

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

ЧОРНОЗЕМИ МАСИВІВ ЗРОШЕННЯ ОДЕЩИНИ

МОНОГРАФІЯ

ОДЕСА
ОНУ
2016

УДК 631.445.4(477.74):631.67

ББК 40.626(4Ук-4Од) Рекомендовано до друку Вченою радою
Ч 493 ОНУ імені І. І. Мечникова.

Протокол № 4 від 22 грудня 2015 року

Рецензенти:

С. А. Балюк, академік НААН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, директор ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»;

С. П. Позняк, доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка;

В. І. Михайлюк, доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри земельного кадастру Одеського державного аграрного університету.

Наукові редактори:

Є. Н. Красєха, доктор біологічних наук, професор;

Я. М. Біланчин, кандидат географічних наук, доцент.

Ч 493 **Чорноземи** масивів зрошення Одещини: монографія / За науковою редакцією д. біол. наук, проф. Є. Н. Красєхи та к. геогр. наук, доц. Я. М. Біланчина. – Одеса: Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2016. – 194 с.
ISBN 978-617-689-161-1

Висвітлено матеріали багаторічного дослідження ґрунтоутворювальних процесів у чорноземах масивів зрошення Одещини як в умовах зрошення дощуванням, затопленням під культуру рису та краплинного способу поливу, так і припинення зрошення в останні 20 років та постіригаційної еволюції ландшафтів і ґрунтів. Наведено оцінку сучасного агроеліоративного стану ґрунтів і земель масивів зрошення та тенденції їх сучасної еволюції. Обґрунтовано систему заходів з управління ґрунтово-еліоративною ситуацією, охорони, раціонального використання та підвищення родючості чорноземів масивів зрошення. Для фахівців сільського і водного господарства, науковців і студентів.

УДК 631.445.4(477.74):631.67

ББК 40.626(4Ук-4Од)

ISBN 978-617-689-161-1

© Колектив авторів, 2016

© Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2016

ЗМІСТ

ВСТУП (<i>Я. М. Біланчин, Є. Н. Красєха</i>)	5
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ І ҐРУНТІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ, ЇХ АГРОПРИГАЦІЙНА ОЦІНКА ТА ОСВОЄНІСТЬ	12
<i>(Я. М. Біланчин, А. О. Буяновський)</i>	
1.1. Особливості геологічної будови, ґрунтоутворювальні породи і рельєф та іригаційна освоєність території	12
1.2. Кліматичні умови	22
1.3. Рослинність	27
1.4. Чорноземні ґрунти, їх загальна генетико-виробнича характеристика	28
РОЗДІЛ 2. ІСТОРІЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ЗРОШЕННЯ В ОБЛАСТІ	36
<i>(Я. М. Біланчин, Н. В. Ясинська)</i>	
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	40
<i>(Я. М. Біланчин, О. І. Цуркан)</i>	
РОЗДІЛ 4. ДЖЕРЕЛА ТА ІРИГАЦІЙНА ОЦІНКА ЗРОШУВАЛЬНИХ ВОД	46
<i>(М. Й. Тортик, О. Ю. Медведєв)</i>	
РОЗДІЛ 5. ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ ЧОРНОЗЕМІВ МАСИВІВ ЗРОШЕННЯ ТА ТЕНДЕНЦІЙ ЇХ СУЧАСНОЇ ЗМІНИ	58
5.1. Морфологія та фізичні властивості	59
<i>(М. Й. Тортик, П. І. Жанталай, А. А. Кугут)</i>	
5.2. Засоленість чорноземів (<i>М. Й. Тортик</i>)	76
5.3. Ґумусність чорноземів та тенденції її зміни	89
<i>(П. І. Жанталай)</i>	

<i>5.4. Катіонно-обмінні процеси (П. І. Жанталай)</i>	<i>95</i>
<i>5.5. Фтор в агроландшафтах масивів зрошення</i>	<i>100</i>
<i>(В. І. Тригуб)</i>	

**РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА АГРОМЕЛІОРАТИВНОГО СТАНУ
ЧОРНОЗЕМІВ МАСИВІВ ЗРОШЕННЯ (Я. М. Біланчин) .. 118**

