



МОДЕЛІ СИСТЕМНОГО УПРАВЛІННЯ
потенціалом родючості ґрунтів
(на прикладі Харківської
і Волинської областей)



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



**Проект Агентства США з міжнародного розвитку (USAID)
«Підтримка аграрного і сільського розвитку»
Громадська організація «Українське товариство ґрунтознавців
та агрохіміків» (ГО «УТІА»)**

**МОДЕЛІ СИСТЕМНОГО УПРАВЛІННЯ
потенціалом родючості ґрунтів
(на прикладі Харківської і Волинської областей)**

за науковою редакцією:

С.А. Балюка

*доктора сільськогосподарських наук, професора,
академіка НААН*

Р.С. Трускавецького

*доктора сільськогосподарських наук, професора,
члена-кореспондента НААН*

**КИЇВ – ХАРКІВ
2018**

УДК 631.4 + 631.8
М 74

Авторський колектив:

від проекту USAID «Підтримка аграрного і сільського розвитку» - С.М. Кубах, канд. техн. наук, експерт з питань управління земельними ресурсами;

від ГО «УТГА» - С.А. Балюк, д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН; Р.С. Трускавецький, д-р с.-г. наук, проф., чл.-кор. НААН; М.М. Мірошніченко, д-р біол. наук; О.В. Анісімова, канд. ек. наук; В.Б. Соловей, канд. с.-г. наук; В.А. Гаврилюк, канд. с.-г. наук; М.І. Зінчук, канд. с.-г. наук; А.В. Кучер – канд. пед. наук; Є.М. Улько, канд. ек. наук; Т.М. Лактіонова, канд. с.-г. наук; Г.Ф. Момот - канд. с.-г. наук; А.Я. Левін; Д.О. Черних.

М 74 **Моделі системного управління потенціалом родючості ґрунтів (на прикладі Харківської і Волинської областей / за наук. ред. С.А. Балюка, Р.С. Трускавецького - Харків: «Стильна типографія», 2018. 116 с.**

ISBN 978-617-7602-24-7

Науково-практичне видання створено для використання як посібника в повсякденній діяльності ГО «УТГА», кожного її члена, який опікується охороною найбільш цінного природного ресурсу – ґрунтового покриву та потенціалу його родючості. В ньому представлено інноваційний підхід щодо діагностування та оптимізації основних елементів родючості. Показано, що сутністю моделей системного управління є поєднання діагностики й оптимізації в єдиний процес. Інноваційні моделі розроблено для основних різновидів ґрунтів Харківської і Волинської областей. Побудова моделей здійснюється на принципово нових методичних засадах з урахуванням здатності біо-органомінерального комплексу ґрунту до саморегуляції «факторів інтенсивності» – активності (концентрації) елементів родючості в ґрунтовому розчині, тобто, з урахуванням буферних властивостей ґрунтів. Моделі дозволяють здійснювати раціональний вибір технологічних операцій і нормувати навантаження. Посібник стане в нагоді всім, кого турбує збереження земельно-ґрунтових ресурсів України та відтворення їхньої родючості.

Створення цієї публікації стало можливим завдяки підтримці американського народу, наданій через Агентство США з міжнародного розвитку (USAID) у рамках Проекту «Підтримка аграрного і сільського розвитку». Ця публікація відображає думку авторів та не обов'язково є офіційною точкою зору USAID чи уряду США.

Докладніше про Проект USAID «Підтримка аграрного і сільського розвитку»: <https://www.facebook.com/usaids.ards>.

УДК 631.4 + 631.8
М 74

ISBN 978-617-7602-24-7 © Агентство США з міжнародного розвитку (USAID), 2018;
© Громадська організація «Українське товариство ґрунтознавців та агрохіміків» (ГО «УТГА»), 2018

Agriculture and Rural Development Support Program in Ukraine (USAID)
Public organization «Ukrainian Society of Soil Scientists and
Agrochemists» (PO «USSSA»)



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



**MODELS OF SYSTEMIC MANAGEMENT
OF SOIL FERTILITY POTENTIAL**

(on the example of the Kharkov and Volyn regions)

scientific editors:

S.A. Baliuk

*doctor of agricultural sciences, professor
Academician of NAAS*

R.S. Truskavetskyi

*doctor of agricultural sciences, professor,
Corresponding Member of NAAS*

KYIV - KHARKIV

2018

UDC 631.4 + 631.8

M 74

Author's team:

from Agriculture and Rural Development Support Program in Ukraine – S.M. Kubakh, PhD in Technical Sciences, Land Governance Expert;

from PO «USSSA» - S.A. Baliuk, doctor of agricultural sciences, professor, Academician of NAAS; R.S. Truskavetskyi, doctor of agricultural sciences, professor, Corresponding Member of NAAS; M.M. Miroshnichenko, Doctor of Biological Sciences; O.V. Anisimova, PhD in Economics; V.B. Solovei, PhD in Agricultural Sciences; V.A. Havryliuk, PhD in Agricultural Sciences; M.I. Zinchuk, PhD in Agricultural Sciences; A.V. Kucher – PhD in Pedagogical Sciences; Ye.M. Ulko, PhD in Economics; T.M. Laktionova, PhD in Agricultural Sciences; H.F. Momot - PhD in Agricultural Sciences; A.Y. Levin; D.O. Chernykh.

M 74 Models of systemic management of soil fertility potential (on the example of the Kharkov and Volyn regions) / by scien. ed. S.A. Baliuk, R.S. Truskavetskyi - Kharkiv: «Stylish printing house», 2018. – 116 p. ISBN 978-617-7602-24-7

Scientific and practical edition was created for use as a manual in the daily activities of the PO "USSSA", of each its members, who takes care of the protection the most valuable natural resource - the soil cover and the potential of its fertility. This book presents an innovative approach for diagnosing and optimizing the basic elements of fertility. It has been shown that the essence of systemic management is a combination of diagnostics and optimization in a single process. Projects of such innovative models have been developed for the main varieties of soils in Kharkiv and Volyn regions. Development of models was carried out on new fundamentally methodological grounds, taking into account the ability of soil bio-organo-mineral complex to self-regulation of the "factors of intensity": activity (concentration) of the fertility elements in the soil solution, that is, taking into account the buffer properties of soils. The models allow for a rational choice of technological operations and normalize the load. The manual will be useful to everyone who is concerned about the conservation of Ukraine's land and soil resources and the reproduction of their fertility.

The creation of this publication was made possible thanks to the support of the American people, provided through the United States Agency for International Development (USAID) within the framework of «Agriculture and Rural Development Support Program in Ukraine». This publication reflects the views of the authors and is not necessarily the official point of view of USAID or the US Government.

More information in «Agriculture and Rural Development Support Program in Ukraine»: <https://www.facebook.com/usaid.ards>.

UDC 631.4 + 631.8

M 74

ISBN 978-617-7602-24-7 © United States Agency for International Development (USAID), 2018;
© Public organization «Ukrainian Society of Soil Scientists and Agrochemists» (PO «USSSA»), 2018

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Аналіз існуючих методів діагностики й оцінки потенціалу родючості ґрунтів у контексті системного управління	10
1.1. Діагностика (моніторинг) і оцінка водного режиму ґрунтів. Перспективи його удосконалення	10
1.2. Діагностика й оцінка кислотно-основного стану ґрунтів	14
1.3. Діагностика й оцінка поживного режиму ґрунтів	20
<i>Гумусово-вуглецевий режим</i>	20
<i>Азотний режим</i>	22
<i>Фосфатний режим</i>	25
<i>Калійний режим</i>	30
Розділ 2. Методико-алгоритмічний підхід до побудови моделей системного управління родючим потенціалом ґрунтів (на прикладі Харківської і Волинської областей)	34
2.1. Загальні положення	34
2.2. Модель управління водним режимом ґрунтів	38
2.3. Інноваційна модель управління кислотно-основним режимом	51
2.4. Модель управління азотним режимом	63
2.5. Моделі управління фосфатним і калійним режимами ґрунтів	68
2.6. Роль меліорації земель у системі управління родючістю ґрунтів	77
Розділ 3. Пропозиції щодо вдосконалення нормативно-правового забезпечення управління потенціалом родючості ґрунтів	83
3.1. Родючість ґрунтів і власність на землю в контексті управління потенціалом родючості	83
3.2. Удосконалення нормативно-правового забезпечення	89
Висновки	97
Використані джерела інформації	100
Додатки	107

Content

Introduction	7
Chapter 1. Analysis of existing methods of diagnosis and assessment of soil fertility potential in the context of system management	10
1.1. Diagnostics (monitoring) and assessment of soils water regime. Prospects for its improvement	10
1.2. Diagnostics and assessment of the acid-base state of soils	14
1.3. Diagnostics and assessment of soil nutrient regime	20
<i>Humus-carbon regime</i>	20
<i>Nitrogen regime</i>	22
<i>Phosphate regime</i>	25
<i>Potassium regime</i>	30
Chapter 2. A methodological-algorithmic approach to constructing models of systemic management of the soils fertility potential (on the example of the Kharkiv and Volyn regions)	34
2.1. General provisions	34
2.2. Model of soils water regime management	38
2.3. Innovative model of acid-base regime management	51
2.4. Model of nitrogen regime management	63
2.5. Models of phosphate and potassium regime management	68
2.6 The role of land reclamation in the soil fertility management system	77
Chapter 3. Proposals to improve the regulatory framework of soil fertility potential management	83
3.1. Soil fertility and land ownership in the context of soil fertility potential management	83
3.2. Improvement of the legal and regulatory framework	89
Conclusions	97
References	100
Attachments	107

ВСТУП

Системне управління потенціалом родючості ґрунтових ресурсів України спрямоване на вирішення двох ключових цільових завдань:

- забезпечення сталого виробництва необхідного обсягу і високої якості сільськогосподарської продукції;
- збереження і примноження продуктивних, екологічних і соціальних функцій ґрунтів на необмежено тривалу перспективу і спрямовання процесу сучасного ґрунтоутворення за градаційним вектором розвитку.

Вирішення зазначених завдань вимагає від аграрного менеджменту не тільки визнати дефініцію «родючість ґрунту» як динамічну та відносну категорію, але й керуватись цією категорією у своїй повсякденній практичній діяльності.

У процесі виконання завдань цього Проекту на перших двох, уже завершених, етапах робіт основна увага виконавців була зосереджена на аналізі й оцінці сучасного агроекологічного стану ґрунтових ресурсів та потенціалу їх родючості. Визначено сильні та слабкі сторони в організації державного керування охороною ґрунтів і відтворення їх родючості. На результатах узагальнень фондкових матеріалів ґрунтових і агрохімічних обстежень земель сільськогосподарського призначення по Волинській і Харківській областях та аналізу фактичних урожайних даних було показано, що, незважаючи на більш високі врожаї основних стратегічних культур у системі сучасного землекористування, порівняно з такими за радянського періоду, процеси деградації ґрунтів не припиняються, а навпаки, істотно прискорились. Нині має місце невиправдано високий рівень дисбалансу між використаним і технологічно відтвореним потенціалом родючості на орних землях інтенсивного використання з домінуванням першого. Свідченням цього є значні втрати орними ґрунтами їхніх природних запасів гумусу й основних елементів живлення рослин, погіршення кислотно-основного й інших режимів. Це означає, що сучасний, передусім так званий «короткостроково орендний» режим землекористування, основна мета якого – максимально використати наявний природний потенціал родючості без особливих турбот про необхідність його відтворення, в недалекій перспективі неминуче призведе до опустелення цінних сільськогосподарських земель України. Головне завдання ГО «УТГА», кожного її члена та зацікавлених фахівців, вчасно відвернути цей,

реально існуючий в практиці сучасного землекористування, чинник деградації ґрунтових ресурсів та процес невиправдано інтенсивного виснаження природного потенціалу родючості ґрунтів.

У цьому науковому посібнику представлено методичні алгоритми проектування моделей системного управління родючістю ґрунтів (на прикладі основних типів ґрунтів Харківської та Волинської областей). Очікується, що розробка проектів аналогічних моделей для всіх типів ґрунтів України (агровиробничих груп) та їх поетапна практична реалізація дозволять стабільно одержувати на кожній, задіяній в інтенсивне рільництво, земельній ділянці, високий економічний ефект (тактична цільова задача системного управління) і слугувати не тільки вирішенню проблем нейтралізації процесів деградації ґрунтів та їх збереженню, але й сприяти трансформації ґрунтового покриву за вектором градаційного розвитку, тобто, за вектором розширеного відтворення потенціалу їх родючості (стратегічна цільова задача).

Виходячи із загальної теорії управління складними природними об'єктами [1, 2, 3 і ін.], системне управління родючістю ґрунтів в обов'язковому порядку включає дві основні, тісно пов'язані між собою, позиції: перша – об'єктивна діагностика агроекологічного стану елементів родючості (постійно функціонуючий моніторинг); друга - унормування агротехнологічних і меліоративних заходів, завдяки яким відбувається трансформація і постійне утримування елементів родючості в оптимальному для вирощування культур стані протягом усього періоду їх онтогенетичного розвитку.

Загально відомо, що водний і поживний режими – це ключові чинники родючості ґрунту першого порядку (прямої дії на рослину). У практиці землеробства саме ці чинники є найбільш важливими об'єктами діагностики (моніторингу) та оптимізації. Тому даний проект наукового видання якраз і присвячено системному управлінню названими режимами. Перспектива реалізації проекту пов'язана з корінною організаційною перебудовою існуючих державних інституцій з питань земельних відносин, на базі яких доцільно створити **єдину державну службу з управління ґрунтово-земельними ресурсами та потенціалом їх родючості**. Оскільки ґрунтовий покрив з його родючістю є особливим, динамічним та незамінним природним ресурсом, дуже важливо відновити, централізоване науково-методичне забезпечення новоорганізованої служби, в правовому порядку закріпивши ці функції за головними інститутами –

Національними науковими центрами, що займаються вирішенням «грунтово-земельних» проблем.

Аналіз методів діагностики поживного режиму ґрунтів (висвітлено в першому розділі) показав, що отримані за існуючими заяженими методиками параметри родючості з різних причин (в подальшому вони названі) не можуть слугувати критеріями вибору обґрунтованих рішень у менеджменті (плани агротехнологічних й меліоративних заходів, питання цивілізованого обігу земель). Головним недоліком існуючих методів діагностики й оптимізації (основних складових системного управління) є нехтування такими важливими ознаками родючості як її динамічність та відносність, а також нехтування саморегуляторною здатністю ґрунтів.

Методичному алгоритму побудови моделей системного управління родючістю ґрунтів (на прикладі основних типів ґрунтів Волинської та Харківської областей) присвячено другий розділ посібника. У відповідності до Угоди з компанією «Кімонікс» це видання слугуватиме як документ (посібник), передусім для внутрішнього використання ГО «УТГА», всіма її членами та зацікавленими фахівцями в їх суспільно-громадській і професійній діяльності та в зусиллях, спрямованих на збереження ґрунтів і примноження потенціалу їхньої родючості в умовах сучасного землекористування та з метою формування цивілізованого обігу земель.

Завершується наукове видання (третій розділ) пропозиціями щодо удосконалення нормативно-правового забезпечення системного управління ґрунтово-земельними ресурсами та потенціалом їх родючості.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТИКИ Й ОЦІНКИ ПОТЕНЦІАЛУ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ У КОНТЕКСТІ СИСТЕМНОГО УПРАВЛІННЯ

1.1. Діагностика (моніторинг) і оцінка водного режиму ґрунтів. Перспективи його удосконалення

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) [4]. 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'язно-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 гумусового 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 середньобагаторічному 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. Незважаючи на його об'єктивність, він має ряд вад:

- значна трудомісткість, пов'язана з необхідністю регулярного відбирання ґрунтових проб з різних глибин;

- обмеженість зони (глибини) відбирання, яка, переважно, не перевищує 1 м, а іноді, взагалі, орного шару 0-30 см. Проте сільськогосподарські культури з глибокою кореневою системою (озима пшениця, соняшник, цукрові буряки, багаторічні трави) здатні використовувати вологу з глибших шарів, тому результати оцінювання вологозапасів мають лише орієнтовний характер.

2) **Розрахунковий метод** – на підставі моделей зв'язку між гідротермічними кліматичними показниками та властивостями ґрунтів. Дозволяє об'єктивно оцінити середньобагаторічні ресурси

вологозабезпечення територій навіть за відсутності поряд метеостанцій, а за їх наявності – оперативно діагностувати зміни водного режиму за відхиленням кліматичних показників від середньобагаторічних.

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. 1) [5].

Таблиця 1

Фаціальні особливості засвоєння опадів холодного періоду

Шифр	Фація	Середня температура січня, °С	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 [6].

Визначено діагностичні моделі параметрів гідротермічного коефіцієнту Селянинова (ГТК) для основних ґрунтів України (табл. 2)

Таблиця 2

Діагностичні моделі КВАГ через параметри ГТК [4]

№ п/п	Тип ґрунту	Модель зв'язку між КВАГ (y) і ГТК (x)
1	каштановий солонцюватий ґрунт	$y = 0,006 + 0,786x$
2	темно-каштановий ґрунт	$y = 0,198 + 0,500x$
3	чорнозем південний	$y = 0,055 + 0,833x$
4	чорнозем звичайний	$y = -0,510 + 1,692x$
5	чорнозем типовий	$y = 0,232 + 0,837x$
6	чорнозем опідзолений	$y = 0,378 + 0,468x$
7	темно-сірий опідзолений	$y = 0,186 + 0,497x$
8	сірий лісовий ґрунт	$y = 0,071 + 0,455x$
9	ясно-сірий лісовий ґрунт	$y = 0,033 + 0,430x$

Розроблений метод використано для ґрунтово-екологічного районування України [7], яке застосовується компанією «Pioneer» для оптимізації розміщення посівів кукурудзи відповідно особливостей вологозабезпечення.

Недолік цього метода – недостатня придатність для оперативної діагностики вологозапасів через недостатньо густу мережу метеостанцій та просторову мінливість у випадінні опадів.

