких						26- 32	30- 34
Чорноземи південні							
Гумус, у%						2,5 - 3,6	3,1 - 4,3
Доступні форми азоту , мг/кг						35 - 45	35 - 45
Запас гумусу у профілі у т/га						200 - 250	220 -300
Рухомий калій по Кірсано-ву, мг/кг						300 - 400	300 -400

Рухомий фосфор по Кірсанову, мг/кг						45 - 60	45 - 60
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г						30 - 42	39 - 50
pH ксі						7,0 - 7,7	7,0 - 7,7
Щільність в г/см^3						60-70 50-60	60-70 50-70
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г						1,2 - 1,3	1,2 - 1,4
ДАВ , мм						100 - 130	130 -160
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких						26 - 30	30 - 32
Сухий степ							
Темно-каштанові							
Гумус, у%						2,1 - 2,9	2,5 - 3,4
Доступні форми азоту , мг/кг						35 - 45	35 - 45
Запас гумусу у профілі у т/га						170 - 200	200 - 240
Рухомий калій по Кірсанову, мг/кг						300 - 400	300 - 400
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г						30 -40	35- 45
Щільність в г/см^3						1,2 - 1,3	1,2 - 1,4
pH ксі						7,2 - 7,8	7,2 - 7,8
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г						не засолені	не засолені
Найменша вологоємність у %						26 - 30	30 - 32
Вміст агрегатів, у %:							

0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких						55- 65 45- 55	55- 65 45- 55
ДАВ 0-100 см, мм						90 - 120	120 - 150
Каштанові							
Гумус, у%					1,1 - 2,0	1,6 - 2,5	2,0 - 2,7
Доступні форми азоту , мг/кг					35 - 45	35 - 45	35 - 45
Запас гумусу у профілі у т/га					100 - 120	120 - 140	140 -150
Рухомий калій по Кірсано-ву, мг/кг					300 - 400	300 - 400	300 -400
Рухомий фосфор по Кірса-нову, мг/кг					45 - 60	45 - 60	45 - 60
Гідролітична кислотність в м-екв/100 г					25 - 32	30 - 40	34 - 44
Сума обмінних катіонів в м-екв/100 г					не засолені	не засолені	не засолені
pH ксі					< 8,0	< 8,0	< 8,0
Вміст агрегатів, у %: 0,25- 10,0 мм повітряно сухих >0,25 мм водостійких					50- 60 30- 40	50 -60 30- 40	50- 60 30- 40
Щільність в г/см^3					1,2 - 1,3	1,2 - 1,4	1,2 - 1,4
ДАВ 0-100 см, мм					80 - 100	90 - 120	120 -150
Найменша вологоємність у %					22 - 26	26 - 30	30 - 32

Список літератури

1. Докучаев В.В. Избраные сочинение, т.3. – М.: Сельхозгиз, 1949. – С. 325.
2. Чорний С.Г. Оцінка якості грунтів / С.Г. Чорний. - Миколаїв: МНАУ, 2018. – 233с.
3. Булыгин С.Ю. в кн Формированые экологически сбалансированных ландшафтов /С.Ю. Булыгин, И.А. Неаринг. - 1999. -273 с.
4. Сайко В.М. Сівозміни у землеробстві України / В.М. Сайко, П.І. Бойко. - К.: Аграрна наука, 2002. - 147 с.
5. Andrews S.C. A comparison soil quality indexing methods vegetable production systems in Northern California/ S.S. Andrews, D.L. Karlen, Mitchell J.P. // Ag. Ec. En. –2003. – № 92.– P. 25-46.
6. Doran J.C. Quantitative of soil quality:minimum data set /J.W. Doran, T.B. Parkin. // Methods Assessing Quality / eds. J.W. Doran, A.J. Jones. – Madison: SSCSA, Inc., 1976. – P. 25-39.
7. Schoeneberger P.J. Field Book Describing Sampling Soils, Version 3.0. / P.J. Schoeneberger; D.A. Wysocki, E.C. Benham, ; Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center. – Lincoln: NE, 2005 – 313 p.
8. Kinyangi C. Soil health and quality: a review [Electronic resource] / C. Kinyangi. – Access mode: ttp:// worldaginfo.org//Soil%20Healt20Review.pdf. – Last accessed: 27.12.2017. Title from the screen.
9. Arshad C.A. Physical Tests Monitoring Quality / C.A. Arshad, B. Grossman // Methods assessing quality / J.W. Doran, A. J. Jones ed. – Madison, 1999. – P. 123-148.
10. Department Agriculture U.S. Natural Resources Conservation Service. National Soil Handbook, title 434-VI. Soil Properties and Qualities (Part 618), Available Water Capacity. 2008 [Electronic resource]. – Access mode: http:coils.usda.gov/technical/handbook/ – Last accessed: 20.09.2019. – Title from the screen.
11. Richter D.D. Long-term soil experiments: keys managing Earth’s