<i>6.1. Критерії і показники оцінювання агромеліоративного стану ґрунтів і земель</i>	<i>118</i>
---	------------

<i>6.2. Інтегральна оцінка агрономеліоративного стану чорноземів масивів зрошення за ступенем їх деградації</i>	<i>121</i>
---	------------

**РОЗДІЛ 7. ЧОРНОЗЕМИ В УМОВАХ КРАПЛИННОГО
ЗРОШЕННЯ (О. І. Цуркан, Я. М. Біланчин,
Г. С. Сухорукова, Л. М. Гошуренко, М. Й. Тортик,
П. І. Жанталай, М. С. Яременко)**

125

**РОЗДІЛ 8. РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ
ЧОРНОЗЕМІВ МАСИВІВ ЗРОШЕННЯ ОБЛАСТІ ТА
ПІДВИЩЕННЯ ЇХ РОДЮЧОСТІ**

139

(Я. М. Біланчин, В. І. Тригуб, О. І. Цуркан)

**ВИСНОВКИ (Я. М. Біланчин, П. І. Жанталай,
М. Й. Тортик, О. І. Цуркан).....**

156

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....

162

**ДОДАТОК А – Іонний склад водної витяжки
із чорноземів богарних**

176

**ДОДАТОК Б – Іонний склад водної витяжки із
чорноземів зрошуваних чи зрошуваних у попередні роки ...**

178

**ДОДАТОК В – Вміст гумусу в ґрунтах ділянок
стаціонарних спостережень**

185

**ДОДАТОК Г – Загальна характеристика вбирного
комплексу ґрунтів ділянок стаціонарних спостережень**

188

ВСТУП

Чорноземи – потенційно найродючіші ґрунти України, які утворились під лучно-степовою і степовою різнотравно-злаковою рослинністю в умовах відносно посушливого (семиаридного) клімату. Характеризуються наявністю у верхній частині профілю гумусово-акумулятивного горизонту більш чи менш інтенсивного та однорідного чорного або темно-сірого забарвлення, зернистої чи грудкувато-зернистої структури, зі сприятливими фізичними, водно-фізичними, фізико-хімічними та агрохімічними властивостями і високою біоактивністю. Нижня частина профілю чорноземів на пухких карбонатних (зазвичай лесових) породах представлена горизонтом акумуляції карбонатів. Тобто, процес утворення чорноземів – це по суті поєднання дерново-гумусоакумулятивного і карбонатно-міграційно-акумулятивного елементарних ґрунтових горизонтоформуючих процесів, в результаті яких у профілі ґрунту акумулюється значна кількість гумусу, елементів живлення рослин, а в нижній його частині – карбонатів кальцію [59, 63, 101 та ін.].

Одеська область – найбільша за площею (33,3 тис. км²) область України. Знаходиться на крайньому південному заході держави в межах лісостепової (північ області) і степової (центральна і південна частини території) природних зон (рис. 1). У структурі ґрунтового покриву області різко домінують чорноземи – сумарно вони займають більше 90 % площі. Утворились на добре дренованих рівнинних вододілах та їх схилах, надзаплавних терасах рік, складених пухкими карбонатними лесовими породами. У центральній і південній степовій частині області фоновими є чорноземи звичайні і чорноземи південні відповідно, у північній лісостеповій – чорноземи типові і чорноземи реградовані. Останні характеризуються як результат процесу реградації (остепнення-очорноземнення) раніше опідзолених і вилугованих чорноземів, а вірогідно і темно-сірих лісових ґрунтів [104]. Поряд із підзональними, виразно прослідковуються і фаціально-кліматичні відмінності чорноземів. Зокрема, чорноземи звичайні і південні Задністров'я відносяться до південноєвропейської теплої фації в умовах дещо теплішого і менш континентального клімату. В результаті вони характеризуються специфічними водно-тепловим і

біологічним режимами та активною сезонною міграцією карбонатів. В літературі [92, 97, 137 та ін.] чорноземи Задністров'я класифікуються як міцелярно-карбонатні. Чорноземи на схід від долини Дністра відносяться до помірно континентальної східноєвропейської фації.