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 – відображення вологості лише у поверхневому шарі ґрунту, необхідність наявності відкритої його поверхні, незайнятої рослинністю. Метод для підвищення точності потребує супроводження наземними методами спостережень.

1.2. Діагностика й оцінка кислотно-основного стану ґрунтів

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 [8]. Як правило, до цих ґрунтів належать ґрунти, в яких чинником зниження врожаю виступає кислотність, коли рН 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 (Са і Mg). Чим більше виражений ступінь ненасиченості катіонами ГВК, тим швидше відбувається процес підкислення ґрунту. Інтегровану оцінку процесам кислотно-основних внутрішньоґрунтових реакцій дають показники рН-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. В 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 слабозкладені 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-аккумулятивний процес надає ґрунту більш корисні властивості. Елювіальний, навпаки, призводить до руйнації вбирного комплексу та 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 – $(pH - 0,5pCa)$), 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 3.

В умовах підвищення активності кислот у ґрунтовому розчині відбувається мобілізація важких металів і ризику 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, фосфромобілізуючих та інших корисних мікроорганізмів. Підвищена кислотність ґрунтів знижує ефективність добрив, погіршує мінеральне живлення рослин, знижує урожай та якість вирощуваної продукції.

Таблиця 3

Класи ґрунтів за реакцією ґрунтового розчину (pH)

Шифр (коротка позначка)	Градація ґрунтів за pH	Область pH	
		водного	сольового
K ₅	Дуже сильнокислі	нижче 4,5	нижче 4,0
K ₄	Сильнокислі	4,5-5,0	4,0-4,5
K ₃	Середньокислі	5,0-5,5	4,5-5,0
K ₂	Слабокислі	5,5-6,0	5,0-5,5
K ₁	Близькі до нейтральних	6,0-6,5	5,5-6,0
K ₀ / L ₀	Нейтральні	6,5-7,0	6,0-7,0
L ₁	Слаболужні	7,1-7,5	-
L ₂	Середньолужні	7,6-8,0	-
L ₃	Сильнолужні	8,1-8,5	-
L	Дуже сильнолужні	8,6-9,0	-

У формуванні кислотно-основного режиму ґрунтів важлива роль належить глейовим процесам [9]. 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 акцепторів 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, дренавання, руйнації щільних водослабопроникних горизонтів і прошарків у профілі ґрунто-підґрунтя), 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 (рН), 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 ресурсозберезувальних та екологіобезпечних 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 [10]. 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 тонн 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 рН (дельта рН) привернув увагу багатьох дослідників, проте через неточності запропонованого розробниками методичного алгоритму обчислень 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 [11]. 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 «ІА імені О.Н. Соколовського» у співпраці з кафедрою екології Житомирського національного агроекологічного університету [12]. Модель пройшла верифікацію на багатьох різновидах кислих ґрунтів в окремих науково-дослідних та навчальних 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 Харківської та Волинської областей (підрозділ 2.3). Завдяки грантової діяльності нині з'явилась реальна можливість широкого обговорення, освоєння та практичної реалізації моделі з управління кислотно-основним режимом ґрунтів з підвищеною кислотністю.

1.3. Діагностика й оцінка поживного режиму ґрунтів

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, слабо 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 дослідках 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» [13], відносна похибка вимірювань за масової частки органічного вуглецю в ґрунті до 3 % становить $\pm 20 \%$, а в інтервалі 3-5 % C — $\pm 15 \%$.

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 перші 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 зароблення 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 С органічного в ґрунті, підводить до необхідності залучення прямих вимірювань інтенсивності виділення CO₂ 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 CO₂ з поверхні потребує певної системи спостережень та узагальнення їх результатів у річному циклі, але цей метод дуже добре доповнює прямі вимірювання С органічного та балансові розрахунки.

Азотний режим

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 Тюрінім-Коновою [11] з використанням 0,5 Н₂SO₄ із подальшою відгонкою розчину через прилад К'ельдаля, що дає можливість врахувати присутній у витяжці азот нітратів, обмінного амонію та легкогідролізованих органічних сполук;

- за Корнфілдом, згідно з ДСТУ 7863 [14] за допомогою 1 н NaOH у чашках Конвея з притертими кришками протягом 48 годин. При цьому вилучається 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-Конової з використанням 0,5 н Н₂SO₄.

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 [15]. 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 °С) 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 [16] 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 урожайність 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 ІГА ім. О.Н. Соколовського» [17], чинними до використання в Україні є стандарти, гармонізовані з міжнародними, зокрема, визначення нітрату, нітриту і амонію в зразках ґрунту польової вологості ручним методом за ДСТУ ISO 14256-1 [18] та автоматизованим спектрофотометричним методом з аналізом у сегментованому потоці за ДСТУ ISO 14256-2 [19]; за ДСТУ ISO 14255:2005 [20] 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 4.

Таблиця 4

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 Конової	Корнфілда		
Дуже низький	< 30	< 100	< 5	< 10
Низький	31–40	101–150	5–8	11–15
Середній	41–50	151–200	9–15	16–24
Підвищений	51–70	> 200	16–30	25–30
Високий	71–100	—	31–60	31–35
Дуже високий	> 100	—	> 60	> 35

Фосфатний режим

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-Лебедевої, Аскіназі, Чирікова тощо, суть яких полягає в багаторазовій обробці наважки

грунту різними екстрагентами до повного витіснення фосфатів. У цьому розумінні методи фракціонування мало відрізняються від методології визначення буферної здатності ґрунту щодо фосфору, 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 Мачигінім (ДСТУ 4114-2002) [21], Чириковим (ДСТУ 4115-2002) [22] та Кірсановим (ДСТУ 4405:2005) [23] (табл. 5), 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 5

Методи визначення вмісту рухомого фосфору та калію в одній витяжці

Методи	Сфера застосування	Обмеження використання
ДСТУ 4114 Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна [21]	чорноземи опідзолені, темно-сірі, сірі та ясно-сірі лісові ґрунти та інші ґрунти опідзоленого ряду, чорноземи типові, звичайні, південні, темно-каштанові, каштанові, лучно-чорноземні, лучні та інші ґрунти акумулятивного ряду, розкриті та вміщувальні породи Лісостепу та Степу, карбонатні ґрунти Українського Полісся	не поширюється на ґрунтові горизонти, що містять гіпс
ДСТУ 4115 Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова [22]	чорноземи опідзолені, темно-сірі опідзолені, сірі та ясно-сірі лісові та інші ґрунти опідзоленого ряду, розкриті та вміщувальні породи лісостепової зони	не поширюється на ґрунтові горизонти, що містять карбонати
ДСТУ 4405:2005 Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА [23]	дерново-підзолисті, сірі та ясно-сірі лісові, темно-сірі опідзолені та інші ґрунти опідзоленого ряду, розкриті та вміщувальні породи зони Полісся	не поширюється на ґрунтові горизонти та породи, що містять карбонати

Відповідно до методів визначення, ДСТУ 4362 [24] встановлено групування забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором (табл. 6).

Таблиця 6*Градації забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором*

Рівень забезпеченості	Вміст рухомого фосфору за різними методами, кг/кг ґрунту		
	Кірсанова	Чирикова	Мачигіна
Низький	< 50	< 50	< 15
Середній	51–100	51–100	16–30
Підвищений	101–150	101–150	31–45
Високий	151–250	151–200	46–60
Дуже високий	> 250	> 200	> 60

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. 7).

Таблиця 7*Інші поширені методи визначення вмісту рухомого фосфору в ґрунті*

Метод	Екстрагенти	Ґрунти, для яких рекомендовано
1	2	3
Труога	0,002 н розчин H_2SO_4 , доведений до рН 3,0 сірчанокислим амонієм; співвідношення мас ґрунту і розчину – 1 : 200	Чорноземні ґрунти
Егнера-Рімма	0,04 н розчин молочнокислого кальцію, доведений до рН 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 рН 4,8; співвідношення мас ґрунту і розчину – 1 : 25	Кислі та слабокислі ґрунти
Метод Олсена (ДСТУ ISO 11263:2001 [25])	0,5 н розчин $NaHCO_3$ з рН 8,5; співвідношення мас ґрунту і розчину – 1 : 100	Кислі, нейтральні та карбонатні ґрунти

Продовження табл. 7

1	2	3
Метод Брея та Куртца I	суміш 0,03 н розчину NH_4F та 0,025 н HCl з рН 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) [26]	0,03 н K_2SO_4 ; співвідношення мас ґрунту і розчину – 1 : 5	Автоморфні та напівгідроморфні ґрунти
Методи використанням аніонів	3 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) [27], але мало поширена через брак прикладів її успішного застосування на практиці.

Калійний режим

Калійний пул ґрунту об'єднує у своєму складі різні форми калійних сполук, які 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 не повністю відображає умови калійного живлення. За вмістом водорозчинного калію ґрунти поділяють на малозабезпечені (< 10 мг/кг), середньозабезпечені (10–30 мг/кг) та високозабезпечені (> 30 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 (водорозчинного й обмінного калію), вилучається з ґрунту сольовими і кислотними розчинами;

– важкообмінний (інертний або резервний) калій, який додатково вилучається з ґрунту киплячим розчином сильної кислоти (0,2 н або 10 % розчином HCl), 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 динамічна (рухома) рівновага між 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, Чирикова та Кірсанова, із градаціями забезпеченості, викладеними у таблиці 8.

Таблиця 8

Градації забезпеченості ґрунтів рухомим калієм

Рівень забезпеченості	Вміст рухомого калію за різними методами, кг/кг ґрунту		
	Кірсанова	Чирикова	Мачигіна
Низький	менше 80	менше 40	менше 100
Середній	81–120	41–80	101–200
Підвищений	121–170	81–120	201–300
Високий	171–250	121–180	301–400
Дуже високий	більше 250	більше 180	більше 400

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. Наприклад, в монографії В. В. Прокошева та І. П. Дерюгіна [28] наведено 112 прикладів екстрагентів, які можна використовувати для визначення вмісту рухомого калію в ґрунті, в тому числі біологічні та ізотопні методи. Окрім вищезгаданих кислотних та лужних методів Чирикова Кірсанова, Мачигіна, Труога, Егнера-Рима, Гінзбург та Артамонової, у агрохімічній практиці застосовують стандартизовані сольові методи визначення рухомого калію за Дашевським та за Масловою (табл. 9).

Таблиця 9

Інші поширені методи визначення вмісту рухомого калію в ґрунті

Назва методу	Суть методу	Нормативний документ
Визначення рухомих сполук калію методом Дашевського в модифікації ННЦ «ІА імені О. Н. Соколовського»	вилучання калію розчином магнію сірчаноокислого ($MgSO_4$) з масовою часткою 0,03 % при співвідношенні ґрунту й розчину - 1 : 5 та наступним визначанням його на полуменевому фотометрі	ДСТУ 7603:2014 [29]
Визначання рухомих сполук калію методом Маслової в модифікації ННЦ «ІА імені О. Н. Соколовського»	вилучання калію розчином амонію оцтовоокислого (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 [30]

Серед гармонізованих з міжнародними стандартами можна згадати ДСТУ ISO 11260:2000 [31] та ДСТУ ISO 13536:2001 [32], 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) [33].

Із цим пов'язано ще одне важливе практичне питання: як часто слід визначати калійний стан ґрунту? 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.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКО-АЛГОРИТМІЧНИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМНОГО УПРАВЛІННЯ РОДЮЧИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ҐРУНТІВ (НА ПРИКЛАДІ ХАРКІВСЬКОЇ І ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ)

2.1. Загальні положення

Управління родючістю ґрунтів передбачає широке використання інноваційних розробок, які спрямовані на економію матеріальних і енергетичних ресурсів, екологічну безпеку та соціальний прогрес. Світовий і вітчизняний досвід доводить, що вихід з депресивного стану багатьох регіонів і сільських громад України може бути успішним за умов ефективного використання потенціалу родючості ґрунтових ресурсів та меліоративного освоєння малопродуктивних земель.

Системне управління складною природною системою вимагає, передусім, об'єктивної інформації про динаміку стану окремих її елементів і блоків, чітких критеріїв не тільки для оцінювання цього стану, але й для вибору управлінських рішень з оптимізації родючості та стійкого утримання всіх її елементів в оптимальних для зростання рослин параметрах.

Основне призначення системного управління родючістю ґрунтів – максимально можливе усунення негативного впливу випадковостей на режими функціонування ґрунтових систем. Об'єми енергетичних і матеріальних витрат, необхідних для формування та стабілізації режимів оптимального функціонування ґрунтів визначають за їх агроекологічним станом та характером використання. Прогрес в аграрному розвитку може бути успішним тільки за умови обґрунтованого вибору та використання оперативних агротехнологічних (тактичних) і меліоративних (стратегічної орієнтації) рішень. У наш час, час небаченого техніко-технологічного прогресу, продовжувати керувати «всліпу» чи «на віру» неприпустимо та вельми загрозово для збереження ґрунтового ресурсу України та всього довкілля.

Теоретичні принципи системного управління включають: диференціацію вибору управлінських рішень, прямий і зворотний інформаційний зв'язок, гармонійне поєднання шляхів вирішення оперативних (тактичних) і стратегічних цільових завдань управління, урахування динаміки агроекологічного стану ґрунтів та їх відповідності фізіологічним ритмам в онтогенетичному розвитку

рослин, декомпозицію родючості на основні режими (фактори) й елементи, параметризацію стану елементів родючості, корекцію управління з урахуванням ознак відносності та динамічності родючості, синергізму-антагонізму інгредієнтів мінерального живлення рослин в ґрунтовому розчині.

Кожну окрему агротехнологічну та меліоративну операцію слід оцінювати за її здатністю підсилити ефективність всього комплексу заходів, що тісно взаємопов'язані й об'єднані в єдину систему управління родючістю ґрунтів. Шаблонність, автономність, неузгодженість та відірваність окремого прийому від всієї технологічно структурованої системи управління призводять, як правило, до економічних збитків та екологічних ризиків.

Виходячи з концептуальної моделі та загальних принципів системного управління родючістю ґрунтів [34], проведено декомпозицію ґрунтової родючості на окремі блоки (режими), а в межах режимів виділено елементи родючості, як носіїв цих режимів і об'єктів безпосереднього управління. Авторами декомпозиції [35, 36, 37] виділено саме ті елементи, які безпосередньо впливають на рослину і вступають у біологічний кругообіг. Узагальнену й уточнену декомпозиційну модель родючості ґрунту представлено на рисунку 1. Показані на ньому елементи родючості виступають як безпосередні об'єкти управління.

Системне управління вимагає тісного гармонійного поєднання заходів у вирішенні оперативних (тактичних) і стратегічних завдань зі збереження ґрунтово-земельних ресурсів та відтворення їхньої родючості. Таке поєднання вирішується і здійснюється у тісній взаємодії менеджменту місцевих і центральних органів управління. Оперативні управлінські рішення розробляються і реалізуються безпосередньо на місцевому рівні у консультативно-методичній співпраці з центральними; стратегічні – на центральному, в тісній ув'язці з місцевими потребами.

Ключовим принципом системного управління є прямі та зворотні інформаційні зв'язки в системі «зовнішні навантаження – ґрунт – рослина». Тому, цілеспрямований під системне управління постійно діючий моніторинг ґрунтів є обов'язковим і беззаперечним в системі управління.

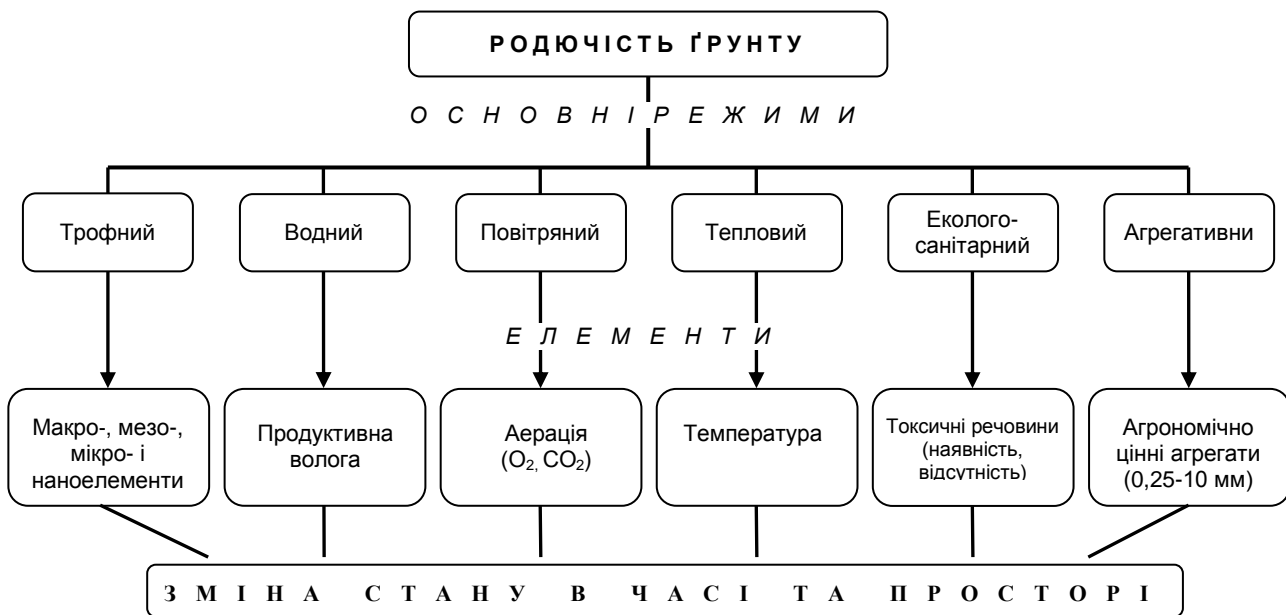


Рис. 1. Декомпозиційна модель родючості ґрунту

Моніторинг, як безальтернативне інформаційне джерело та основа системного керування, вимагає організаційного, методичного та нормативно-правового вдосконалення з урахуванням генетичної природи ґрунтів і вирощуваних культур, а також озброєння сучасними методами і технічними засобами з оперативного визначення критеріїв і параметрів агроекологічного стану елементів родючості, передусім, тих, що лімітують урожай і його якість.