rapidly changing / D.D. Richter, M. Hofmockel //Soil Sci. Soc Am J. 2008. – №71. – P. 267-278.

12. Rinnan R. Fifteen climate change manipulation Salter soil microbial communities in subarctic heath ecosystem / R. Rinnan, A. Michelsen, E. Baath, E. Jonasson // Glob. Change Biol.–20079. – № 13. – P. 26-39.

13. Stiles C.A. Validation testing portable kit measuring an active soil carbon fraction / C.A. Stiles, R. D. Hammer, C.G. Johnson et al // Soil Sci. Soc. Am. J. – 2018. – № 78. – P. 2330-2380.

14. Lucas S.T. Can labile carbon test used predict crop responses to improve soil organic matter management / S. Lucas, R.. Weil // Agronomy Journal. – 2016. – № 107. – P.1260-1270.

15. Smith J. Measurement use pH and Electrical Conductivity Soil Quality Analysis / J.L. Smith, J.W. Doran // Methods for assessing Quality. Soil Science Society America Journal, SSSA. – 1997. – № 48. – P. 169-185.

16. Cabrera M.J. Modeling nitrogen cycle / M. Cabrera, A.Molina, // Nitrogen in Agricultural Systems. Agronomy: monograph / eds. J.S. Schepers, W.R. Raun; ASA, CSSA,American of Agronomy -Madison, 2009. – Pp. 697-730.

17. Pankhurst C.E. Biologiccal Indicators Soil Health / C.E. Pankhurst, B.M. Doube, // Biological soil health / eds. C. Pankhurst, B.M. Doube, V.V.S.R. Gupta. – 1999.− P 435-469.

18. Edwards C.A. Biology and Ecolcogy arthworms / C.A. Edwards, C.I. Bohlen. – Springer Science&Business Media, – 1997. – P. 436.

19. Dick R.P. Soil Enzymce Activity as an Indiccator Soil Quality / R.P. Dick // Defining soil qcuality for a sustainable environment / eds. J. W. Doran et al. – Madison, 1995. – P. 108-128.

20. Cambardella C.A. Particulate organicc matter changes accross a grassland cultivation sequence / C.A. Cambardella, E.T. Elliot // Soil Sci. Soc. Am. J. – 1998 – № 59. – P. 778-787.

21. Blum W.E.H. Functions Soil for Society and the Environment/ W.E.H. Blum // Reviews in Environmental Science Biotechnology. – 2008. – Vol.

6. – № 3. –P.75-79.

22. Toth G. Soil quality EU /Threats to Soil Quality in Europe / eds. G. Tóth, L. Montanarella, E. Ruscco. – 2007. – pp. 11-49.

23. Identification and development of a set of national indicators for soil quality, Environment Agency / eds. P.J. Loveland, T. Thompson. – SSLRC, 2007, – P. 178. – Access mode: http:// www.environment-agency.gov.uk. – Last accessed: 27.12.2018.

24. The development soil quality indicators for assessing the role soil in environmental interactions. Science Report 5. – Bristol: Environment Agency, Waterside Drive, Aztec West, Almondsbury, 2009. – 242 p.