Степова зона півдня України із високими ресурсами тепла і родючими чорноземними ґрунтами та Одещина як її складова – традиційна житниця держави. Однак урожайність тут значною мірою лімітується дефіцитом атмосферного зволоження, особливо суттєвого влітку і першій половині осені, коли потреба вирощуваних культур в волозі максимальна. Зазначимо також, що в останні два десятиліття посилилась посушливість погоди, зростають температури літніх місяців порівняно із багаторічною нормою. Особливо посушливими були 1999, 2002, 2007, 2010 і 2012 роки, коли температури літніх місяців перевищили історичні максимуми [84].

Зважаючи на тенденцію до стійкого глобального потепління та зростання посушливості погоди, необхідність зрошення земель в регіоні як засобу інтенсифікації землеробства і зменшення його залежності від погодно-кліматичних умов безперечна. При цьому головною метою зрошуваних меліорацій є реалізація біокліматичного потенціалу території, розширене відтворення родючості ґрунтів для отримання сталих урожаїв за умови збереження сприятливого ландшафтно- і ґрунтово-екологічного середовища. Застосування зрошення повинно забезпечити формування високопродуктивних та екологічно безпечних агроландшафтів [80, 116 та ін.].

1966-1990 роки були періодом великомасштабного іригаційного будівництва на півдні України і території області та регулярного зрошення земель, головно чорноземів південних і чорноземів звичайних. Поливи проводяться пересічно дощуванням прісними (0,4-0,6 г/дм³) водами рік Дунаю і Дністра та водами підвищеної мінералізації (1,0-2,0 до 3,0-3,5 г/дм³) із придунайських лиманів-водосховищ. Проведені нами та іншими авторами в ці роки дослідження [12, 26, 80, 83, 91, 92, 97 та ін.] засвідчили, що чорноземи надзвичайно чутливі до зрошувальної води та збільшення обводненості степових ландшафтів. Зокрема, вони вирізняються підвищеною селективністю до вбирання Na-іонів [51], в результаті чого при зрошенні суттєво змінюється склад ґрунтового вбирного

комплексу (ГВК), що значною мірою активізує трансформацію речовинно-хімічного складу і властивостей чорноземів. Найменш стійкі до впливу води показники фізичного, водно-фізичного, фізико-хімічного та агрохімічного стану ґрунтів. І вже з перших років зрошення у чорноземах розвиваються нові, не властиві до зрошення, ґрунтоутворювальні процеси, частина яких мають негативну (деградаційну) направленість. Ступінь зміни вихідних чорноземів при зрошенні у найбільшій мірі залежить від якості поливної води, інтенсивності та тривалості зрошення, геолого-геоморфологічної будови і природної дренажності, вихідних генетико-геохімічних властивостей ґрунтів та рівня агро меліоративної культури зрошуваного землеробства.

Починаючи з 1991-1993 рр., через відсутність належного матеріально-фінансового забезпечення як в області, так і в Україні фактично припинено будівництво нових зрошувальних систем (ЗС), суттєво зменшились площі поливу наявних зрошуваних земель, практично припинено роботи з їх хімічної меліорації, різко знижено норми внесення органічних і мінеральних добрив. При цьому прослідковується тенденція до екстенсифікації землеробства та погіршення агро меліоративного стану (АМС) ґрунтів і земель масивів зрошення (МЗ) в результаті процесів їх деградації. Це зокрема процесів дегуміфікації та агрофізичного осолонцювання ґрунтів, погіршення їхніх агрофізичних, фізико-хімічних і агрохімічних властивостей. В результаті в останні роки прослідковується тенденція до зниження рівня родючості чорноземів МЗ [10, 15, 80, 85, 141]. Нині навіть домінує думка [80, 116], що урожаї останніх років – це значною мірою результат вичерпування винятково природної родючості і збіднення потенційної її частини.