Як основні діагностичні критерії для вибору управлінських рішень з оптимізації поживного режиму пропонується використовувати два таких показники - фактор інтенсивності (ФІ - концентрація або активність елемента родючості) та показники буферної ємності (БЄ) ґрунту, які інтегровано у графічні моделі системного керування.

Закономірності функціонування буферних механізмів у різних за генезою та рівнем окультуреності ґрунтах недостатньо вивчені. В загальному буферний механізм у ґрунтах функціонує завдяки наявності в них біо-органомінерального комплексу, внутрішня доцільна конструкція якого з багатьох сторін залишається для нас «чорною скринькою».

Названий комплекс є стержневим чинником, що визначає агроекологічний стан ґрунтів. Він є потужним природним регулятором родючості. Втрати запасів гумусу (головного компонента цього комплексу) наносять непоправну шкоду ґрунтовим ресурсам. Ґрунти втрачають свої екологічні функції та буферну здатність. У практиці

землеробства і землекористування буферна здатність різноманітних за своєю природою ґрунтів, на жаль, не враховується. Без цього неможливо створити і реалізувати такий динамічно збалансований режим землекористування, який синхронно гармонізує як продуктивні, так і екологічні функції ґрунтів та усуває умови, за яких посилення одних функцій відбувається за рахунок нанесення збитків іншим корисним функціям ґрунтів.

Сучасна зміна клімату в сторону потепління з одночасним посиленням режиму контрастності – різкої зміни надмірно зволжених періодів на, нерідко досить тривалі, періоди спекотних днів, є тривожною і вимагає внесення відповідних корективів у процес керування родючістю. Основне цільове завдання – створити високу «буферну ємність» ґрунтів та ландшафтів, забезпечивши, тим самим, їхнє стійке функціонування за різних умов зовнішніх навантажень, у тому числі й екстремальних.

Серед різноманітних меліоративних заходів, направлених на докорінне поліпшення якості та режимів функціонування ґрунтів, значну роль відіграють різноманітні меліорації - гідротехнічні, хімічні, біологічні, агротехнічні, культур-технічні, структурні, тощо. Як відомо, в структурі земельного фонду України, значні площі займають ґрунти деградовані та з незадовільними властивостями (еродовані, забруднені, ґрунти підвищеної кислотності, дегуміфіковані, ущільнені, оглеєні, кам'яністі, ґрунти перелогів з ділянками, усипаними купинами), ефективне використання яких вимагає меліоративного втручання. На фоні меліорації істотно підвищується ефективність оперативного (тактичного) керування – керованого землеробства. Меліорація спрямована на удосконалення внутрішньої «конструктивності» біо-органомінерального комплексу ґрунту, що проявляється в поліпшенні буферних властивостей ґрунтів, в посиленні механізмів саморегуляції внутрішньогрунтових процесів. Зважаючи на високу соціальну значущість меліорацій, особливо, з огляду на глобальні кліматичні зміни, та спираючись на європейський та світовий досвід, водні, хімічні, структурні, агротехнічні, біологічні та інші види меліорацій вимагають подальшого інноваційного удосконалення та розвитку.

Існуючі системи удобрення, обробітку, хімічної меліорації, догляду за розвитком рослин здійснюються, як правило, без належного інформаційного на те забезпечення. Такий стан не відповідає принципам системного управління чи керованого (прецизійного)

землеробства, принципам сталого розвитку. Тому головне цільове завдання – перейти на інноваційні моделі управління, що опираються на сучасні методичні досягнення в галузі агрогрунтознавства.

2.2. Модель управління водним режимом ґрунтів

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 [38]. 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 [38] 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 напрямку 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 [38].

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 [38].

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 гідродифіцитних 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 соломною призводить [39] 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 води (ВГОВ) приймають її запаси, що відповідають найменшій вологості (НВ), а за нижню границю (НГОВ) – запаси води на рівні вологості розриву капілярів (ВРК= 60-70 % від НВ). Між вологістю розриву капілярів (ВРК) та вологістю в'янення (ВВ) запаси ґрунтової води 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 води нижче ВВ оцінюються як незадовільні.

Діагностують і оптимізують водний режим ґрунту [37] за допомогою графічної моделі (рис. 2).

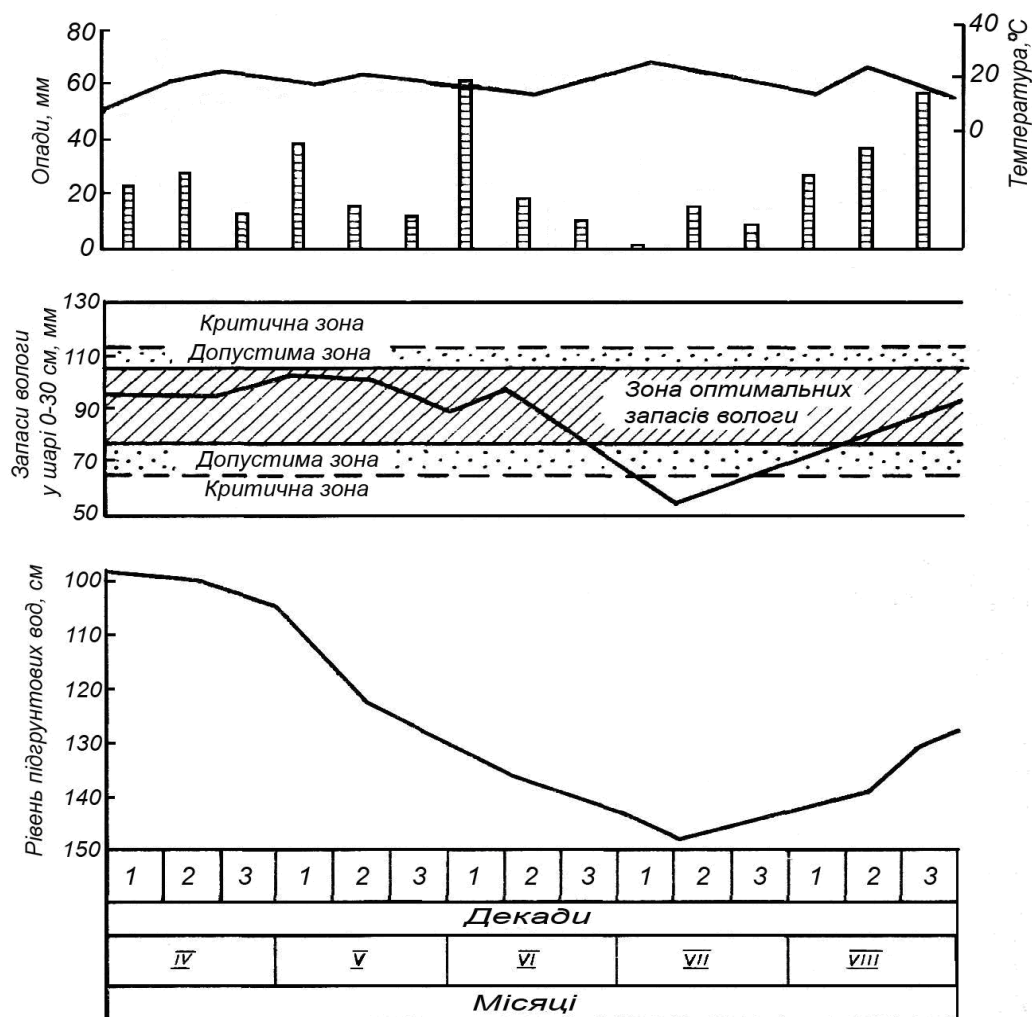


Рис. 2. Графічна модель моніторингу водного режиму ґрунту

На осі абсцис відкладають декади кожного місяця вегетаційного періоду, на осі ординат – запаси води 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 10. Ці межі наносять на графічну модель, побудова якої здійснюється в процесі моніторингових спостережень.

Таблиця 10

Параметри оптимального вмісту води у кореневмісному шарі ґрунту (0-30 см)

Культура	Верхня границя вмісту води (ВГВ), % від ПВ			Нижня границя вмісту води (НГВ), % від ПВ		
	оптимальна	допустима	критична	оптимальна	допустима	критична
Зернові колосові, однорічні трави	80	80-85	$\geq \frac{85}{2-3}$ *	55	55-45	< 45
Коренеплоди	75	75-80	$\geq \frac{80}{0-1}$	50	50-40	< 40
Картопля	70	70-80	$\geq \frac{80}{1-2}$	50	50-40	< 40
Кукурудза:						
на силос	75	75-80	$\geq \frac{80}{0}$	55	55-45	< 45
на зерно	70	70-75	$\geq \frac{75}{0}$	50	50-40	< 40
Овочеві	75	75-80	$\geq \frac{80}{0}$	50	45-50	< 45
Багаторічні трави:						
злакові	85	85-90	$\geq \frac{90}{5-20}$	60	60-50	< 50
бобові	80	80-85	$\geq \frac{85}{2-6}$	55	55-45	< 45
Примітка: ПВ – повна вологоємність ґрунту. Під ризикою – 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. 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. 11).

Таблиця 11

Оптимальна глибина рівня підґрунтових вод на осушених землях

Культура	Рівень підґрунтових вод, сантиметрів від поверхні			
	квітень-травень	червень-липень	серпень-вересень	жовтень-березень
<i>Торфові ґрунти</i>				
Багаторічні трави, культурні пасовища	40-60	60-100	60-100	70-120
Озимі зернові	50-60	60-100	100-120	70-120
Капуста пізня, буряки столові, морква, картопля, кормові коренеплоди	60-80	80-100	80-100	у зимовий період нижче глибини закладання дрен
Кукурудза, соняшник на силос, ярі зернові, буряки цукрові	60-80	80-100	80-120	
<i>Мінеральні ґрунти</i>				
Гранулометричний склад:				
піщані	30-50	50-70	70-80	70-100
супіщані	40-60	60-80	80-100	70-130
суглинкові	60-80	60-80	80-130	80-130
глинисті	80-100	80-130	120-150	120-150

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. 12).

Для більшої достовірності й об'єктивності діагностики водного режиму введено новий показник його оцінювання - гідробуферна здатність ґрунту (ГБЗ) [37]. 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 витратити за умови високої культури землеробства, що спрямована на збереження та поліпшення їхньої агрономічно цінної структури.

Таблиця 12

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 13 [37]. 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 зростає (табл. 13). 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 (табл. 13).

Випадки переосушення гідроморфних 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 водних 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 13

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 дренажності) 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 [40]. 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 [41] 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 забезпечення 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 14, 15.

Ґрунтозахисні режими зрошення рекомендується застосовувати за умов незадовільного меліоративного та ґрунтово-екологічного стану зрошуваного масиву. Вони вирізняються ощадливістю щодо поливів і на фоні інших агро- меліоративних 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 16. При цьому, на переущільнених ґрунтах застосовують спосіб поливу, що базується на подачі перемінних норм води тактами, фіксуючи повне вбирання вологи в період кожного такту поливу [42].

Таблиця 14

Нормативно-довідкова інформація для розрахунків режимів зрошення основних сільськогосподарських культур

Культура	Міжфазний період	Перед-поливний 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 15

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							
0,3	200	300	200	200	300	200	200	250
0,5	300	400	300	300	400	200	300	300
0,7	400	500	300	400	450	300	350	400
0,9	500	600	400	500	600	400	400	450

Таблиця 16

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 РПГВ - 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 (табл. 15). Метою такого нормування є забезпечення збалансованості процесів в агроєкосистемі 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, для побудови моделей зрошення слід одночасно використовувати екологічні, економічні та технологічні критерії. Остаточне технологічне рішення може бути ухваленим лише на основі порівняння еколого-економічного ефекту різних варіантів поливних режимів з урахуванням гідробуферних властивостей ґрунтів.

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.

Аналіз сучасного стану зрошуваного землеробства в цілому по Україні і, зокрема, на Харківщині дає підстави вважати перспективними для впровадження способи краплинного мікрозрошення, а в окремих випадках - поверхневі способи поливу з імпульсним режимом водоподачі.

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).

В умовах Волинської області поліпшення гідротермічного режиму теплого періоду завдяки більш високим температурам обумовлює можливість розширити посіви кукурудзи на зерно, яка продуктивніше використовує вологозапаси у ґрунті.

В умовах зростання дефіциту вологи у теплий період року для стабілізації виробництва озимої пшениці у південних районах Харківської області (Барвінківський і Близнюківський райони) важливою є роль чистих парів (орієнтовно – до 10 % від структури посівних площ), які дозволяють частково зберегти вологу в посівному шарі ґрунту.

Мульчування поверхні ґрунту – дієвий агрозахід для зменшення непродуктивних втрат вологи, за різними підрахунками врожайність різних культур збільшується на 10-30 %. Традиційно як мульчу використовують соломку, але цьому заходу традиційно мало приділяється уваги, за винятком вирощування картоплі під соломкою.

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 %.

2.3. Інноваційна модель управління кислотно-основним режимом

Активність гідрогенних іонів (показник рН) 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. Проте для об'єктивної діагностики кислотно-основних функцій ґрунту недостатньо визначити лише значення рН водної (активна кислотність), сольової (обмінна кислотність) чи лужної (гідролітична кислотність) витяжок із ґрунту. Дуже важливо встановити динаміку зміни рН під впливом зовнішніх кислотних чи лужних навантажень на

грунт (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 (рН-буферністю). Метод визначення рН-буферної здатності ґрунтів широко відомий. Вперше його запропонував О. Арреніус ще у 1922 році. В подальшому він модифікувався й удосконалювався різними дослідниками [44, 45, 46 та інші]. Не змінюючи основних принципів і сутності, в модифікації ННЦ «ІГА імені Соколовського» цей метод удосконалено в напрямі не тільки діагностування, але й визначення нормативів для оптимізації кислотно-основних функцій ґрунтів [34, 37]. 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 «ІГА імені О.Н. Соколовського» комп'ютерної програми «рН-buff».

Кисотно-основні буферні механізми оцінюються за їх здатністю протистояти факторам, спрямованим на зрушення усталеного, генетично притаманного конкретному різновиду ґрунту, показника активної кислотності (рН 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-органомінеральному 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 рН 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 заявленої 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 (рН – 0,5рСа) та рН-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 потоків 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. На основі узагальнення й аналізу цілої низки літературних джерел [47, 48, 49 і ін.] оптимальну реакцію ґрунтового розчину для різних культур можна виразити в інтервалах, які відображені на рисунку 3.

Культури

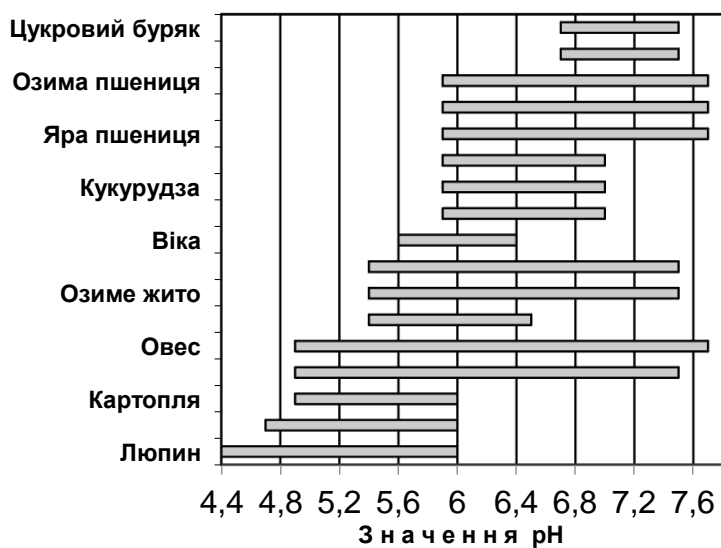


Рис. 3. Інтервали оптимуму рН ґрунтового розчину для культурних рослин

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 рН, інші – люцерна, цукровий буряк, бруква – у вузькому діапазоні рН. Чим більш широка екологія притаманна тій чи іншій сільськогосподарській культурі, тим легше оптимізувати відносно неї рН ґрунтового середовища, або ж необхідність в такій оптимізації повністю відпадає.

Порівнюючи між собою всі діапазони оптимуму різних культур, що представлені в додатку А, ми бачимо, що в інтервалі рН ґрунтового розчину від 5,5 до 6,5 успішно зростає переважна більшість сільськогосподарських культур, що вирощуються в польових та кормових сівозмінах Харківської та Волинської областей, а тому цей діапазон визначений нами як агроекологічно найбільш оптимальний.

Ґрунтовий покрив України на переважній площі сільськогосподарських угідь за кислотно-основною рівновагою вміщується саме в цей діапазон. Проте в регіонах Полісся, Лісостепу, Прикарпаття, Карпат і Закарпаття переважають ґрунти, в яких рН 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 різним ступенем насиченості іоном натрію, що надає ґрунтовому розчину лужної реакції (рН вище 7). Проект моделі діагностики й оптимізації лужного середовища розробляється аналогічно кислому, тільки критеріями оптимізації слугують рН-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.

Кисотно-основний режим ґрунтів обумовлений наявністю в ґрунтовому розчині та в обмінних і необмінних місцях біо-органі-

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, $pH_{\text{водн}} = 5,0$ 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 «ІА імені О.Н. Соколовського» дозволяють в першому наближенні оцінити агроекологічний стан ґрунту відносно вапняного потенціалу, порогові значення якого наведено в таблиці 17.