25. Jolivet C. Manuel Réseau de Mesures de Qualité des Sols / C. Jolivet, L. Boulonne, C. Ratié. – Orléans: UniténfoSol, INRA, 2007. – 196 p.

26. The state of the soils in Frace, a synthesis [Electronic resource]. – Access mode: http:// http://www.gissol.fr/rapprts/synthesis_HD.pdf. Last acessed: 27.11.2019. – Title from the screen.

27. Schlotera M. Indcators for evauating soil quality / M. Schlotera, O. Dillyb, J. C. Munch // Agriculture, Ecosysems and Environment. – 2009.– № 99. – P. 255–265.

28. Martinez-Salgado M. Biological soil qualty indicators: a review / M. Martinez-Salgado, M. Jansens, R. Ortega-Blu // Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechology. – 2010. – P. 319-329.

29. Zornoza R. Identifiation of sensitive indiators to assess the interrelationship between soil quality, managemnt practices and human health [Electronic reource] / R. Zornoza, J.A. Bastida at al // Soil – 2019. – №1. – P. 173-185. – Access mode: www.soil-journal.net – Last accessed: 25.12. 2019. – Title from the screen.

30. Bolinder M.A. The resonse of soil quality indicators to conservation management / M.A. Bolider, D.A. Angers, M.R. Carter // Can. J. Soil Sci. – 1999. – № 77– Pp. 37-49.

31. Gregorich E.G. Towards a minim data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils / E.G. Gregoich, D.A. Angers et al. // Can. J. Soil Sci. – 1996. – № 78. – P. 367-386.

32. Biederbeck V.O. Soil qulity attributes as influenced by annual legumes used as green manure / V.O. Biedbeck, C.A. Campbell et al // Soil Biol. Biochem. – 1999. – № 338. – P. 1157-1185.

33. Земельний кодекс України [Електронний ресурс]: закон України № 2768-III від 25.10.002; станом на 18.12.2018. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws /show/2768-16

34. Медведев В.В. Бонитировка почв? качественная оценка пахотных земель Украины/ В.В. Медведев,-Х.: Изд.»13типография», 2008.-386.

35. Серый А.И., Дубровина Н.А., Лапанова В.А. и др. Бонитировка почв. Метод. рекомендации студентам . Киев, 1986. – 78 с.

36. Гнатенко О.Ф. Агровиробниче групуваня ґрунтів.// О.Ф. Гнатенко, Л.Р. Петренко, М.В. Капштик .- К.: НАУ, 1998. – 70с.

37. Карманов И.И. Плодородие почв УССР. - М.: Колос, 1980. - 222 с.

38. Иванов В.Д. Методические указания с бонитировки почв. - Воронеж: ВСХИ, 1986. - 18 с.

39. Кулаковская Т.Н. Оптимальные параметры плодородия почв / под ред. Т.Н. Кулаковской. Москва: Колос, 1984. 271 с.

40. Слабко Ю.И., Синельников Э.П. Методика комплексной оценки плодородия почв Приморского края по основе показателей почвенно-агрохимического обследова- ния, п. Тимирязевский, 1996. 12с.

41. Муха В.Д., Картаышев Н.И., Муха Д.В. Агропочвоведение. Изд. Колос, 2003, 529с.

42. Земельний кодекс України. -Львів: Укр. тех, 2002. – 82 с.

43. Магазинщиков Т.П. Земельий кадастр: Підручник. - Львів: Світ, 1995. – 455 с.

44. Земельні відносини в Україні: Закондавчі акти і нормативні доку-

менти / Держкомзем України. - К.: Урожай, 1995. – 816 с.

45. Лісовий кодекс України: Прийятий Верховною Радою України 22 січня 1995 р. // Кодекси України. – 2004. – №8. – С. 77-137.

46. Про внесеня змін до Положення про порядок ведення державного земельного кадастру // Земельні відносини в Україні: Законодвчі акти і нормативні документи /Держкомзем України. – К.: Урожай. 1999. – С. 330-336.