В практику іригації, і чорноземів зокрема, в останні десятиліття все ширше впроваджується краплинне зрошення – сучасний ресурсно- та енергозберігаючий, а головне – екологічно безпечний вид поливу, переважно овочевих культур і картоплі, багаторічних плодових і ягідних культур та винограду. Нині площа краплинного зрошення в Україні перевищує 50 тис. га. З них більше 10 % площі приходить на Одеську область – найбільше в Татарбунарському, Біляївському та Овідіопольському районах.

Ґрунти в лесах і лесоподібних суғлинках

ЛС - Агрогрунтова зона лісостепова
чорноземів глибоких та ґрунтів опідзолених і реградованих

- | | | |
|---|--|---------------|
| 1 | Чорноземи опідзолені | - 48-52 балів |
| 2 | Чорноземи вилуговані глибокі мало- і середньогумусні | - 50-54 балів |
| 3 | Чорноземи реградовані глибокі мало- і середньогумусні | - 49-53 балів |
| 4 | Чорноземи тшіві глибокі мало- і середньогумусні | - 54-58 балів |
| 5 | Чорноземи тшіві глибокі мало- і середньогумусні карбонатні | - 55-59 балів |

С - Агрогрунтова зона степова чорноземна
Підзола СА - Степу Північного чорноземів звичайних

- | | | |
|----|---|---------------|
| 6 | Чорноземи звичайні глибокі мало- і середньогумусні міцелярно-карбонатні | - 52-56 балів |
| 7 | Чорноземи звичайні середньоглибокі малогумусні міцелярно-карбонатні | - 50-54 балів |
| 8 | Чорноземи звичайні неглибокі малогумусні міцелярно-карбонатні | - 48-52 балів |
| 9 | Чорноземи звичайні глибокі середньогумусні | - 53-57 балів |
| 10 | Чорноземи звичайні середньоглибокі середньогумусні | - 52-56 балів |
| 11 | Чорноземи звичайні середньоглибокі малогумусні | - 51-54 балів |
| 12 | Чорноземи звичайні неглибокі малогумусні | - 50-53 балів |

Підзола СБ - Степу Південного чорноземів південних

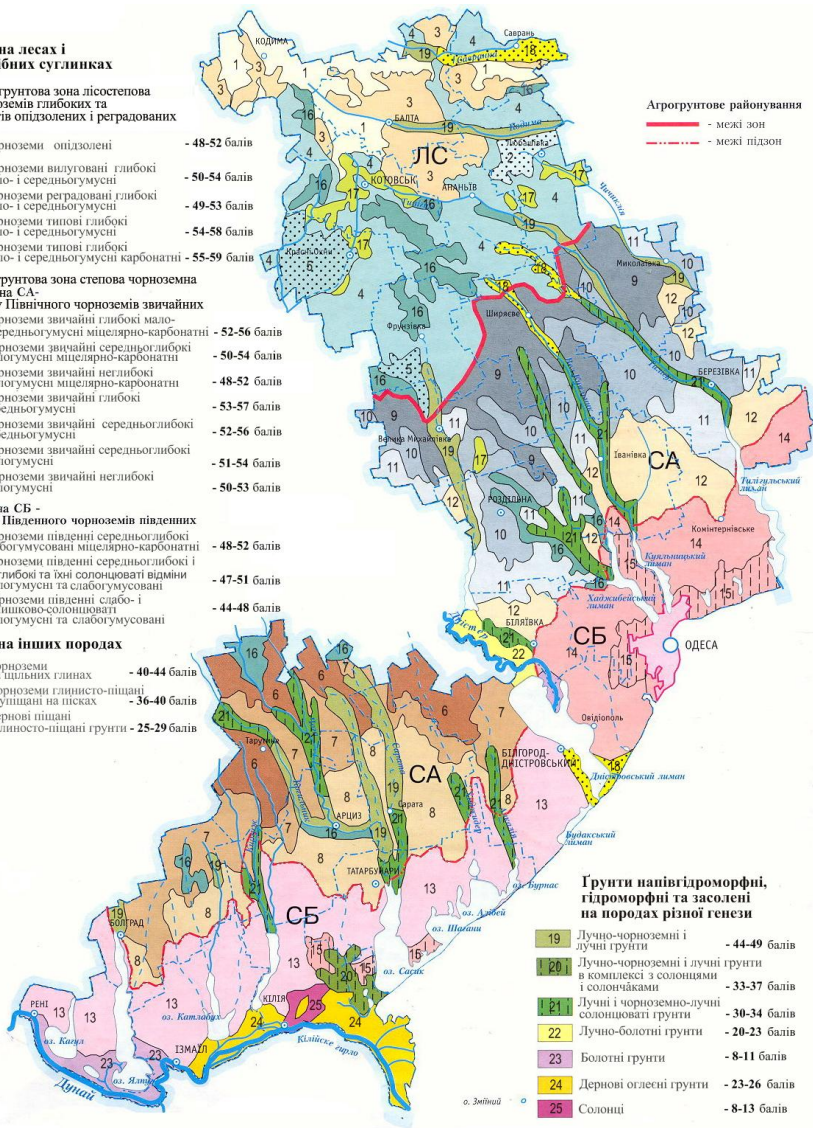
- | | | |
|----|---|---------------|
| 13 | Чорноземи південні середньоглибокі слабогумусовані міцелярно-карбонатні | - 48-52 балів |
| 14 | Чорноземи південні середньоглибокі і неглибокі та їхні солонцюваті відміни малогумусні та слабогумусовані | - 47-51 балів |
| 15 | Чорноземи південні сідло- і залізнично-солонцюваті малогумусні та слабогумусовані | - 44-48 балів |