Таблиця 17

Порогові значення вапняного потенціалу в основних типах ґрунтів Волинської і Харківської областей

ґрунти, зона, адміністративна область	Порогові значення $pH - 0,5 pCa$				
	опти-мальні	у кислотному інтервалі		у лужному інтервалі	
		допус-тимі	кри-тичні	допус-тимі	кри-тичні
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

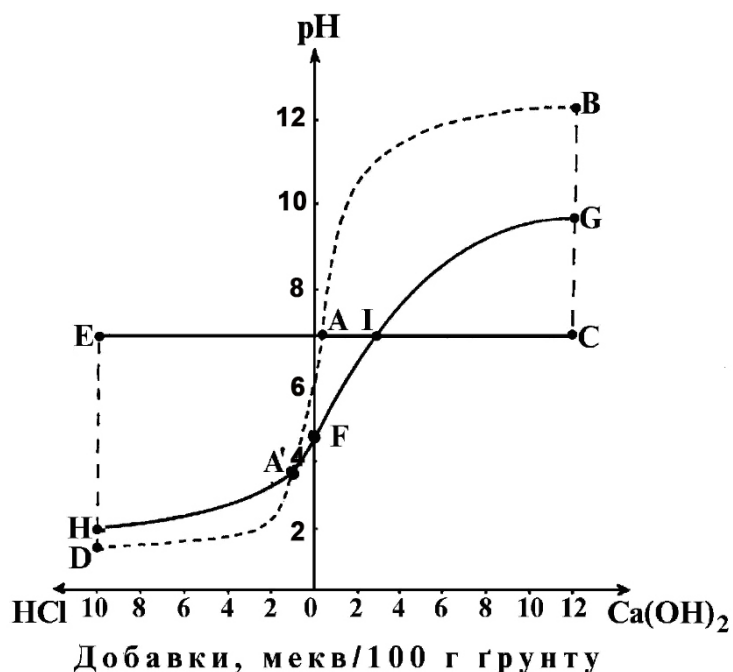
Дослідження показали, що для ґрунтів різної генези вапняний потенціал має відповідно свої оптимальні, допустимі та критичні параметри. Штучно створити не властиві даному ґрунту параметри вапняного потенціалу, які для інших ґрунтів є еталонними, майже неможливо і це може призвести до ускладнення екологічної 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 кислотного стану ґрунтів як pH ґрунтового розчину, вапняний потенціал та pH -буферна ємність відіграють провідну роль в діагностиці та оптимізації кислотного 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 $CaCl_2$ [50, 51].

В національному стандарті [12] 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. 4).

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 $pH_{\text{водного}}$ визначено на рівні 5,5 - 6,5 одиниць. Кислотно-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” рН-буферності

— крива рН-буферності кислого ґрунту

ABC і ADE – площі, що характеризують відповідно лужну і кислотну стандартні буферні ємності ($S_{\text{лст}}$ і $S_{\text{кст}}$) – приймаються за 100 балів кожна; A'BG – площа, що характеризує лужну буферну ємність ($B\epsilon_{\text{л}}$) ґрунту; A'DH – площа, що характеризує кислотну буферну ємність ($B\epsilon_{\text{к}}$) ґрунту; F – точка перетину кривої буферності ґрунту з віссю ординат – відображувальна точка (ВТ) кислотно-основного стану (вихідне значення актуальної кислотності ґрунту); A' – точка перетину кривої буферності ґрунту з кривою “нуль” буферності – характеризує урівноважений стан кислотно-основної реакції ґрунту

Рис. 4. Загальна графічна модель керування кислотно-основним станом кислого ґрунту

Проби ґрунту для встановлення кривої рН-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 18 наведено динаміку зміни показника активної кислотності в основних різновидах ґрунтів Волинської і Харківської областей під впливом зростаючих кислотних і лужних навантажень.

Таблиця 18

Динаміка зміни рН ґрунтового розчину в основних різновидах ґрунтів Харківської і Волинської областей під впливом зростаючих добавок лугу та кислоти

Назва ґрунтів	Навантаження	рН ґрунтового розчину за добавки лугу і кислоти, мМоль/100 г			
		0	2	4	8
Дерново-підзолистий зв'язно-піщаний; ШНП, Волинська обл.	A ¹	5,6	9,2	11,3	12,0
	B ²	5,6	4,0	3,1	2,4
Торфовий евтрофний малозольний; заплава р. Цир, Волинська обл.	A	5,2	6,4	7,4	9,2
	B	5,2	4,3	3,7	2,7
Торфовий алкалітрофний багатозольний; заплава р. Турія Оржиця, Волинська обл.	A	7,5	8,4	9,8	11,6
	B	7,5	6,9	6,6	6,3
Сірий опідзолений важкосуглинковий; ДП «ДГ «Граківське» ННЦ ПА, Харківська обл.	A	5,7	7,8	9,6	11,2
	B	5,7	4,1	3,6	3,0
Чорнозем опідзолений важко суглинковий; ДП «ДГ «Граківське» ННЦ ПА, Харківська обл.	A	5,7	7,4	9,1	10,8
	B	5,7	4,8	4,2	3,8
Чорнозем типовий важко суглинковий; ДП «ДГ «Граківське» ННЦ ПА, Харківська обл.	A	6,8	8,6	10,3	11,6
	B	6,8	5,8	5,0	4,5

¹ А - лужні навантаження (0,03 н Са(ОН)₂); ² Б - кислотні навантаження (0,1 н НСІ)

Крива рН-буферності, що побудована на цих даних, відображає здатність ґрунту чинити опір зростаючим кислотним і лужним навантаженням – чим більше вона відхиляється від кривої нуль-буферності, тим вища рН-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-орґано-мінерального комплексу, застосування органічних і орґано-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 ресурсощадної меліорації кислих ґрунтів. Вони докорінно поліпшують агрономічні та буферні властивості ґрунтів і дозволяють отримувати екологічно безпечну для споживання рослинну продукцію. Проведення хімічної меліорації за традиційними, доволі заяженими, 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 «ІА імені О.Н. Соколовського» розроблено та запропоновано для широкого впровадження в практику сучасного землеробства технологію локальної меліорації ґрунтів [34, 37, 52 та інші]. Вона є

універсальною і ресурсозберезувальною, 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 ресурсощадних фітобіологічних способів нейтралізації зайвої кислотності. До речі, сучасні спостереження свідчать, що в умовах потепління та кліматичних контрастів відбувається 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 19. 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 19

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 «гідролітики» розраховують за кривою буферності з доведенням рН ґрунтового розчину до оптимального для вирощуваної культури і з урахуванням зміненої величини вапняного потенціалу.
Поліпшена із застосуванням технології підтримувальної меліорації та фітомеліоративних 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-органомінерального 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 органічного добрива-меліоранту комплексної дії.

Нижче даємо опис алгоритму побудови графічної моделі діагностики й оптимізації кислотного-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 рН-буферності, на яку наносять оптимальні та допустимі межі параметрів активної кислотності (рН ґрунтового розчину). Розраховують норму меліоранту, яку необхідно внести у ґрунт, щоб перевести показник рН від вихідного рівня в оптимальну зону з урахуванням параметру вапняного потенціалу та вирощуваної культури. Оптимальний кислотний стан можна створювати у всьому об'ємі орного шару, включаючи навіть, за рекомендаціями окремих дослідників [49], значну частину підорного. Проте це надто витратна технологія. Високий еколого-економічний ефект отримують за умов переходу на інноваційні моделі системного управління родючістю ґрунтів.

2.4. Модель управління азотним режимом

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 – сівозмiна – поле – педопарцела);
- гарантувати належний рівень екологічної безпеки, економічної ефективності та технологічності.

Основні складові такої моделі наведено на рисунку 5. 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 «ІГА імені О.Н. Соколовського» розроблено відповідні рамкові рекомендації щодо необхідних доз азоту (табл. 20 - 24).

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 20

Дози азоту в перше підживлення озимої пшениці у фазу весняного куціння 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

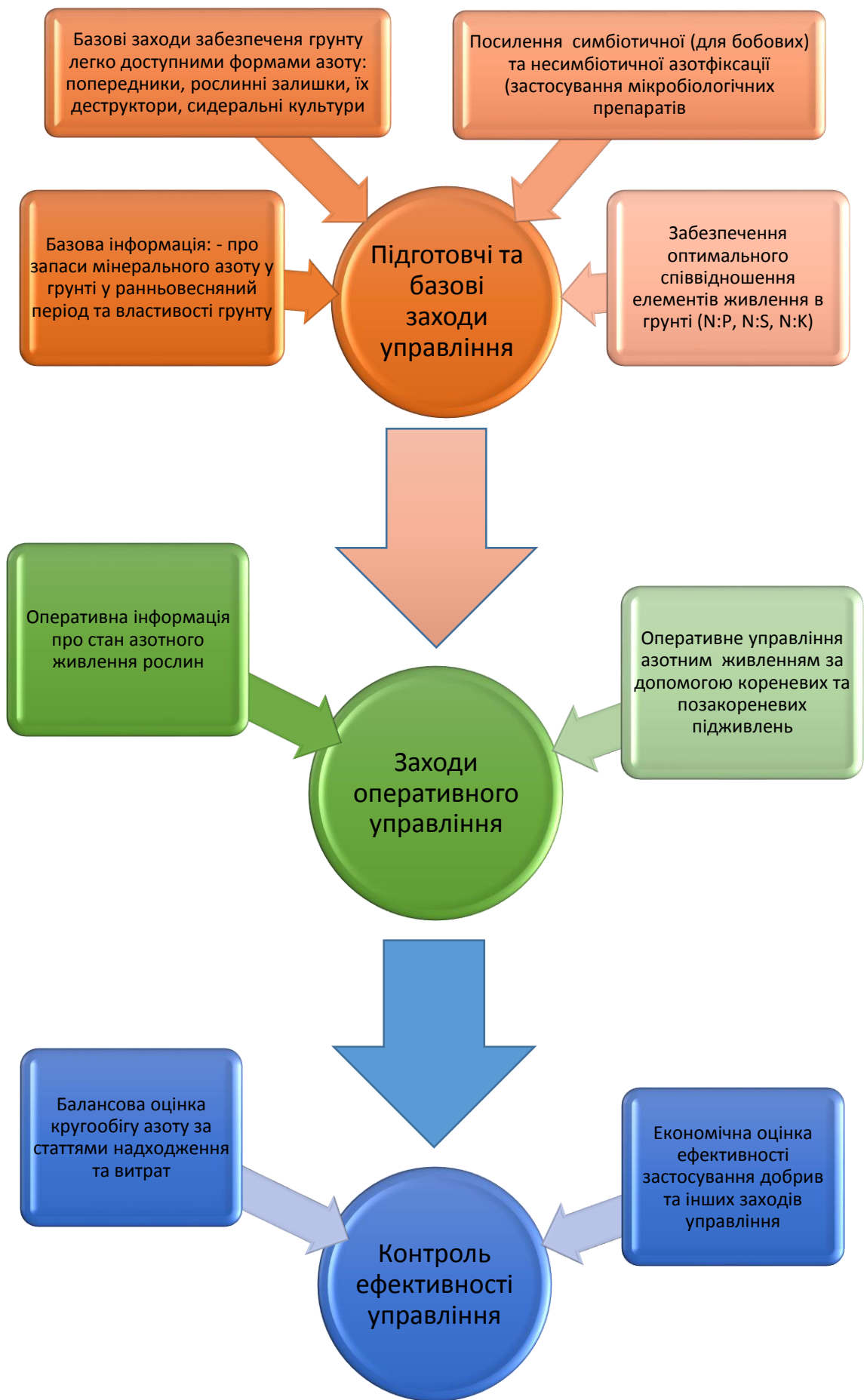


Рис. 5. Принципова схема управління азотним режимом ґрунту

Таблиця 21

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	0	0	0	0	0	0	30	0	50	10
170	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0

Таблиця 22

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 P₂O₅ та K₂O)

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 ₂₂₀		
	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 23

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 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 ₇₅		N ₁₀₀		N ₁₂₅		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	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця 24

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 зерна кукурудзи									
	25-30 ц/га		35 ц/га		40 ц/га		45 ц/га		50 ц/га	
	N ₇₅		N ₉₀		N ₁₀₀		N ₁₃₀		N ₁₅₀	
	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки	до сівби	у рядки
50	15	10	30	10	40	10	70	10	90	10
70	0	5	20	0	10	10	50	10	70	10
100	0	0	0	0	0	0	20	10	40	10
120	0	0	0	0	0	0	0	10	20	10
140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10

2.5. Моделі управління фосфатним і калійним режимами ґрунтів

Фосфатна проблема в землеробстві стоїть дуже гостро. Все зростаючий дефіцит мінеральної сировини для виробництва фосфорних добрив, їхня дорожнеча змушують науковців і практиків-аграріїв активно займатись пошуком нових, альтернативних джерел і способів оптимізації фосфатного стану ґрунтів та умов фосфатного живлення рослин. До таких альтернативних підходів можна віднести заходи, що спрямовані на максимально можливу мобілізацію внутрішньоґрунтових фосфатних резервів, активне залучення їх до біологічного кругообігу, а також на усунення факторів, що обмежують ефективне використання рослинами ґрунтового фосфору та фосфору добрив, що вносяться у ґрунт. Значний інтерес і перспективу представляють способи біологічної «перекачки» фосфору (аналогічно як і карбонатів кальцію) з ґрунотворної породи та акумуляції його в кореневмісному шарі ґрунту.

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 [53-56 та інші]. Прояснити всю глибину питань покликана модель управління фосфатним режимом. Слід нарешті всім зрозуміти – ми «годуємо» не ґрунт і довкілля, а рослину! 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 рН ґрунтового середовища. В слабо- і середньоокислих ґрунтах фосфатні іони більш рухомі, ніж у нейтральних, лужних та сильноокислих 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 [57, 58] 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 виникла необхідність у суттєвій їх модернізації, приведенні до можливої стандартизації та використання у практиці керованого (точного) землеробства. Така дослідницька робота була проведена в ННЦ «ІА імені О.Н. Соколовського», результати якої в узагальненому вигляді представляються в даному науково-практичному виданні – посібнику.

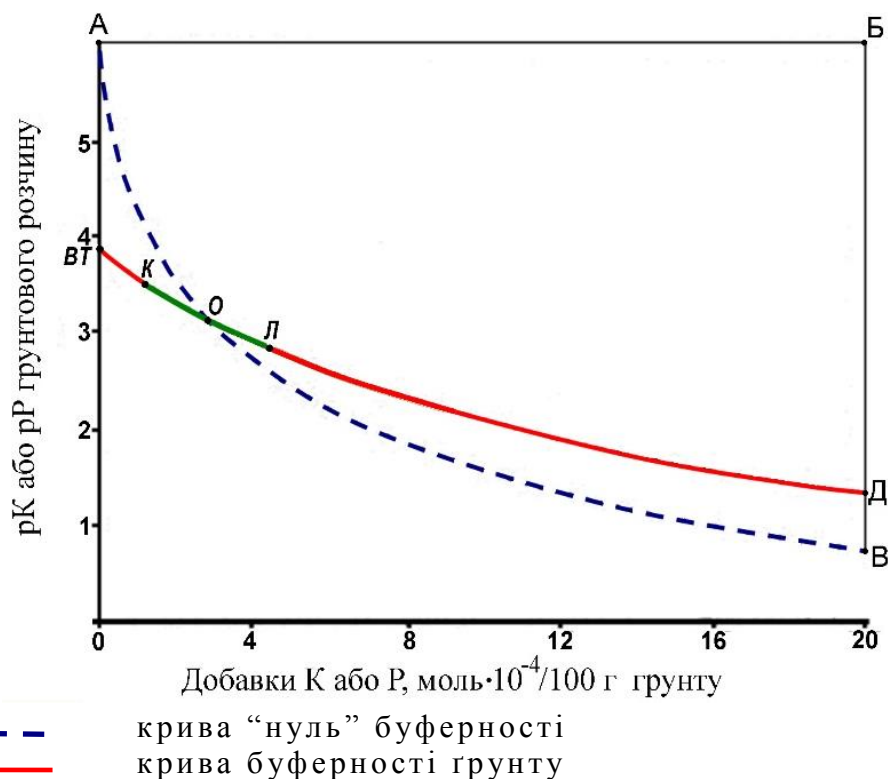
Процеси активації та закріплення (мобілізації й іммобілізації) фосфатних і калійних іонів ґрунтом, аналогічно як і водневих (рН) визначаються кривою буферності, її відхиленням від кривої зміни концентрацій (активностей) названих іонів у безбуферному субстраті (кривою «нуль»- буферності) під впливом зростаючих 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 внутрішньогрунтових факторів. Методики з визначення фосфат- і калій-буферності ґрунтів описані та стандартизовані [59, 60]. Тому детально зупинятись на цих методах немає необхідності. Однак, 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. Більш детальні відомості про буферні властивості ґрунтів можна почерпнути із опублікованих спеціальних монографій [34, 37]. Наразі відмітимо, що значення коефіцієнтів як фосфат-, так і калій-буферної здатності різні залежно від обсягу зовнішніх навантажень і різновиду ґрунту - природи його біо-органомінерального комплексу. Невеликі дози внесення фосфорних добрив в більшості ґрунтів майже не зрушують фосфатний "фактор інтенсивності (ФФІ)", 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 (Додатки Б, В), проте темпи падіння, знову ж таки, залежать від буферної ємності ґрунту – його здатності депонувати і закріплювати в твердій фазі ґрунту фосфатні і калійні іони за різних дозах внесення (рис. 6).

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) [37].



BT – вихідний стан елемента родючості, виражений в показниках pK або pP ; *O* – точка рівноваги між твердою фазою ґрунту та ґрунтовим розчином; *ABB* – стандартна площа буферної ємності (100 балів); *ODB* – площа, що визначає іммобілізаційну буферну ємність; *OGA* – площа, що визначає мобілізаційну буферну ємність; *KL* – відрізок кривої буферності в межах оптимальних параметрів калійного або фосфатного “фактора інтенсивності”.

Рис. 6. Загальна графічна модель діагностики та оптимізації (управління) фосфатного і калійного стану ґрунту за кривою буферності

Слід зауважити, що для оцінки якості (бонітету) ґрунтів (земельних ділянок), оцінки втрат від деградації та виснаження ґрунтів названі критерії буферності можна вважати незамінними і перспективними. На жаль, в сучасній методиці бонітування ґрунтів та земельного обігу «буферні параметри ґрунту» не використовуються, оскільки відсутній для цього необхідний об’єм інформації про буферні властивості різноманітних ґрунтів України.

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».