47. Про програму створення автоатизованої системи ведення державного земельного кадастру //Землвпорядний вісник. – 1999. – №6. – С. 37-47.

48. Інструкція з заповнення державної статистичої звітності з кількісного обліку земель- К.: Держкомзем України, 1999.

49. Конституція України // Час. 1997. – 13 липня.

50. Методика грошової оцінки сільськогосподарського призначення та населених пунктів // Земельні відносини в Україні: акти і нормативні документи / Держкомзем Укріни. – К.: Урожай, 1999. – С. 386-391.

51. Про плату за землю: Закон України // Земельні відносини в Україні: Законодавчі акти нормативні документи / Держкомзем України. – К.: Урожай, 1999. – С. 199-207.

52. Порядок грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення // Земельні відносини в Україні: Законодавчі акти і нормативні документи - К.: Урожай, 1999. – С. 397-432.

53. Про Порядок грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення. Державного комітету України у справах містобудування і архітектури, Державного комітету України по водному господарству. Державного комітету лісового господарста України. УААН від 29.08.1999р. №86/19/148// Земельні відносини в Україні: Законоавчі акти і нормативні документи /Держкомзем України. -К.: Урожай, 19989. – С. 436 -46,97.

54. Касимов Н.С. Геохимия ландафта / Н.С. Касимов, А.И. Перельман, -М.: МГУ, 199,79. – 6,310 с.

55. Трусковецький Р.С. Буферна здатніть ґрунтів , їх основні функції / Р.С. Трусковецький. – Харків: ППВ «Нове слово», 2007. – 228 с.

56. Медведев В.В. Водные свойства Украины почв Украины и влагобеспеченность сельскохозяйственных культур / В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова, Л.В. Донцова. – Харьков: «Апостроф», – 22,64 с.

57. Гришко В.М. Важкі метали: наджодження у ґрунти, транслокація у рослинах і екологічна небезпека /В.М. Гришка, Д.В. − Донецьк: «Донбас», 2016. – 308 с.

58. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы агроландшафте / Ю.В. Алексеев. СПб.: ПИЯФ РАН, 2009. – 218 с.

59. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы почв / А. Кабата-Пендиас. – М.: Мир, 1999. – 470 с.

60. Корсак К.В. Основи сучасної екології: навч. посіб. / К.В. Корсак, О.В. Плахотик. – К.: МАУП, 2009. – 370 с.

61. Надточій П.П. Екологія ґрунту: монографія / П.П. Надточій, Т.М. Мислива. – Житомир: Рута, 2000. – 478 с.

62. Іванов Є.А. Радіоекологічні дослідження: навч. посіб. / Є.А. Іванов. Львів: Видавничий центр імІвана Франка, 2006. – 179 с.

63. Горбатов В.С. Экологическия оценка пестцидов: источники и формы информации / В.С. Горбатов, Т.В. Кононова // Агро- XXI. – 2009. – № 3. – С.8-9

64. Проданчук М.Г. Методологічні підходи до оперативної екогігієнічної оцінки аортименту та обсягів застоування пестицидів в сільському господарстві України / М.Г. Проданчук, Ю.А. Кучак // Довкілля здоров'я. – 2005. – № 4. – С. 79–78.

65. Іутинська Г.Г. Ґрунтова мікробіологія / Г.Г. Іутинська. – К.: Арістей, 2008. – 254 с.

66. Інструкція проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України. / уклад. С.А. Балюк, В.Я. Новікова та ін. – К.: Державний комітет України водному господарству, 2008 – 49 с.

67. Алексеенко В.А. Химические элементы городских почвах / В.А. Алексеенко, А В. Алесеенко. – М.: Логос, 2017. – 318 с.

68. Теорія, практика ґрунтоохоронного моніторингу/ за ред. М.М. Мірошниченка. – Харків: ФОПП Бровін О.В., 2006. – 389 с

69. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы агроландшафтов / Ю.В. Алексеев. СПб.: ПИЯФ РАН, 2000. – 217 с.