Ґрунти на інших породах

- | | | |
|----|--|---------------|
| 16 | Чорноземи на піщаних глинах | - 40-44 балів |
| 17 | Чорноземи глинисто-піщані і суглинки на пісках | - 36-40 балів |
| 18 | Дернові піщані і глинисто-піщані ґрунти | - 25-29 балів |

Агрогрунтове районування

- — — — — межі зон
- - - - - межі підзон



Ґрунти напівгідроморфні, гідроморфні та засолені на породах різної генези

- | | | |
|----|---|---------------|
| 19 | Лучно-чорноземні і лучні ґрунти | - 44-49 балів |
| 20 | Лучно-чорноземні і лучні ґрунти в комплексі з солончакми і солончакми | - 33-37 балів |
| 21 | Лучні і чорноземно-лучні солонцюваті ґрунти | - 30-34 балів |
| 22 | Лучно-болотні ґрунти | - 20-23 балів |
| 23 | Болотні ґрунти | - 8-11 балів |
| 24 | Дернові оглеєні ґрунти | - 23-26 балів |
| 25 | Солоні | - 8-13 балів |

Рис. 1. Карта-схема ґрунтів Одеської області та їх бонітети (за оновленою методикою бонітування ННЦ ІГА, 2006) Укладачі – Я. М. Біланчин, В. І. Михайлюк, 2012

З 70-х років минулого століття чорноземи зони зрошення Одещини стають об'єктом всебічних ґрунтово-генетичних, гідрофізичних, агро- і біохімічних досліджень. Значний обсяг досліджень впливу систематичного зрошення водами різної іригаційної якості на речовинно-хімічний склад, властивості і рівень родючості чорноземів у ці роки виконали науковці кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів та проблемної науково-дослідної лабораторії географії ґрунтів і охорони ґрунтового покриву чорноземної зони (ПНДЛ-4) Одеського державного (з 2000 р. національного) університету імені І. І. Мечникова: Б. М. Турус, С. П. Позняк, Я. М. Біланчин, Г. С. Сухорукова, І. М. Волошин, Є. Н. Красеха, Ю. В. Михальченко, М. Й. Тортик, В. П. Мурсанов, П. І. Жанталай, В. П. Бурлака, Л. П. Кравчик, Т. Н. Хохленко, В. І. Тригуб, В. А. Сич, О. І. Цуркан, Л. М. Гошуренко, М. С. Яременко та ін. Дослідження проводились під керівництвом та за участі завідувача кафедри і наукового керівника ПНДЛ-4, доктора сільськогосподарських наук, професора Гоголева І. М. Започатковані під керівництвом І. М. Гоголева дослідження чорноземів МЗ продовжуються науковцями кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів та ПНДЛ-4 ОНУ імені І. І. Мечникова і в наступні 24 роки української незалежності.