Наразі виконавцями гранту використано результати досліджень, що проведені в ННЦ «ІА імені О.Н. Соколовського» на деяких основних типах ґрунтів Харківської і Волинської областей. Оптимальні параметри ФІ елемента родючості можна встановити виключно тільки методами проведення вегетаційних та польових дослідів за відповідною схемою, що передбачає вивчення зростаючих доз добрив досліджуваного елемента на фоні оптимізованих всіх інших елементів родючості. За результатами серії проведених лабораторно-модельних, вегетаційних і дрібноділянкових польових дослідів виявлено залежність між величиною фосфатного і калійного ФІ ґрунту та урожаєм зернових колосових культур і однорічних трав. Таким чином були встановлені оптимальні параметри названих показників (фосфатного і калійного факторів інтенсивності) для основних, поширених на Волині та Слобожанщині, типів ґрунтів. Дані наведено в таблиці 25 (фосфатний оптимум) і таблиці 26 (калійний оптимум).

Зазначимо, що 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 генези та рівня окультуреності.

Управління фосфатним і калійним режимами (включає діагностику та оптимізацію) здійснюють, використовуючи криву буферності (див. рис. 2.6, суцільна крива). На неї наносять визначені експериментально оптимальні границі концентрації фосфатних і калійних іонів у ґрунтовому розчині (див. табл. 25-26) і за

розміщенням відображуваної (ВТ) оцінюють фосфатний і калійний стан ґрунту.

Таблиця 25

Оптимальні параметри показників активності фосфатних іонів (рР) в основних різновидах ґрунтів Харківської і Волинської областей

Ґрунт	рР вихідний (ВТ)	Оптимум рР	
		нижній	верхній
<i>Волинська область</i>			
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
<i>Харківська область</i>			
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 26

Оптимальні параметри показників активності (концентрації) калійних іонів (рК) в основних різновидах ґрунтів Волинської та Харківської областей

Ґрунт	рК вихідний	Оптимум	
		нижній	верхній
<i>Волинська область</i>			
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
<i>Харківська область</i>			
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-орґано-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 рН) реакції та якісного біо-орґано-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.

За даними [61] глейові ґрунти, які у Волинській області займають значні площі, для оптимізації фосфатного стану, порівняно з неоглеєними, потребують внесення більш високих доз фосфорних добрив. Це обумовлено тим, що під впливом оглеєння істотно підвищується іммобілізаційна фосфат-буферна ємність. Однак, за високої іммобілізаційної буферної ємності ґрунтів ефективність фосфорних добрив можна помітно підвищити не збільшенням дози добрива, а шляхом істотної зміни технології його внесення. Загально відома висока ефективність локалізації мінеральних добрив [62, 63, 64 та інші]. Наші розрахунки показали - 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 розрахунок 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», питання 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.

2.6. Роль меліорації земель у системі управління родючістю ґрунтів

В контексті ринкових земельних відносин, сталого соціального розвитку та в умовах глобальних змін клімату, проблема інноваційного розвитку меліорації земель набуває високої актуальності, нового звучання та перспективності. Сучасна парадигма меліорації земель спирається на такі основоположні постулати, як ресурсозбереження, продовольча, екологічна й енергетична безпеки держави, соціальне відродження сільських населених пунктів, зміна депресивного розвитку окремих регіонів на прогресивний.

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 умов усебічно обґрунтованого меліоративного освоєння земель. Екологічні ризики виникають саме за умов незбалансованості та відірваності окремих видів меліорації та технологічних операцій від усього комплексу робіт з раціонального землекористування і системи управління родючістю. Меліорація, як правило, - це жорстке втручання в закономірний процес перебігу масо- і енергопотоків в екосистемах. Тому 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 агроєкосистемах, а гармонійно вписуватись у ці непрості, але закономірні процеси біосферної трансформації в ноосферні.

Ґрунти меліоративного фонду об'єднуються в групи, агроєкологічний 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:

- гідродefіцитні (ксероморфні) ґрунти;
- галогенні (солонцеві, засолені);
- гідроморфні (заболочені, болотні мінеральні і торфово-болотні);
- ацидні (кислі) ґрунти;
- еродовані ґрунти і порушені землі;
- 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 27.

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 агроєколого-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 «ІГА імені О.Н. Соколовського» та інших дослідних і наукових закладів України, як локальна меліорація ґрунтів, контурно-фітомеліоративне луківництво на заплавах земель, способи структурних меліорацій, синергетичні меліоративні комплекси (протиерозійні, водорегулятивні, водозбережувальні тощо).

Таблиця 27
Систематика меліорацій

Ієрархічні рівні меліорації земель		
Типи	Види	Способи (різновиди)
1	2	3
Гідротехнічна меліорація	Зрошувальні системи Дренажно-зрошувальні системи Осушувальні системи Осушувально-зволожувальні системи	Дощування Поверхнєве зрошення (по борознам, смугам, затопленням) Внутрішньогрунтове зрошення Краплинне зрошення Лиманне зрошення Спосіб зрошення на фоні горизонтального дренажу Спосіб зрошення на фоні вертикального дренажу Осушення відкритими каналами Осушення закритим дренажем Осушення вертикальним дренажем і поглинальними колодязями Дощувальні пристрої на осушувальних системах Шлюзування каналів і дрен Польдери
Хімічна меліорація	Вапнування Гіпсування Кислотування Фосфоритування Лесування і ін.	Суцільно-розкидний Компенсуючий Локальний Комбінований

Продовження табл. 27

1	2	3
Агротехнічна меліорація	Поверхнево- водорегулювальна агромеліорація	Планування поверхні Борознування Гребенювання Грядкування
	Внутрішньогрунтово- 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 Очищення родючого шару ґрунту від різноманітних баластових включень	Звільнення поверхні від деревно- чагарникових заростей, пеньків, каміння Знищення купин, виположування поверхні 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 Структурна зміна ґрунтового профілю	Піскування Глинування Торфування Плантаж Надглибока напіввідвальна оранка Прокладка внутрішньогрунтових водозатримувальних прошарків, лінз, стрічок, осередків Вертикальні свердловини, заповнені вологопідйомним матеріалом на піщаному ґрунто- підґрунті

Названі й інші розробки успішно вирішують проблеми усунення екологічних ризиків, ресурсозбереження та ефективного використання земель на тривалу перспективу. Вони гарантують екологічно безпечний, комплексний характер впливу на ґрунтове середовище та довкілля, суттєво не порушуючи його стійкого природно-генетичного

статусу. Проте перспектива впровадження меліоративних інновацій віддалена в Україні на невизначений час, оскільки відсутня чітка державна програма *екологічно безпечної інноваційно-інвестиційного розвитку меліорації земель* в Україні. При цьому площі земель, що потребують меліоративного втручання, постійно збільшуються через деградацію та виснаження ґрунтових ресурсів, які мають місце в сучасному режимі землекористування та обігу земель.

Аналіз природи меліоративних навантажень на ґрунтовий покрив та їх систематизація дозволяють в узагальненому вигляді оцінити роль та перспективи подальшого розвитку меліорації ґрунтів, які можна сформулювати такими основними положеннями:

- меліорація земель відіграє провідну роль у стабілізації ресурсного і продовольчого забезпечення нашої держави, роль потужного страхового фонду, передусім, в екстремальні за погодними умовами роки;

- 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 вельми важливими в соціальному, рекреаційно-оздоровчому, енергетичному, економічному й інших сферах суспільного життя на селищних територіях;

- система ведення сучасного еколого-меліоративного моніторингу вимагає організаційного, методологічного, нормативно-правового та земельно-оціночного удосконалення з урахуванням природи та режимів меліоративних навантажень на ґрунти і ґрунтовий покрив;

- розвитку меліорації земель сприяє створення в різних природних регіонах типових (еталонних) стаціонарних полігонів з необхідним сучасним технічним 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.

Зважаючи на високу соціальну значущість меліорацій, особливо з огляду на глобальні кліматичні зміни та формування цивілізованих земельно-ринкових відносин, на європейський і світовий досвід, водні,

біологічні, агротехнічні, структурні та інші види та різновиди меліорацій вимагають подальшого удосконалення та сучасних інноваційних рішень, спрямованих на сталу екологічну, продовольчу та енергетичну безпеку держави. Цей напрям слід віднести до важливих стратегічних завдань з управління ґрунтово-земельними ресурсами та потенціалом їх родючості.

РОЗДІЛ 3. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ ПОТЕНЦІАЛОМ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

3.1. Родючість ґрунтів і власність на землю в контексті управління потенціалом родючості

Питання про те, чи залежить (і якщо так, то якою мірою) стан ґрунтів від форми власності на землю є вельми складним, проте пошук відповіді на нього є дуже важливим з огляду на впровадження ринку земель. Тобто є необхідність з'ясувати, яка простежується залежність стану ґрунтів на приватних і державних землях і яким має бути механізм управління ґрунтами на землях різних форм власності й різних видів використання в умовах ринку. Ці напрацювання можна практично втілити в законодавстві про обіг земель, розробка якого буде активізуватися найближчим часом.

У ННЦ «ІА імені О. Н. Соколовського» вчені-економісти раніше робили спробу дати відповіді на вказані питання [65, 66, 67] у контексті формування інституційного забезпечення відтворення родючості ґрунтів.

У новій інституціональній економічній теорії поняттю прав власності надають широкий економічний зміст. Фундатори теорії права власності А. Алчіан і Г. Демсец розглядають його як право на вибір способів використання економічних благ, яке забезпечується суспільством. Вони можуть бути встановлені в правовому або адміністративному порядку, можуть бути закріплені звичаями або ієрархічною структурою суспільства. У термінах права це поняття ширше за юридичну концепцію прав власності й, крім того, воно, як зазначає А. Алчіан, включає соціальні норми. «У будь-якому суспільстві права індивідів використовувати ресурси (тобто права власності) підкреслюються правилами поведінки, соціальним звичаєм, загрозою остракізму, а також правовими нормами, діяльність яких, своєю чергою, підкріплюється карною силою держави» [68, с. 205].

Інституалізація економіки вимагає поруч із господарсько-виробничими процесами відтворення галузі зовсім по-іншому віднести до первісного базового інституту власності. Ринкові закони є природним регулятором поширення інституту власності, проте в дослідженні питань «інститутів» важливим місцем в ринковій економіці посідають екстерналії, які мають за своєю сутністю

зовнішнє походження до господарських суб'єктів, між тим потенційний їх вплив потрібно обов'язково враховувати для уникнення небажаних наслідків соціально-економічного й іншого характеру в діяльності економічних агентів. Саме «провали ринку» є теоретичною основою для державного втручання в економіку, тобто, із цієї тези випливає, що прояв негативного екологічного за своїм походженням ефекту необхідно розглядати в площині накладання штрафів на діяльність виробника продукції, обмежуючи його небезпечну діяльність для навколишнього середовища та суспільства [69].

Як свідчать результати аналізу, багато науковців не вбачають прямого зв'язку між родючістю ґрунтів і власністю на землю. Так, на думку О. О. Іващенко, форма власності має другорядний характер і про це свідчить світовий досвід: у Нідерландах уся земля державна, у сусідніх Бельгії та Німеччині – приватна, проте ґрунтоохоронні заходи чітко виконують і там, і там. Тому важлива не форма власності на землю, а чітке дотримання законів. Якщо цього не буде, то форма власності ролі не гратиме. Приватна власність аж ніяк не стане панацеєю від знищення ґрунтів. Приватний власник, так само, як і орендар, може за кілька років виснажити ґрунт і потім продати його. Отже, форма власності ніяк не корелює зі збереженням родючості. Все ж таки, якщо виключити фактор корупції, то найкраще, щоб земля перебувала у власності держави. Вважаємо, що будь-яка зміна не лише власника землі, а навіть, права на оренду має починатися із сертифікації якості ґрунту. У випадку погіршення стану відшкодування збитків має бути невідворотним. Проте, якщо охорона ґрунтів стане державним пріоритетом, то форма власності не матиме значення. А найліпше, щоб уся земля була в одних руках – держави, бо лише вона в змозі стежити, щоб землю використовували за призначенням. За сучасних економічних умов, ні агрохолдинги, ні тим більше дрібні землевласники (ФГ і ОСГ) не будуть «закопувати» гроші в землю, тобто вкладати значні кошти в підвищення родючості. Проте коли земля є власністю – товаром, а родючість є ключовим фактором вартості землі, власник буде зацікавлений у збереженні і примноженні родючого потенціалу ґрунтового покриву на своїй власній землі. Проте це не гарантія. Адже агробізнес – справа ризикована й у суб'єкта господарювання може не виявитися коштів не лише на заходи з ґрунтозбереження, але навіть на покриття поточних витрат. Сумнівною також видається теза, що будь-який власник буде дбати про свою землю навіть без пильного державного контролю [70].

Форми власності на землю, як вважають виконавці даного Проекту, також не слід ставити на перший план. Адже досвід багатьох країн, і не тільки передових в аграрному відношенні, доводить, що головним у сільськогосподарському виробництві є висока технологія, а власність на землю є другорядною категорією. Класичний приклад для обґрунтування останнього – форма власності на землю в Бельгії та Нідерландах. У першій – приватна, у другій – значна частина площ державна, але і там, і там за рахунок високих агротехнологій досягнуто однаково високої ефективності сільськогосподарської галузі [71].

Відвідавши чимало країн, акад. НААН В. В. Медведєв відмічає, що ніде не спостерігав гіпертрофованого ставлення до власності на землю, як це було в Україні в процесі, до цього часу ще не завершеної, земельної реформи. На його думку, володіння земельною ділянкою – це передусім відповідальне ставлення до її родючості й неприпустимість дій, які б їй зашкодили. Використовувати землю потрібно згідно з постулатом збалансованого (стійкого) землекористування – «дій на землі так, щоб твої нащадки не мали клопоту з нею і цінували свого попередника» [72].

Звичайно, землекористування на орендних засадах у цілому поступається приватному (трудовому) щодо збереження й підвищення родючості ґрунту. Однак за певних умов орендар може бути зацікавленим не тільки у відновленні, але й у підвищенні родючості ґрунту. Йдеться передусім про довготривалість і відносну стабільність орендних договорів з правом передачі орендованої землі своїм нащадкам. Окрім того, кожний орендар намагається окупити свої витрати, інвестовані в збереження, відновлення й підвищення родючості ґрунту.

Важливо також врахувати повний цикл сівозмін і середній термін окупності інвестицій. Чим менший термін договору оренди землі, тим менша зацікавленість в орендаря щодо виділення коштів на відновлення й поліпшення родючості ґрунту. Короткострокова оренда гальмує інвестиції в довготермінове поліпшення родючості ґрунту й спонукає землекористувача переважно до «комерційних» сівозмін [73, 74].

Науковці також звертають увагу й на таку особливість національної оренди землі як слабкість контролю орендодавця стану родючості ґрунтів на орендованій земельній ділянці. У багатьох випадках це пов'язано з тим, що, по-перше, земельні ділянки не виділені на місцевості. Чимало власників земельних паїв ніколи не

бачили свою земельну ділянку; по-друге, у багатьох власників земельних паїв відсутня відповідна професійна освіта, а нерідко і бажання контролювати використання зданих в оренду земель; по-третє, близько половини власників земельних паїв – люди пенсійного віку. Саме це й мораторій на продаж земельної ділянки значною мірою знецінюють почуття істинного, повноцінного землевласника. Це призвело до того, що орендарі переважно не несуть ніякої відповідальності за якість ґрунтів на взятих в оренду земельних ділянках [74]. Одним із нагальних завдань у контексті поліпшення ситуації має стати вирішення проблеми безвідповідальності, адже, з одного боку, землевласники, які одержали земельну ділянку безоплатно й фактично не працюють на ній, не відчують істинної її ціни; з іншого боку, землекористувачі, взявши землю в оренду також за невелику (особливо порівняно з європейськими країнами) орендну плату й не взявши на себе майже ніяких зобов'язань щодо збереження її родючості, можуть діяти на свій розсуд, порушувати сівозміни й технологію без побоювання негативних наслідків [72].

У контексті збереження, відновлення та підвищення родючості ґрунтів найбільший ефект забезпечує приватна власність товаровиробника, коли землевласник і землекористувач є однією особою. Землекористування на орендних засадах поступається використанню власної землі з погляду мотивації орендаря до відновлення, а тим більше підвищення родючості, що зменшує доходи як землевласників, так і орендарів. Водночас практика орендних відносин доводить дієвість різних засобів і важелів впливу на орендаря щодо відновлення родючості ґрунту, найбільш дієвим серед них є довготривалий термін орендного договору через державні земельні банки [75, с. 7].

Порівняння відмінностей різних землекористувань в одній із провінцій Канади показало, що фермери, які володіють своєю землею, вирощують більше багаторічних культур, зернових і кормових бобів, ніж фермери, які орендують поля. Це дослідження дало змогу зробити такі висновки: по-перше, екологічно небезпечне землекористування є реальною перешкодою для довготривалого збереження ґрунту, неможливо припустити, що довготермінові угоди про оренду замінять право власності на землю; по-друге, можна використовувати порівняно легко зібрані дані про динаміку структури посіву сільськогосподарських культур, щоб оцінити вплив форми землекористування на збереження ґрунту; по-третє, державна

програма, яка надає фермерам підтримку для створення плодово-ягідних плантацій, культурних пасовищ, плантацій енергетичних культур, тощо долає наслідки небезпечного землекористування й створює стимули для землекористувачів, щоб ефективно керувати родючим потенціалом ґрунтів в розрахунку на довгострокову перспективу [76].

З огляду на викладене зазначимо, що питання кореляції відтворення родючості ґрунтів із формою власності на землю залишається дискусійним. У цьому зв'язку, напевно, варто погодитися з М. В. Зось-Кіором, що приватизація землі сама по собі не забезпечує ні ефективного бізнесу, ні відтворення родючості ґрунтів. Для цього необхідно сформулювати сприятливі макроекономічні умови, спираючись на теорію стейкхолдерів [77].

У контексті вирішення інституційних проблеми охорони ґрунтів і відтворення їхньої родючості ми підтримуємо ідею організації інституту добровільного декларування й дотримання сільськогосподарськими підприємствами вимог щодо ефективного використання та охорони земель [78]. Запровадження такого інституту може слугувати платформою для налагодження конструктивного діалогу влади й аграрного бізнесу, але, звісно, за умови, якщо діяльність є прозорою та проводиться відповідно до вимог чинного законодавства.