70. Вальков В.Ф. Почвенная экология в сельскохозяйственных растений. // А.Ф. Вальков.- М.: Агропромиздат, 1986.- 208 с.

71. Веремеєнко С.І. Еволюція, управління продуктивністю ґрунтів України/ С.І. Веремеєнко ,-Луцьк,-1996,-289 с.

72. Вериго С.А., Почвенная влага.// С.А. Вериго, Л.А.Разумова.-- Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 378 с.

73. Вітвіцький С.В. Вплив способів обробітку чорноземів на гуміфікацію рослинних решток і гною. Автор.. дисер. К.:УДАУ, 1992.-29 с.

74. Полупан М.І., Соловей В.Б., Кисіль О.М., Величко. Визначення еколого-генетичного статусу родючості ґрунтів України. К.: Аграрні науки. 2009.

75. Чесняк Г.Я. Гумусное состояние черноземов/ Г.Я. Чесняк, Ф.Я. Гаврилюк, //Русский чорнозем столет после Докучаєва. - М.: Москва,- Наука.- 1988.- с. 189-189.

76. Paton T.R., Humphrys G.S., Soils: New Global View. – New Haven and London: Yale University Press. – 1999. – 293 pp.

77. Charles A. Black SoilFetilityEvaluation & Control / Taylor & Francis.- 1998 – 778 с.

78. Димо В.Н. Тепловой режим почв УССР.// В.Н. Димо.- М.: Колос, 1977.

79. Зайцев Б.Д. Ґрунтовознавство.// Б.Д. Зайцев.-- М.: Лісова промисловість, 1969. –С.10 -50.

80. Кисель В.И. Биологическое земледелие Украини: проблемы и перспективы.// В.И. Кисель - Харьков:2009. – 164 с.

81. Кисіль В.І. Суть біологічного землеробства інституту ґрунтознавства та агрохімії УААН. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства

в Україні / За ред. доктора наук М.К.Шикули. – К.: Оранта, 2003. – С. 189-194.

82. Мазур Г.А., Підвищення родючості кислих ґрунтів / Медвідь Г.П. .– К.: Уроай, 1989. – 179 с.

83. Носко Б.С. Почвы Украины, повышение их плодородия /Б.С. Носко,-К.: Урожай,- 1986,- том 6.- 146 с.

84. Трусковецький Р.С. Буферна здатність ґрунтів та їхні основні функції / Р.С. Трусковецький. – Харків: «Нове слово», 2009. – 226 с.

85. Вадюнина А.Ф., Методы исследования физических свойств почв // А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина -6 е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1987.- 418 с.

86. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В. Медведев,- М.: 1989 .- 168 с.

87. Надточій П.П., Гермашенко В.Г., Вольвач Ф.В. Екологія ґрунту і його забруднення. Аграрна наука. Київ. 1959.- с. 259-241.

88. Медведєв В.В. Структура ґрунту як чинник екологічний / В.В. Медведєв//вісн. ХНАУ ім.. В.В.Дкучаєва,-Харків,2004.-№8,- С.11-20.

89. Сільськогосподарська освіта, наука в Україні: Витоки аграрної освітита науки в Україні. / режим доступу http://zno.academia.in.ua/mod/book/view.php?id=3473. - Назва екрана.

90. Тупєнь М.Г. Теоретичні основи державного земельного кадастру/ М.Г. Тупень, Гулько, О.Я. Микула. [Електронний ресурс] Режим доступу:http://library.nlu.edu.ua/POLN_TEXT/PSIBNIKI_2011/KADASTR_2006.pdf – Назва з екрана.

Навчальне видання

Булигін Сергій Юрійович
Тонха Оксана Леонідівна
Вітвіцький Станіслав Валерійович
Кучер Лариса Іванівна

ОЦІНКА
І УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ГРУНТІВ

Навчальний посібник