Паралельно, а часто і сумісно з науковцями університету ґрунтово-екологічні та агро меліоративні дослідження на МЗ області у 1970-1990 роках проводили співробітники навчальних і наукових центрів країни та області, вишукувально-дослідницьких та виробничо-господарських закладів і установ – Р. О. Баєр, Б. Г. Розанов, М. І. Полупан, Є. Д. Гопченко, О. Г. Кулібабін, М. Ю. Деревенча, С. О. Ніколаєва, Н. Г. Зборишук, Т. М. Хруськова, О. В. Тихонов, Б. С. Ангел, П. Г. Челядник, В. Г. Друз'як, Б. В. Лютаєв, В. І. Михайлюк, В. П. Маколкіна та багато інших. І в останні 20 років з різною періодичністю продовжуються ґрунтово-моніторингові та ґрунтово-генетичні дослідження на МЗ за участю і стараннями фахівців і науковців відповідних служб обласного управління водних ресурсів, гідрогеолого-меліоративної експедиції, навчально-наукових центрів і установ регіону (І. Д. Кічук,

М. А. Олішевський, А. І. Кожушко, А. А. Кугут, О. Ю. Медведєв, В. І. Михайлюк, Н. В. Ясинська, О. І. Козаченко, О. О. Ожован та ін.).

Зазначимо також, що у 1993-1995 рр. ґрунтознавцями Одеського університету під керівництвом проф. Гоголева І. М. закладено дослідно-експериментальну мережу ділянок довготривалого ґрунтово-екологічного моніторингу на МЗ області [11]. Ділянки різняться за ландшафтно-меліоративними умовами та генетико- і меліоративно-виробничими властивостями вихідних (до зрошення) чорноземних ґрунтів, якістю зрошувальних вод, тривалістю періоду більш чи менш інтенсивного і систематичного зрошення та наступного періоду його припинення і екстенсифікації землеробства в останні 20 років. На ділянках моніторингу щорічно проводяться дослідження процесів еволюції АМС ґрунтів і земель як в умовах зрошення, так і припинення його та постіригаційної еволюції. Роботи і дослідження виконуються за стандартними методиками і методами моніторингу ґрунтів і земель МЗ [73, 75, 76, 112].

Крім зазначених довготривалих (порядку 45 років) досліджень динаміки зміни стану чорноземів області в умовах зрошення чи зрошення у попередні роки дощуванням та затопленням під культуру рису, з 2010-2011 рр. науковцями ОНУ імені І. І. Мечникова започатковано вивчення впливу і краплинного способу зрошення на чорноземі південні. Дослідження організовано на Нижньодністровській ЗС у господарствах Овідіопольського і Біляївського районів, де краплинним способом зрошуються овочеві культури, сади та ягідники.

1992 року вийшла в світ колективна монографія «Орошение на Одессине. Почвенно-экологические и агротехнические аспекты» [92]. Видання підготовлено колективом науковців вищих навчальних закладів, науково- і вишукувально-дослідницьких установ регіону, фахівцями в області іригації та практиками зрошуваного землеробства під науковим керівництвом проф. Гоголева І. М. В монографії висвітлено й узагальнено досвід 25-річного великомасштабного іригаційного освоєння земель області, результати дослідження впливу зрошення водами різної іригаційної якості на ландшафтно-екологічну і ґрунтово-меліоративну ситуацію та родючість чорноземів МЗ. Наведено оцінку стану зрошуваних

ґрунтів і земель та ефективності іригації загалом, обґрунтовано систему заходів з охорони й управління родючістю ґрунтів в умовах зрошення водами різної іригаційної якості.