В аспекті управління потенціалом родючості ґрунтів на землях різних форм власності принагідно нагадаємо базові принципи «європейської ґрунтової політики»: незалежність від форми власності на землю; моніторинг на єдиних засадах; запровадження ґрунтозахисних землеробських технологій (мінімальної, консервативної, нульової, підтримувальної, точної, органічної та ін.); сприяння фермеру тільки в разі дотримання ним ґрунтоохоронних стандартів; ухвалення ґрунтозахисних законодавчих актів, інноваційних впроваджень [71].

У європейських країнах грубі порушення ґрунтоохоронних законів і зокрема сівозмін неможливі, по-перше тому, що домінує приватна власність на землю, і власник не зацікавлений у погіршенні родючості своєї земельної ділянки. По-друге, якщо, скажімо, норвезький фермер порушить правила землекористування, його відразу ж позбавлять державної фінансової підтримки (125 євро/га щороку). Так само і навіть більше в Німеччині. А в Нідерландах, де власність на землю є державною, не прийнято робити на землі те, що

заманеться землекористувачеві. Навіть за умов розміру земельних ділянок 50–60 га і переважання пшениці озимої вдається підтримувати сівозміни, тому що фермери-сусіди домовляються між собою й висівають культури по черзі. До речі, в Україні ґрунтоохоронних нормативно-правових актів набагато більше, ніж у Нідерландах [72], правда там, на відміну від нашої держави, їх неухильно дотримуються й виконують.

Незавершеність земельної реформи і відсутність повноцінного господаря на землі призводять до зниження родючості ґрунтів. У країнах, де домінує орендна форма землекористування (Молдові та Росії), як і в Україні, спостерігається зниження родючості. У країні слід створити такі умови, щоб охорона ґрунтів і відтворення потенціалу їх родючості було вигідним землекористувачеві незалежно від форм власності або землекористування. Для цього потрібні ліцензії для всіх, хто хоче займатися землеробством; субсидії лише тим, хто дотримується ґрунтозахисних технологій, незалежний (державний) контроль родючості ґрунтів – моніторинг, жорсткі заходи й фінансові санкції до порушників аж до позбавлення права власності на їхню земельну ділянку або припинення орендних відносин [72].

Включення земель у ринковий обіг можливе лише за реалізації низки заходів, зокрема: радикальної зміни державної стратегії землекористування, проведення бонітування ґрунтів за досконалою методикою й уведення справедливої ціни на землю, обов'язкової фіксації стану ґрунтів на момент продажу й далі в процесі систематичного державного моніторингу (слід налагодити моніторинг за європейським зразком і тим самим системно отримувати постійно оновлювану інформацію для прийняття відповідних управлінських рішень); істотного вдосконалення чинного ґрунтоохоронного законодавства, яке повинно передбачати введення значних штрафних санкцій аж до повернення земельної ділянки в державну власність у разі грубого порушення правил раціонального землекористування (незалежно від форми власності на землю); імплементації низки заходів з підтримки фермерства, у тому числі уведення пільгових довгострокових банківських кредитів, заохочення молоді до праці на селі; уведення й реалізацію Національної програми охорони ґрунтів [71].

Отже, далі реформування ринкового інституціонального середовища вимагає від держави спрямування ґрунтоохоронної політики на забезпечення адаптованих до вітчизняних реалій

європейських норм і правил сталого (збалансованого) використання ґрунтових ресурсів. В основі цього процесу має бути інституалізація земельних відносин, результативною ознакою якої має стати формування повноцінного інституту власності на землю, унормування інституту її капіталізації, формування й дотримання правил раціонального використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів [65, с. 69].

3.2. Удосконалення нормативно-правового забезпечення

Основу нормативно-правового забезпечення керування потенціалом родючості ґрунтів України становлять формування та підтримка його нормативно-правової бази як юридичного засобу досягнення реальної упорядкованості системи.

Разом із тим, розкриваючи питання шляхів удосконалення нормативно-правового забезпечення керування потенціалом родючості ґрунтів України, пропозиції можна об'єднати у два блоки:

- пропозиції щодо нормативно-правових актів (закони, в т. ч. кодекси) та підзаконних актів (постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України, профільних міністерств);
- пропозиції щодо актів (рішень) органів місцевого самоврядування.

Останніми роками стан законодавчого забезпечення охорони й підвищення родючості ґрунтів поліпшився. Так, наприклад, Постановою Кабінету Міністрів України від 7.06.2017 р. № 413 «Деякі питання удосконалення управління в сфері використання та охорони земель сільськогосподарського призначення державної власності та розпорядження ними» прийнята відповідна Стратегія. У розвиток цієї Постанови ми підготували «Методику визначення розмірів збитків від погіршення родючості ґрунтів за результатами агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення», яка, виходячи з концепції системного керування родючістю ґрунтів, вимагає подальшого удосконалення.

Кабінетом Міністрів України прийнято також Концепцію і Національний план дій щодо боротьби з деградацією земель і опустелюванням.

Особливістю наявних у країні законів і норм є їхній декларативний характер. Реальних механізмів виконання та й самого виконання немає. У законодавчій базі не забезпечено головне – гарантія

дотримання. Виявилося, що їх можна не виконувати, що й спостерігаємо повсюдно.

Слід зазначити, що Земельний кодекс України не визначає, за які саме правопорушення настає адміністративна відповідальність. Кодекс закріплює лише диспозиції норм, які визначають діяння як правопорушення у сфері загальних відносин, окреслюючи їх загальний зміст, тоді як норми, що містять санкції за ці діяння, встановлюються іншими правовими нормами.

У цілому аналіз норм чинного земельного законодавства, які стосуються питань юридичної відповідальності за земельні правопорушення, дає змогу стверджувати, що існує ситуація правового нігілізму в цій сфері.

Єдиним кодифікованим нормативно-правовим актом, який встановлює адміністративну відповідальність за порушення у сфері земельних відносин, є Кодекс України про адміністративні правопорушення.

Правопорушення у сфері земельних відносин містяться в главі VII КУпАП «Адміністративні правопорушення у сфері охорони природи, використання природних ресурсів, охорони культурної спадщини», статті 52-56 якого безпосередньо передбачають адміністративну відповідальність за порушення земельного законодавства.

Згідно з Кодексом України про адміністративні правопорушення адміністративна відповідальність настає за:

- псування і забруднення сільськогосподарських та інших земель (ст.52);
- порушення правил використання земель (ст. 53);
- самовільне зайняття земельної ділянки (ст. 53.1);
- перекручування або приховування даних державного земельного кадастру (ст. 53.2);
- зняття та перенесення ґрунтового покриву земельних ділянок без спеціального дозволу (ст. 53.3);
- незаконне заволодіння ґрунтовим покривом земель (ст. 53.4);
- порушення строку погодження документації із землеустрою (ст. 53.5);
- порушення законодавства про Державний земельний кадастр (ст. 53.6);
- порушення строків повернення тимчасово зайнятих земель, або не приведення їх у стан, придатний для використання їх за призначенням (ст. 54);

- порушення правил землеустрою (ст. 55);
- знищення межових знаків.

Граничний розмір стягнення за адміністративне правопорушення у сфері земельних відносин становить 100 неоподаткованих мінімумів громадян (1700 грн), що часто-густо абсолютно не відповідає розмірам нанесеної шкоди.

Порушення законодавства у сфері земельних відносин знайшло відображення у двох статтях Кримінального Кодексу України:

- забруднення або псування земель (ст. 239) передбачає відповідальність від штрафу до обмеження волі на строк від двох до п'яти років, або позбавлення волі на той же строк у разі тяжких наслідків;

- безгосподарське використання земель (ст. 254), що передбачає відповідальність від штрафу до обмеження волі на строк до двох років.

У постановах КМУ № 413 від 07.06.2017 р., та № 890 від 22.11.2017 р. зроблено перші кроки в частині охорони родючості ґрунтів. У цих документах передбачено обов'язкове агрохімічне обстеження земельної ділянки при наданні її в оренду та користування, а також закріплено право орендодавця вимагати від орендаря збереження родючості ґрунтів.

На теперішній час у судах перебуває достатньо велика кількість позовів орендодавців до орендарів про скасування договорів оренди земельних ділянок з причин безгосподарського використання земель та погіршення їх родючості. Визначити стан родючості ґрунтів в частині їх погіршення чи поліпшення можливо лише через повноваження перевіркової роботи в цьому напрямі. З огляду на це нагальним є питання створення спеціально уповноваженого органу Міністерства аграрної політики та продовольства України з питань охорони родючості ґрунтів або надання цих повноважень уже діючим органам в структурі міністерства. Вказані повноваження слід закріпити в розділі VII Закону України «Про охорону земель».

Наступним кроком необхідно внести зміни до Кодексу України «Про адміністративні правопорушення» та Кримінального Кодексу України з чіткими трактуваннями диспозицій статей адміністративної чи кримінальної відповідальності за порушення законодавства в частині охорони родючості ґрунтів. Оскільки чинне адміністративне стягнення за порушення земельного законодавства передбачає максимальний штраф у розмірі 1700 грн, що не відповідає сучасним реаліям, необхідна законодавча ініціатива для застосування іншого

критерію ніж неоподаткованого мінімуму при притягненні до відповідальності за погіршення родючості ґрунтів.

У ряді статей Кримінального Кодексу України, де диспозиція статті передбачає штраф, до порушників застосовують неоподаткований мінімум у розмірі податкової соціальної пільги, визначеної підпунктами 169.1.1 пункту 161.1 статті 169 розділу IV Податкового Кодексу України. Податкову соціальну пільгу розраховують на підставі мінімальної заробітної плати. У 2018 р. розмір цієї пільги дорівнює 881 грн. Указану норму було б доречно застосувати в штрафних санкціях (максимальний штраф у розмірі 88100 грн) до порушників законодавства про охорону родючості ґрунтів замість чинної.

Відсутність чинних законів і механізмів їхньої реалізації знижують ефективність державного управління таким найважливішим і незамінним природним ресурсом, яким є ґрунт і, особливо, чорнозем. Одним із наслідків земельної реформи стало збільшення кількості власників. До управління земельною власністю прийшло багато нових людей, частина яких не має потрібної кваліфікації. За умови передачі землі не передбачено фіксації сучасного стану ґрунтів й інших чинників.

На жаль, в Україні відсутня Загальнодержавна програма використання й охорони земель та Національна програма охорони ґрунтів. Фактично припинено дію програм з підвищення родючості ґрунтів. Відсутнє також економічне стимулювання заходів щодо охорони та використання земель і підвищення родючості ґрунтів землевласниками та землекористувачами. Узагалі недостатньо задіяними залишаються механізми поєднання заходів економічного стимулювання та юридичної відповідальності в галузі охорони земель. Не виконуються закони, постанови й регламенти щодо найважливіших заходів, пов'язаних з охороною та раціональним використанням ґрунтового покриву, зокрема такі:

- про ґрунтове обстеження (перший тур проведено у 1957–1961 рр., треба було повторити через 15–20 років, не проведено дотепер);

- про моніторинг ґрунтового покриву (постанови прийнято у 1993 і 1998 рр., спостережної мережі не створено);

- про бонітування земель (потрібно проводити 1 раз на 7 років, перший тур проведено у 1993 р. за невідосконаленої методики, другий – не проведено дотепер);

- низку нормативних документів, передбачених Земельним кодексом України (2001 р.), не розроблено дотепер;

- не завершено створення земельного кадастру, не впроваджують сучасні методи інвентаризації земель, їхнього картографування, дистанційного зондування, обстеження, моделювання тощо. В Україні відсутня державна база даних про ґрунти, їхній стан, що унеможлиблює опрацювання об'єктивних оцінок і прогнозів, проектування ґрунтозахисних заходів і їхнього інвестування.

Зазначимо лише деякі дальші головні законодавчі й нормативно-правові акти та виконавчі механізми, без запровадження яких оптимізувати державну систему управління родючістю ґрунтів неможливо:

- Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо удосконалення механізмів збереження ґрунтів та економічного стимулювання відтворення їх родючості» (попередня редакція – «Про збереження ґрунтів і охорону їх родючості»). Ґрунт, як специфічне природно-антропогенне тіло, слід виокремити з об'єктів довкілля, зважаючи на його виняткову значущість для життя людства, з одного боку, й обмежений потенціал стійкості в умовах інтенсивного використання – з іншого. Щоб зберегти ґрунт для нащадків, цей закон повинен знати й виконувати кожен громадянин суспільства, і особливо, всі гілки влади. Прийняття профільного закону необхідне для встановлення правових основ належного використання ґрунтів й охорони їх від нераціонального використання. Підготовлено проекти відповідних законодавчих актів, на жаль, Державною регуляторною службою України відмовлено в погодженні цих Законів;

- Закон України про моніторинг ґрунтів. В Україні потрібно відмовитися від відомчого моніторингу й створити єдині державні комплексні мережі. Це відповідатиме європейському досвіду, де функціонує державний моніторинг незалежно від категорії земельних ресурсів, форм господарювання й власності на землю. Підготовлено проект відповідного закону. Ми пропонуємо систему агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення реформувати в систему моніторингу, для цього потрібно:

а) сформувати постійну мережу майданчиків спостережень, прив'язану в систему географічних координат;

б) істотно розширити асортимент аналітичних робіт. Особливо важливе значення мають показники, за допомогою яких необхідно оцінювати сучасні деградаційні процеси – ерозію, переущільнення, а

також показники буферної здатності ґрунтів;

в) охопити всі категорії земель замість обстежених сьогодні тільки с.-г. угідь;

г) сформувати бази даних й інформаційні системи з урахуванням сучасних вимог геоінформатики;

- Постанова Кабінету Міністрів України щодо створення Державної служби охорони й моніторингу ґрунтів. ГО «Українське товариство ґрунтознавців та агрохіміків» наполегливо пропонує створити в країні Службу охорони ґрунтів за рахунок об'єднання різних служб з ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», що функціонує в підпорядкуванні Мінагрополітики України. Ми неодноразово викладали переваги такого поєднання, наводячи для цього приклади інших країн, зокрема, США. Головне: від такого об'єднання виграла б наша земля, бо всі питання інвентаризації, кадастру, землевпорядкування, моніторингу не були б відірвані від землекористування і родючості;

- Концепція досягнення нейтрального рівня деградації земель (ґрунтів) в Україні, проект якої підготовлено (додаток Д) на виконання Національного плану дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням» (пункт 85 Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на 2011-2015 роки, затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 25 травня 2011 р. № 577, пункт 2 розпорядження Кабінету Міністрів України від 22 жовтня 2014 р. № 1024-р «Про схвалення Концепції боротьби з деградацією земель та опустелюванням»);

- Постанова Кабінету Міністрів України про створення ґрунтово-інформаційного центру й про інформаційне забезпечення та управління ґрунтовим покривом України. Підготовлено проект Положення про ґрунтово-інформаційний центр України;

- Закон України про бонітування й грошову оцінку земель. Особливо актуальними стають питання удосконалення оцінки якості, бонітування, а разом з ними й визначення об'єктивної грошової вартості земель, що вкрай важливо для визначення реальної інвестиційної привабливості земель країни;

- Закон України про особливо цінні й зникаючі ґрунтові об'єкти. Україна володіє унікальним ґрунтовим покривом, який за досить короткий час під інтенсивним антропогенним тиском значно змінився і втратив свої первісні характеристики. Цей закон повинен збільшити частку незайманих ґрунтів, задіяти новий особливий режим охорони й

ощадливого використання ґрунтів;

- Закон України про виведення деградованих і малопродуктивних земель із ріллі та їх консервацію;

- Верховній Раді України розглянути питання про Національну програму з охорони родючості ґрунтів. Ця програма повинна стати центром, що організовує та координує зусилля держави, відліком нового ставлення держави до землі, запорукою ефективного с.-г. виробництва. Підготовлено проект (наукове видання) Національної програми охорони ґрунтів [79]. Потрібно розробити подібні програми в кожній області, районі, для кожного підприємства різних форм господарювання, територіальних громад, задіяти кошти державного, або місцевих бюджетів, територіальних громад, а також інших джерел. Підготовлено проект Регіональної програми охорони ґрунтів і відтворення їхньої родючості (на прикладі Харківської області);

- Державна програма проведення великомасштабного обстеження ґрунтового покриву. Великомасштабне обстеження ґрунтового покриву проведено у 1957–1961 рр. і ці дані застарілі, вони відповідають реальному стану на 30–50 %. Підготовлено проект (наукове видання) такої Державної програми [80], яка заснована на принципово іншій методичній базі – з урахуванням сучасних досягнень геоінформатики, дистанційного зондування, моделювання, прогнозування. Такі оновлені ґрунтові матеріали могли б слугувати основою для нормування корегувальних заходів і формування оптимальної стратегії землекористування, введення об'єктивної ціни на землю з урахуванням реального потенціалу її родючості.

Для реалізації земле- і ґрунтоохоронних законів необхідно задіяти низку нормативів і виконавчих механізмів, а саме:

- Нормативи оптимального співвідношення земельних угідь. Оптимізацію слід здійснити шляхом поступового зменшення площі ріллі й відповідно збільшення еколого стабілізуювальних угідь (пасовищ, луків, лісонасаджень);

- Нормативи якості ґрунтів. Для їх опрацювання потрібно регіоналізувати фізичні, хімічні, біологічні й інші параметри ґрунтів. Підготовлено проект Постанови Кабінету Міністрів України «Про нормативи якісного стану ґрунтів»;

- Нормативи гранично допустимого забруднення ґрунтів. Потрібне детальне нормування не тільки забруднення різних за складом та властивостями ґрунтів, але й тісно пов'язаних компонентів довкілля;

- Нормативи деградації земель і ґрунтів. Основна мета розробки нормативів – точна й упереджена діагностика стану ґрунтів та об'єктивне планування інвестицій на їхню охорону відповідно до стану.