За минулі більше 20 років після виходу монографії «Орошение на Одещине...» накопичено обширний матеріал за результатами дослідження сутності і направленості сучасних ґрунтоутворювальних процесів в чорноземах МЗ області як в умовах продовження зрошення, так і припинення його і постіригаційної еволюції ландшафтів і ґрунтів. Проведено оцінку сучасного АМС ґрунтів і земель МЗ та тенденцій еволюції. Заслужують на увагу і перші результати вивчення впливу краплинного зрошення на чорноземі регіону та рівень їх родючості, еколого-економічну ефективність цього способу поливу. На підставі результатів багаторічного вивчення динаміки сучасних ґрунтоутворних процесів у чорноземах МЗ та їхніх ґрунтово-екологічних наслідків, оцінки сучасного АМС ґрунтів і земель обґрунтовано систему заходів з управління ґрунтово-меліоративною ситуацією, охорони, раціонального використання та підвищення родючості чорноземів МЗ області.

Безумовно, отримані нові матеріали ґрунтово-генетичного дослідження чорноземів МЗ Одещини потребують науково-практичного осмислення та висвітлення у науковому виданні з метою доведення до відома широкого загалу науковців і практиків природо- і землекористування, охорони і раціоналізації використання ґрунтів і земель. Це й визначило доцільність видання цієї монографії, її структуру та зміст. Підготовлено і здійснено видання науковцями ОНУ імені І. І. Мечникова із залученням науковців інших одеських вузів і науково-дослідних установ, практиків водно-меліоративного господарства та аграріїв.

Наведені у монографії матеріали будуть цікавими та корисними для науковців, фахівців водного і сільського господарства, аспірантів і студентів.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ І ГРУНТІВ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ, ЇХ АГРОІРИГАЦІЙНА ОЦІНКА ТА ОСВОЄНІСТЬ

Характеристика та агро меліоративна оцінка природних умов і ресурсів Одещини, включно і ґрунтів її території, наведена у численних літературних джерелах [34, 69, 71, 92, 103, 137 та ін.]. Зазначимо, що основна площа зрошення зосереджена у причорноморсько-низовинній відносно посушливішій південностеповій підзоні на території області (рис. 2), де поливи проводяться водою із рік Дунаю і Дністра та придунайських озер Ялпуг, Кагул, Катлабух, Китай і опрісненого дунайською водою морського лиману Сасик. На решті території області є лише невеликі площі (до 200-300 га) зрошення, зазвичай, водою місцевого стоку.

Наведемо узагальнену характеристику та агроіригаційну оцінку природно-географічних умов і ресурсів та ґрунтів території області (головно чорноземних), які визначають географію зрошення та особливості природно- і ґрунтово-меліоративної ситуації в зоні його впливу, а в значній мірі – і еколого-економічну ефективність іригації та стратегію заходів щодо її підвищення. Літературні і фондові матеріали доповнюються результатами наших багаторічних досліджень.

1.1. Особливості геологічної будови, ґрунтоутворювальні породи і рельєф та іригаційна освоєність території

Розріз геологічних відкладів на території області має двоярусну будову. Нижній структурний ярус утворює фундамент із найдавніших докембрійських і палеозойських порід. Верхній ярус – це платформний чохол із відкладів палеозою, мезозою і кайнозою потужністю до 3-4 тис. м і більше на південному заході області [103].