-Технологічні регламенти щодо раціонального, екологічно безпечного використання торфових земель, їх захисту від спрацювання і гідрофобізації.

Крім означеного, є ще ціла низка необхідних заходів з підсилення ґрунтоохоронного спрямування законів, що регулюють правові режими орендованих земель. У цьому плані закон про оренду землі потребує доповнення, перш за все, щодо чіткого формулювання ґрунтоохоронних зобов'язань з боку орендаря й дієвих механізмів їхньої перевірки. Є потреба також у внесенні змін до законодавчих актів, які б посилювали відповідальність за недотриманням сівозмін на землях сільськогосподарського призначення, недотриманням раціонального використання земель; у наданні податкових преференцій, а також встановлення пільгового кредитування для суб'єктів, що мають намір залучити інвестиції в цільові програми охорони ґрунтів і відновлення їх родючості. Те саме стосується й урахування родючості ґрунтів у правовому регулюванні земельних трансформацій, пов'язаних зі зміною власника, використанням земель як застави у кредитно-фінансовій політиці, визначенні пільгового податкового режиму й особливо під час формування об'єднаних територіальних громад. Із цією метою дуже важливим є залучення широких верств населення, територіальних громад, членів ГО «УТГА» до розв'язання й контролю заходів з охорони земель.

Реалізація напряму децентралізації (діяльність територіальних громад) включає пропозиції щодо актів (рішень) органів місцевого самоврядування, зокрема:

- внесення змін до законодавства щодо надання права територіальним громадам у встановленому порядку проводити незалежний аудит - наскільки раціонально використовуються користувачами земельні ділянки, що розташовані на території даної громади;

- розроблення цільових програм на рівні територіальних громад щодо охорони ґрунтів і відтворення їхньої родючості.

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши та опрацювавши (на прикладі основних типів ґрунтів Волинської і Харківської областей) методичну сутність, достовірність і придатність для об'єктивної діагностики і оптимізації родючості масових даних агрохімічних обстежень, перспективи створення постійно діючого моніторингу – отримання і функціонування необхідної для управління ґрунтово-земельними ресурсами та потенціалом їх родючості сучасної інформаційно-діагностичної бази, ми прийшли до таких висновків:

1. В Україні науково-обґрунтована система слідкування за сучасною трансформаційною спрямованістю ґрунтового покриву, режимом землекористування та за динамікою зміни родючого потенціалу ґрунтів вкрай незадовільна, а фактично відсутня. Необхідна корінна ломка і відмова від заялжених стереотипів, методичних підходів і необґрунтованих проектних рішень, поступовий перехід на інноваційні моделі керування ґрунтово-земельними ресурсами та потенціалом їх родючості.

2. *Цільові задачі системного управління потенціалом родючості ґрунтів* – об'єктивізація діагностики та оптимізація ефективної родючості з метою отримання сталого і якісного урожаю (тактична цільова задача), усунення деградації та поліпшення режимів функціонування (буферних механізмів) біо-орґано-мінерального комплексу ґрунтів (стратегічна цільова задача).

3. Системне управління передбачає тісний взаємозв'язок у вирішенні тактичних і стратегічних задач в режимі землекористування та обігу земель, воно спрямоване на гармонізацію екологічних, продуктивних і соціальних функцій ґрунтів, збереження і примноження потенціалу родючості ґрунтово-земельних ресурсів України в просторовому і часовому (на необмежено віддалену перспективу) вимірах.

4. Тактика управління – обґрунтований вибір агротехнологічних навантажень, ресурсозбереження, екологічна безпека; високий і якісний урожай; стратегія – ландшафтно-адаптована структура землевпорядкування, екологічно безпечне, рециркуляційне землеробство, проектування найбільш оптимально-доцільної конструкції агроландшафтів, їх екологічно стійке меліоративне облаштування.

5. Основне призначення системного управління родючістю – максимально можливе усунення негативного впливу випадковостей на режими функціонування ґрунтових систем, що передбачає об'єктивну діагностику агроєкологічного стану основних елементів родючості, доведення цього стану до оптимального та стійкого утримання в цьому стані.

6. Кожну агротехнологічну операцію слід оцінювати за її здатністю підсилити ефективність всього комплексу заходів, що тісно взаємопов'язані і об'єднані в єдину систему управління родючістю ґрунтів. Шаблонність, неузгодженість та відірваність окремого прийому від всієї технологічно структурованої системи менеджменту призводять, як правило, до економічних збитків та екологічних ризиків.

7. За даними ННЦ «ІА імені О.Н. Соколовського» найбільш об'єктивно діагностику й оптимізацію кислотно-основного, фосфатного і калійного режимів здійснювати за графічною моделлю кривої буферності з показом на цій кривій оптимального за параметрами ФІ відрізка. Залежно від розміщення на буферній кривій «відображувальної точки» (фактичного ФІ) елемента родючості, розраховують дози, способи внесення і тривалість післядії добрив, меліорантів та добрив-меліорантів комплексної дії.

8. Обґрунтована необхідність суворо гармонійного поєднання заходів у вирішенні оперативних (тактичних) і стратегічних задач керування ґрунтово-земельними ресурсами та їхньою родючістю. Таке поєднання вирішується і здійснюється у тісній взаємодії менеджерів місцевого і центрального рівнів. Оперативні управлінські рішення розробляються і реалізуються на місцевому рівні, а стратегічні – на центральному, в тісній ув'язці з місцевими потребами. За сприяння центральних органів управління, консалтингово-методичного супроводу наукових центрів, ДУ «Держґрунтохорона» і ГО «УТГА», місцевим сільських громадам і безпосередньо господарюючим суб'єктам пропонується адаптувати моделі керування родючістю до кожного робочого поля залежно від агровиробничої (агроєкологічної) групи ґрунтів. За допомогою таких моделей встановлювати нормативи й ефективні способи удобрення, хімічної меліорації, потреби в інших меліоративних заходах та в корекції агротехнологічних операцій, прогнозувати тривалість післядії добрив.

9. Ключовим принципом системного керування є прями та зворотні інформаційні зв'язки в системі «зовнішні навантаження –

грунт – рослина». Для цього цілеспрямований, постійно діючий моніторинг ґрунтів є обов'язковим та беззаперечним в системі управління. Моніторинг, як безальтернативна інформаційна основа вимагає організаційного, методичного та нормативно-правового удосконалення з урахуванням генетичної природи ґрунтів, високої оперативності, чіткого визначення критеріїв оптимізації елементів родючості, потреб у меліоративному освоєнні земель, забезпеченості ресурсною і техніко-технологічною базою.

10. Особлива екологічна небезпека виникає на ґрунтах з низькою буферною здатністю, слабкою біологічною активністю та високим промивним режимом. Внесені на таких ґрунтах добрива і пестициди швидко потрапляють у підґрунтові води та водні джерела, якими користується людина. На таких землях агротехнологічні прийоми й агрохімічні навантаження вимагають строгої регламентації та унормування, що успішно вирішується з використанням графічних управлінських моделей. Величезну роль у міграції та акумуляції біогенних елементів у ґрунтах відіграє рослинний покрив. На низько буферних, екологічно вразливих ґрунтах розорювання та зріджений травостій є вкрай екологічно небезпечними чинниками. Натомість створення на низько буферних ґрунтах суцільного, добре розвиненого рослинного покриву забезпечує надійну охорону ґрунтового покриву та докiлля від деградації.

11. У випадку слабкої піддатливості ґрунтового покриву оптимізаційним процесам, а також за низької його здатності утримувати елементи родючості в оптимальних параметрах, необхідно застосовувати відповідні меліоративні заходи, на фоні яких істотно підвищується ефективність агротехнологій (оперативного керування).

12. Реалізація моделей системного управління родючістю буде успішною за умов сприятливого інноваційно-інвестиційного клімату, кваліфікованого еколого-економічного менеджменту, успішної кооперації селянських і фермерських господарств, консолідації та формування цивілізованого ринку земель, створення сприятливих умов для розвитку аграрного бізнесу.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Сетров М.И. Методологические принципы построения единой организационной теории. *Вопросы философии*. 1969. № 5. С. 28-40.
2. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов. *Проблемы, методологии и теории*. Москва: Мысль, 1981. 239 с.
3. Урсул А.Д., Рузавин Г.И. Синтез знания и проблемы управления. Москва: Наука, 1978. 197 с.
4. Полупан Н.И. Закономерности развития современных почвенных режимов в условиях интенсивного земледелия. *Почвы Украины и повышение их плодородия*. Киев: Урожай, 1988. Т.1. С. 44-53.
5. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України. / За ред. М.І. Полупана. Київ: Аграрна наука, 2005. 300 с.
6. Полупан М.І., Соловей В.Б., Ковальов В.Г. Коефіцієнт відносної акумуляції гумусу – об'єктивний показник еколого-генетичного статусу ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2001. Спецвипуск, липень. С. 12-38.
7. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Розвиток українського агрономічного ґрунтознавства: генетичні та виробничі аспекти / За ред. М.І. Полупана. Київ: Аграрна наука, 2015. 400 с.
8. Лойко П.Ф. Земельный потенциал мира и России: пути глобализации его использования в XXI веке. Москва: Федеральный кадастровый центр «Земля», 2000. 342 с.
9. Зайдельман Ф.Р. Подзоло- и глееобразование. Москва: Наука. 1974. 208 с.
10. Атлас почв Украинской ССР / под ред. Н.К. Крупского, Н.И. Полупана. Киев: Урожай, 1979. 159 с.
11. Соколов А.В. Агрохимические методы исследования почв. Москва: Наука, 1975. 656 с.
12. ДСТУ 4456:2005. Якість ґрунту. Метод визначання кислотно-основної буферності ґрунту. [Чинний від 2006-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 15 с.
13. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. [Чинний з 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 12 с.
14. ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначання легкогідролізного азоту методом Корнфілда. [Чинний з 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 8 с.

15. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення /за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. Київ, 2013. 104 с.

16. ДСТУ ISO 14238:2003. Якість ґрунту. Біологічні методи. Визначання мінералізації азоту і нітрифікації в ґрунтах та впливу хімічних речовин на ці процеси (ISO 14238:1997, IDT). [Чинний з 2004-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 16 с.

17. ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського. [Чинний з 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 12 с.

18. ДСТУ ISO/TS 14256-1:2005. Якість ґрунту. Визначення нітрату, нітриту і амонію в ґрунтах польової вологості екстрагуванням розчином хлориду калію. Частина 1. Ручний метод (ISO/TS 14256-1:2003, IDT). [Чинний з 2006-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 15 с.

19. ДСТУ ISO/TS 14256-2:2007. Якість ґрунту. Визначення нітрату, нітриту і амонію в ґрунтах польової вологості екстрагуванням розчином хлориду калію. Частина 2. Автоматизований метод з аналізом у сегментованому потоці (ISO 14256-2:2005, IDT). [Чинний з 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2012. 13 с.

20. ДСТУ ISO 14255:2005. Якість ґрунту. Визначення нітратного азоту, амонійного азоту і загального розчинного азоту в повітряно-сухих ґрунтах з застосуванням розчину хлориду кальцію для екстрагування (ISO 14255:1998, IDT). [Чинний з 2006-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 16 с.

21. ДСТУ 4114-2002. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна. [Чинний з 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. 10 с.

22. ДСТУ 4115-2002. Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний з 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. 9 с.

23. ДСТУ 4405:2005. Якість ґрунту. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА. [Чинний з 2006-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України,

2006. 10 с.

24. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. [Чинний з 2006-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 22 с.

25. ДСТУ ISO 11263:2001. Якість ґрунту. Визначання вмісту рухомих сполук фосфору. Спектрометричний метод визначання фосфору в розчині гідрокарбонату натрію (ISO 11263:1994, IDT). [Чинний з 2006-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2002. 10 с.

26. ДСТУ 4727:2007. Якість ґрунту. Визначання рухомих сполук фосфору за методом Карпінського-Зам'ятіної в модифікації ННЦ ІА ім. О.Н. Соколовського. [Чинний з 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 9 с.

27. ДСТУ 4724:2007. Якість ґрунту. Визначання фосфат-буферності ґрунту. [Чинний з 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 13 с.

28. Прокошов В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения (Практическое руководство). Москва: Ледум, 2000. 185 с.

29. ДСТУ 7603:2014. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук калію методом Дашевського в модифікації ННЦ ІА імені О.Н. Соколовського. [Чинний з 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 8 с.

30. ДСТУ 7907:2015. Якість ґрунту. Визначання рухомих сполук калію методом Маслової в модифікації ННЦ ІА імені О.Н. Соколовського. [Чинний з 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 9 с.

31. ДСТУ ISO 11260:2001. Якість ґрунту. Визначання ємності катіонного обміну та насиченості основами з використанням розчину хлориду барію (ISO 11260:1994, IDT). [Чинний з 2003-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 16 с.

32. ДСТУ ISO 13536-2001. Якість ґрунту. Визначання потенційної ємності катіонного обміну та вмісту обмінних катіонів із застосуванням буферного розчину хлориду барію з рН=8,1 (ISO 13536:1995, IDT). [Чинний з 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2002. 12 с.

33. ДСТУ 4375:2005. Якість ґрунту. Метод визначання калій-буферності ґрунту. [Чинний з 2006-04-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 12 с.

34. Трускавецький Р.С., Цапко Ю.Л. Основи управління

родючістю ґрунтів: монографія / за ред. Р.С. Трускавецького. Харків: ФОП Бровін О.В., 2016. 388 с.

35. Соколовський А.Н. Сельскохозяйственное почвоведение. Москва: Госиздат-сельхозиздат, 1956. 332 с.

36. Ацци Дж. Сельскохозяйственная экология / Пер. с англ. Москва: ИЛ. 1960. 479 с.

37. Трускавецький Р.С. Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції: монографія. Харків: Нове слово, 2003. 225 с.

38. Медведев В.В., Лактионова Т.Н., Донцова Л.В. Водные свойства почв Украины и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур. Харьков: Апостроф, 2011. 224 с.

39. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України. / за наук. ред. С.А. Балюка, В.В. Медведева. Київ: Аграрна наука, 2012. 240 с.

40. ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. [Чинний з 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 12 с.

41. Меліорація земель: систематика, перспективи, інновації / за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромащенко, Р.С. Трускавецького. Херсон: Гринь Д.С., 2015. 668 с.

42. Спосіб полива: пат. 21791 Україна, А01С 25/02. № 95020708; заявл. 17.02.95; опубл. 12.06.97, Бюл. № 2.

43. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. / за наук. ред. С.А. Балюка, М.І. Ромащенко. Київ: Аграрна наука, 2009. 624 с.

44. Возбуцкая А.Е. Химия почвы. Москва: Высшая школа, 1964. 380 с.

45. Губарева Д.Н. Определение буферной емкости почв. *Пути повышения плодородия почв*. Киев: Урожай, 1967. С. 148-152.

46. Надточий П.П. Определение кислотно-основной буферности почв. *Почвоведение*. 1993. №4. С. 34-39.

47. Fiedler H.J., Reissig H. Lehrbuch der Bodenkunde. Jena, 1964. P. 509-523.

48. Гуменюк А.І. Вапнування ґрунтів. Київ: Урожай, 1968, 99 с.

49. Мазур Г.А. Про стан і перспективи вапнування кислих ґрунтів Української РСР. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 6. С. 23-27.

50. Чернов В.А. О природе почвенной кислотности. Москва – Ленинград: АН СССР, 1947. 188 с.

51. Зайцева Т.Ф. Буферность почв и вопросы диагностики. *Изв.*

СОРАН СССР. Сер. Биология. 1987. № 14, вып. 2. С. 69-80.

52.Трускавецький Р.С. Торфові ґрунти і ґрунти і торфовища України. Харків: Міськдрук, 2010. 278 с.

53.Носко Б.С. Фосфор у ґрунтах і землеробстві України. Харків: ФОП Бровін О.В., 2017. 476 с.

54.Стрельченко Н.Е. Особенности распределения и превращения фосфатов в пахотных почвах юга Дальнего Востока в связи с образованием в них конкреций. *Процессы почвообразования и превращения элементов в почвах с переменным режимом увлажнения*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. С. 117-129.

55.Иванов С.В. Физико-химический режим фосфатов торфов и дерново-подзолистых почв. Минск: Госиздатсельхозлит БССР, 1962. 251 с.

56.Jensen H.E. Phosphate potential and phosphate capacity of soils. *Plant and soil*. 1970. V. 33, № 1. P. 17-29.

57.Beckett P.H.T. Studies on soil potassium. Part II: The "immediate" Q/I Relations of labile potassium in the soil. *Soil Sci*. 1964. V. 15, № 1. P. 9-23.

58.Beckett P.H.T., White R.E. Studies of the phosphate potentials of soils. Part III: The pool of labile inorganic phosphate. *Plant and Soil*. 1964. V. 21, № 2-3. P. 253-282.

59. ДСТУ 4724:2007. Якість ґрунту. Визначання фосфат-буферності ґрунту. [Чинний від 2008-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2008. 13 с.

60. ДСТУ 4375:2005. Якість ґрунту. Метод визначання калій-буферності ґрунту. [Чинний від 2006-04-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 13 с.

61.Трускавецький Р.С, Зубковская В.В. Роль гидроморфизма кислых почв в формировании их фосфатного состояния. *Проблемы агрохимии и экологии*. 2015. № 3. С. 20-25.

62.Крылова А.И. Эффективность различных способов внесения удобрений в условиях западных районов Украины. *Внесение удобрений*. Москва: Колос, 1976. С. 101-107.

63.Фатеев А.И. Локализация удобрений как способ повышения их эффективности. *Химия в сельском хозяйстве*. 1986. № 12. С. 15–17.

64.Кисель В.И. Биологическое земледелие в Украине: проблемы и перспективы. Харьков: Штрих, 2000. 162 с.

65.Кучер А. В., Анісімова О. В., Казакова І. В., Гапєєв Л. В. Економічне забезпечення відтворення родючості ґрунтів: рекомендації

/ за ред. чл.-кор. АЕНУ А. В. Кучера. Харків: Смугаста типографія, 2015. 112 с.

66. Кучер А. В. Воспроизводство плодородия почв : институциональный аспект. *Воспроизводство плодородия почв и их охрана в условиях современного земледелия*: матер. междунар. науч.-практ. конф. и V съезда почвоведов и агрохимиков (г. Минск, 22–26 июня 2015 г.). Минск: ИВЦ Минфина, 2015. Ч. 1. С. 125–129.

67. Кучер А. В. Інституційні проблеми охорони родючості ґрунтів. *Охрана ґрунтів та підвищення їх родючості*: матер. всеукр. наук.-практ. конф. (16–17 вересня 2015 р.). Київ–Одеса: Держґрунтохорона, 2015. С. 98–99.

68. Эггертссон Трауинн. Экономическое поведение и институты / пер. с англ. – Москва: Дело, 2001. 408 с.

69. Улько Є. М. Структурні економічні зміни в розвитку тваринництва на базі поглиблення інституціональних зв'язків. *Фундаментальні та прикладні проблеми підприємницької діяльності в аграрному секторі*: матер. міжнар. наук.-практ. конф., (м. Харків, 24 квітня 2015 р.). Харків : ХНАУ, 2015. С. 302–305.

70. Чи родитиме земля для онуків? Науковці за «круглим столом» обговорили родючість ґрунтів. URL: <http://www.agroprofi.com.ua/statti/524-chi-roditime-zemlja-dlja-onukiv-naukovtsi-za-kruglim-stolom-obgovorili-rodjuchist-gruntiv.html>.

71. Балюк С. А., Медведєв В. В. Скасування мораторію на купівлю-продаж земель сільськогосподарського призначення: доцільно чи ні? *Голос України*. 2015. № 162. URL: <http://www.golos.com.ua/article/258592>.

72. Медведєв В. В. Земельна реформа і родючість ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 5. С. 73–79.

73. Мельник Л. Ю., Вільхова Т. В. Форми землекористування в контексті продуктивного використання сільськогосподарських угідь та відтворення їхньої родючості. *Агросвіт*. 2012. № 13. С. 20–25.

74. Речко К. М. Земельна реформа в контексті її впливу на економічне зростання і розвиток сільськогосподарського виробництва. *Інтернаука*. 2017. № 6. С. 124–131.

75. Вільхова Т. В. Інтенсифікація використання земельних угідь в сільськогосподарських підприємствах: автореф. дис. ... канд. екон. наук: Дніпро, 2017. 22 с.

76. Fraser E. D. Land tenure and agricultural management: Soil conservation on rented and owned fields in southwest British Columbia.

Agriculture and Human Values. 2004. Vol. 21. Is. 1. Pp. 73–79. URL: <https://doi.org/10.1023/B:АНУМ.0000014020.96820.a1>.

77. Зось-Кіор М. В. Теоретичні аспекти удосконалення земельних відносин у сучасних умовах господарювання. *Економіка АПК*. 2013. № 3. С. 88–93.

78. Бізюк С. Слабожанщина підтримує організацію інституту добровільного декларування господарствами вимог щодо ефективного використання та охорони земель. *Зерно і хліб*. 2013. № 4. С. 12–14.

79. Національна програма охорони ґрунтів України / за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва, М. М. Мірошніченка. Харків: Смугаста типографія, 2015. 58 с.

80. Державна цільова програма «Великомасштабне обстеження ґрунтового покриву України» (науково-організаційні основи) / за наук. ред. С. А. Балюка, А. В. Кучера, В. Б. Солов'я. Харків: Смугаста типографія, 2015. 54 с.

Додаток А

Вимоги основних сільськогосподарських культур до рН

Культура	Оптимальні рівні рН	Допустимі відхилення рН в інтервалі		Вимоги до кислотно-основного стану
		кислотному	лужному	
Люцерна	7,0-8,0	6,0	8,8	кальцієфіл; нейтральний і лужний
Озима пшениця	6,3-7,5	5,8	7,8	кальцієфіл; нейтральний і слаболужний
Цукровий буряк	7,0-7,5	5,7	8,2	кальцієфіл; слаболужний і лужний
Кукурудза	6,0-7,0	5,5	7,5	кальцієфіл; нейтральний і слабокислий
Яра пшениця	6,0-7,5	5,5	7,8	кальцієфіл; нейтральний
Ячмінь	6,8-7,5	6,0	8,0	кальцієфіл; нейтральний і слаболужний
Конюшина	6,0-7,0	5,5	7,5	кальцієфіл; нейтральний
Горох	6,0-7,0	5,8	7,6	кальцієфіл; нейтральний
Озиме жито	5,5-7,5	5,0	7,7	кальцієфоб; слабокислий і нейтральний
Тимофіївка	5,0-7,5	4,8	8,0	відносний кальцієфоб; широкої екології
Овес	5,0-7,7	4,6	8,0	відносний кальцієфоб; широкої екології
Льон	5,5-6,5	5,0	6,8	кальцієфоб; слабокислотний
Картопля	5,0-5,5	4,8	7,0	кальцієфоб; слабокислотний
Просо	5,5-7,5	5,2	8,0	відносний кальцієфіл; широкої екології
Віка	5,7-6,4	5,5	7,0	кальцієфіл; слабокислотний
Люпин	4,5-6,0	4,2	6,4	кальцієфоб; кислотний
Серадела	4,8-6,0	4,5	6,2	кальцієфоб; кислотний
Рис	4,0-6,0	3,8	6,3	відносний кальцієфоб; кислотний
Кормовий буряк	6,2-7,5	5,5	8,0	кальцієфіл; широкої екології
Соя	6,5-7,1	6,0	7,5	кальцієфіл; нейтральний
Капуста	6,5-7,4	6,0	7,8	кальцієфіл; нейтральний і слаболужний
Морква	5,5-7,0	5,0	7,5	кальцієфіл; нейтральний
Помідори	6,3-6,7	5,8	7,2	кальцієфіл; нейтральний
Огірки	6,4-7,0	5,6	7,5	кальцієфіл; нейтральний
Цибуля	6,4-7,9	6,0	8,2	відносний кальцієфіл; нейтральний
Бруква	4,8-5,5	4,5	6,2	відносний кальцієфоб; кислотний

Додаток Б

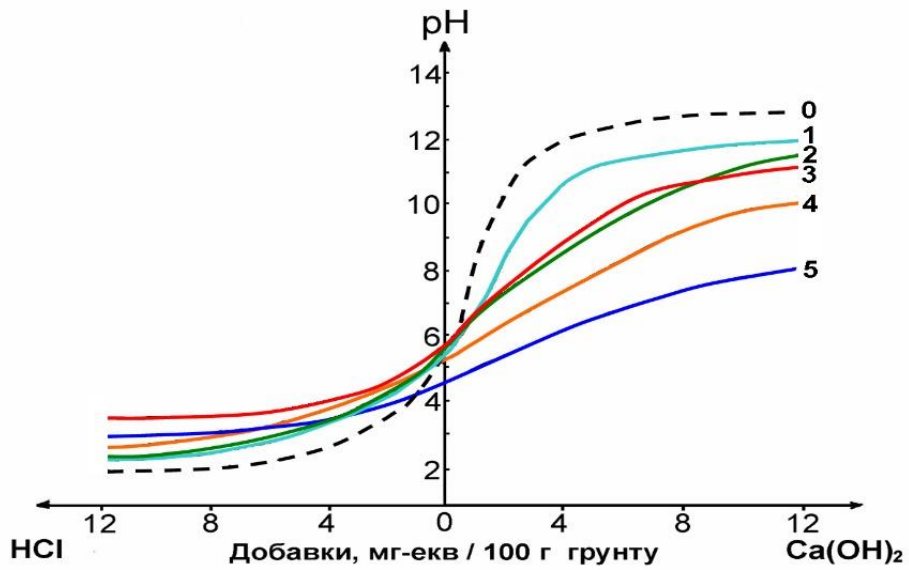
Параметри калій-буферності основних різновидів ґрунтів Волинської та Харківської областей

Назва ґрунтів, провінція, область	Показники	Калійні навантаження, Моль 10^{-4} / 100 г ґрунту				
		0	2,5	5,0	7,5	10,0
Безбуферний субстрат (чистий пісок) - «нуль» крива	pK	6,0	3,7	3,4	3,3	3,0
Дерново-підзолистий супіщаний; Полісся Західне, Волинська область	cK	1,95	4,16	5,50	8,08	8,80
	pK	3,7	3,3	3,2	3,1	3,0
	KBЗ	-	1,1	1,4	1,2	1,4
Дерново-глейовий супіщаний Полісся Волинська область	cK	2,09	4,36	5,75	7,59	8,71
	pK	3,6	3,3	3,2	3,1	3,0
	KBЗ	-	1,1	1,4	1,4	1,2
Торфовий евтрофний малозольний, Полісся Західне, Волинська область	cK	1,05	2,05	3,15	4,90	6,00
	pK	3,9	3,6	3,5	3,3	3,2
	KBЗ	-	2,6	2,4	2,0	2,0
Ясно-сірий лісовий легкосуглинковий поверхнево оглеєний, Лісостеп Західний, Волинська область	cK	1,0	2,55	4,40	7,10	9,10
	pK	4,0	3,5	3,3	3,1	3,0
	KBЗ	-	2,6	2,4	2,0	2,0
Темно-сірий опідзолений важкосуглинковий, Лісостеп Лівобережний, Харківська область	cK	0,40	0,95	1,55	2,35	3,00
	pK	4,3	4,0	3,8	3,6	3,5
	KBЗ	-	4,6	4,4	3,9	3,8
Чорнозем типовий важкосуглинковий, Лісостеп Лівобережний, Харківська область	cK	0,30	0,50	0,95	1,63	2,30
	pK	4,5	4,3	4,0	3,7	3,6
	KBЗ	-	1,25	7,7	5,6	5,0
Примітка: cK – концентрація (активність) калійних катіонів (K^+) у ґрунтовому розчині (Моль 10^{-4} /100 г ґрунту); pK – показник активності (концентрації) калійних іонів; розраховується за формулою $pK = - \lg cK$; KBЗ – коефіцієнт буферної здатності ґрунту до відповідного калійного навантаження						

Додаток В
Параметри фосфат-буферності основних різновидів ґрунтів
Волинської та Харківської областей

Назва ґрунтів, провінція, область	Показники	Фосфатні навантаження, Моль 10^{-4} / 100 г ґрунту				
		0	1,6	3,4	7,0	10,0
Безбуферний субстрат «нуль» крива	pP	6,0	3,80	3,48	3,15	3,00
Дерново-підзолистий супіщаний; Полісся Західне, Волинська область	cP	0,02	0,75	1,90	4,70	7,80
	pP	5,6	4,1	3,6	3,3	3,0
	КБЗ	-	2,2	1,8	15	1,3
Торфовий евтрофний малозольний, Полісся Західне, Волинська область	cP	0,21	0,89	1,12	2,31	3,83
	pP	4,6	4,0	3,9	3,6	3,4
	КБЗ	-	2,4	3,7	3,3	2,7
Торфовий алколітрофний багатозольний, Полісся Західне (перехідна зона), Волинська область	cP	0,014	0,03	0,16	0,63	1,10
	pP	5,8	5,5	4,7	4,2	3,9
	КБЗ	-	100	22,7	11,4	9,2
Ясно-сірий лісовий легкосуглинковий Лісостеп Західний, Волинська область	cP	0,28	0,48	0,94	3,09	6,30
	pP	4,5	4,3	4,0	3,5	3,2
	КБЗ	-	8,0	3,1	2,7	2,0
Темно-сірий опідзолений важкосуглинковий, Лісостеп Лівобережний, Харківська область	cP	0,07	0,22	0,8	2,28	4,72
	pP					
	КБЗ	-	10,7	4,7	3,2	2,2
Чорнозем типовий важкосуглинковий, Лісостеп Лівобережний, Харківська область	cP	0,02	0,16	0,40	2,60	4,30
	pP	5,1	4,6	4,0	3,6	3,3
	КБЗ	-	11,4	11,3	2,7	2,3
Примітка: cP – концентрація фосфатних аніонів у ґрунтовому розчині (Моль 10^{-4} /100 г ґрунту); pP – показник концентрації фосфорних іонів; розраховується за формулою $pP = - \lg cP$; КБЗ – коефіцієнт буферної здатності за зростаючого фосфорного навантаження (внесення добрив).						

Додаток Г



Криві рН-буферності кислих ґрунтів різної генези:

- 0 – безбуферний субстрат (пісок);
- 1 – дерново-підзолистий супіщаний;
- 2 – ясно-сірий опідзолений оглеєний легкосуглинковий;
- 3 – чорнозем опідзолений;
- 4 – торфовий малозольний слабокислий;
- 5 – бурозем кислий.

Додаток Д

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ІНСТИТУТ ҐРУНТОЗНАВСТВА ТА АГРОХІМІЇ
імені О.Н. СОКОЛОВСЬКОГО»

КОНЦЕПЦІЯ

ДОСЯГНЕННЯ НЕЙТРАЛЬНОГО РІВНЯ ДЕГРАДАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ (ҐРУНТІВ) В УКРАЇНІ

за науковою редакцією:

С.А. Балюка –
*доктора сільськогосподарських наук, професора,
академіка НААН*

В.В. Медведєва –
*доктора біологічних наук, професора,
академіка НААН*

М.М. Мірошниченка –
доктора біологічних наук

Харків - 2018

УДК 631.4 + 631.8

К 64

Рецензенти:

О.Г. Тараріко - доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

С.Ю. Булигін - доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

Авторський колектив:

від НААН – **А.С. Заришняк** - д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН; **В.Ф. Камінський** - д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН; **Л.А. Пилипенко** - д-р біол. наук, проф., чл.-кор. НААН, **В.Є. Дишлюк** - канд. с.-г. наук;

від Міністерства екології та природних ресурсів України – **Ю.Т. Колмаз** - канд. с.-г. наук;

від ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» - **С.А. Балюк** - д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН; **В.В. Медведєв** - д-р біол. наук, проф., акад. НААН; **М.М. Мірошніченко** - д-р біол. наук; **Р.С. Трускавецький** - д-р с.-г. наук, проф., чл.-кор. НААН; **Є.В. Скрильник** - д-р с.-г. наук; **Ю.Л. Цапко** - д-р біол. наук; **В.Б. Соловей** - канд. с.-г. наук; **С.Р. Трускавецький** – канд. біол. наук; **М.А. Захарова** - канд. с.-г. наук; **О.М. Дрозд** - канд. с.-г. наук; **А.В. Кучер** – канд. пед. наук; **В.В. Шимель** - канд. с.-г. наук; **Г.Ф. Момот** - канд. с.-г. наук; **І.В. Пліско** - канд. с.-г. наук; **А.Я. Левін**;

від Інституту агроєкології і природокористування НААН - **О.І. Фурдичко** - д-р екон. наук, проф., акад. НААН; **О.Г. Тараріко** - д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН, **О.С. Дем'янюк** – д-р с.-г. наук, **Т.В. Ільєнко** - канд. с.-г. наук;

від ННЦ «Інститут землеробства НААН» - **Г.А. Мазур** - д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН.

К 64

Концепція досягнення нейтрального рівня деградації земель (ґрунтів) України / за наук. ред. С.А. Балюка, В.В. Медведєва, М.М. Мірошніченка - Харків: ФОП Бровін О.В., 2018. – 31 с.

ISBN 978-617-7555-50-5

Видання містить наукове обґрунтування національних індикаторів прояву деградації ґрунтів та процесів опустелювання земель, основних напрямів досягнення їх нейтрального рівня та удосконалення інформаційного та інституційного забезпечення виконання відповідних добровільних національних завдань. Є концептуальною платформою провадження системних заходів на землях сільськогосподарського призначення щодо виконання зобов'язань України в рамках Конвенції ООН про боротьбу з опустелюванням.

Рекомендовано до друку Вченою радою ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» (протокол № 3 від 23 квітня 2018 р.).

УДК 631.4 + 631.8

К 64

ISBN 978-617-7555-50-5 © Національна академія аграрних наук України, 2018

© Національний науковий центр

«Інститут ґрунтознавства та агрохімії

О.Н. Соколовського», 2018

імені

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Загальні положення	6
1.1 Передумова розроблення концепції та визначення проблеми	6
1.2 Мета і завдання концепції	8
1.3 Призначення концепції	9
1.4 Сфера застосування концепції	9
2 Основні напрями досягнення нейтрального рівня деградації .	10
2.1 Стабілізація ґрунтового органічного вуглецю	10
2.2 Зменшення ерозії ґрунтів	12
2.3 Подолання агрофізичної деградації ґрунтів	13
2.4 Запобігання збідненню ґрунтів на поживні елементи	14
2.5 Попередження та мінімізація засолення, осолонцювання і підкислення ґрунтів	16
2.6 Регулювання водного режиму в зонах недостатнього або надлишкового зволоження	18
2.7 Запобігання забрудненню ґрунтів	19
2.8 Удосконалення інформаційного забезпечення моніторингу прояву деградації ґрунтів та процесів опустелювання земель	20
2.9 Покращення міжнародної співпраці, входження до світових інформаційно-аналітичних баз даних	23
3 Організаційна структура національного органу з управління охороною ґрунтів та досягнення нейтрального рівня їх деградації	27
4 Очікувані результати	29
Післямова	30

**МОДЕЛІ СИСТЕМНОГО УПРАВЛІННЯ
ПОТЕНЦІАЛОМ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ**
(на прикладі Харківської і Волинської областей)

за науковою редакцією С.А. Балюка, Р.С. Трускавецького

технічний редактор Т.М. Лактіонова

Відповідальна за випуск Г.Ф. Момот

Підписано до друку 14.06.2018 р. Формат 60 x 84 1/16

Папір офсетний. Гарнітура «Таймс». Друк офс.

Ум. друк. арк. 7,3. Обл.-вид. арк. 5,2.

Наклад 140 прим. Зам. № 184547

Видавництво «Стильна типографія»

61002, м. Харків, вул. Чернишевська, 28А.

Тел.: (057) 754-49-42

e-mail: zebraprint.zakaz@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

серія ДК № 5493 від 22.08.2017 р.