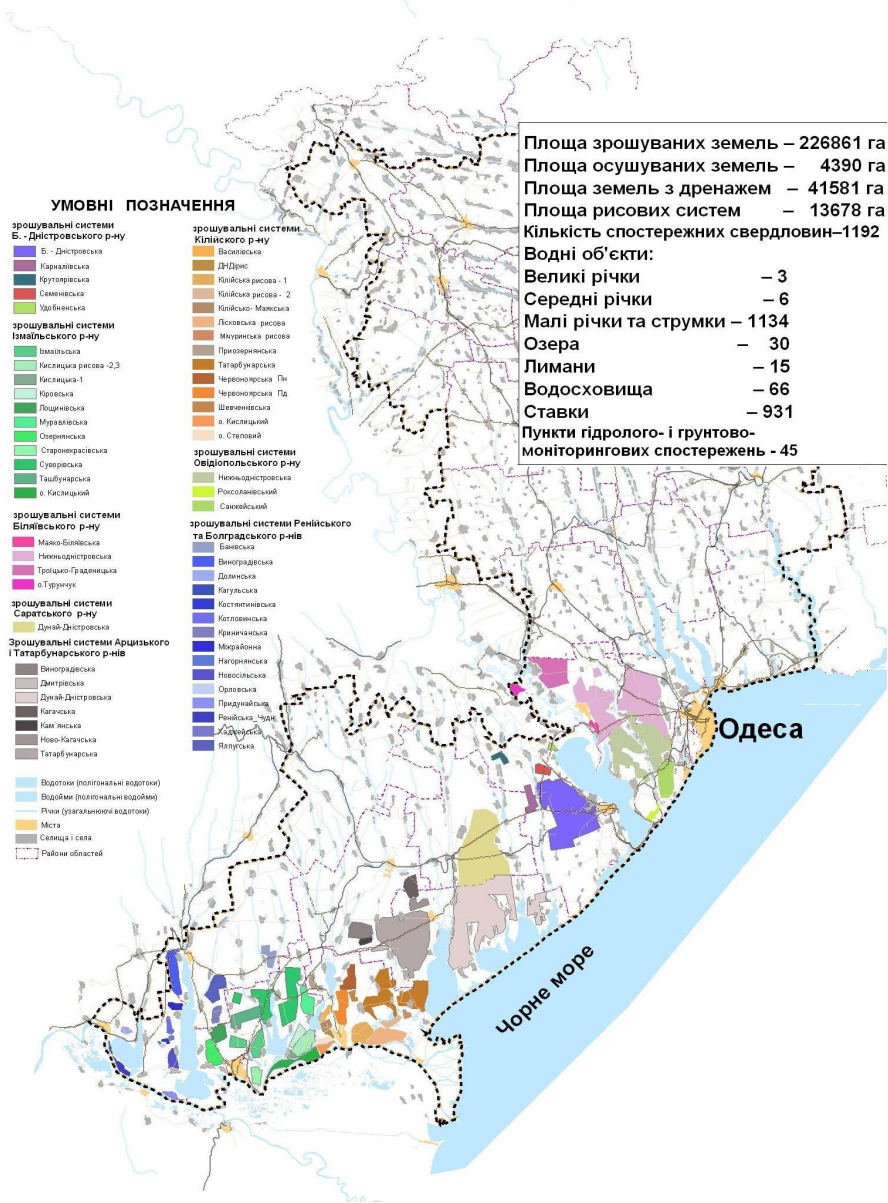


Рис. 2. Карта-схема зрошувальних систем Одеської області (за матеріалами Одеської гідролого-меліоративної експедиції)

У формуванні рельєфу, ландшафтно- і ґрунтово-геохімічної ситуації на території області визначальною є роль неогенових і четвертинних відкладів. Перші представлені потужною товщею вапняків, мергелів, пісків, глин, рідко пісковиків. У кінці раннього і середньому пліоцені практично вся територія області звільнилась від моря і набула обліку первинно-акумулятивної рівнини. В умовах теплого сухого періодично зволоженого клімату на її поверхні формуються червоноколірні кори вивітрювання. Це зазвичай червоні, червоно- і жовто-бурі глини, відомі під загальною назвою «червоно-бурі глини». Залягають вони на розмитій поверхні неогенових відкладів у межах вододільних масивів, потужність товщі від 0,5-1,0 до 15-20, інколи й 30-35 м [5, 103]. Глини практично водонепроникні і є першим від поверхні регіональним водоупором, засолені, містять карбонатні і гіпсові стяжіння.

Четвертинні відклади на території області поширені практично повсюдно і слугують ґрунтоутворювальними породами. Генетично вирізняються осадові відклади елювіальні, делювіальні, елюво-делювіальні, еолові, алювіальні, алювіально-лиманні і озерні, лиманні і морські. Найбільш поширеними є леси і лесоподібні суглинки, які суцільним чохлам покривають вододіли та їх схили, тераси рік і річок, починаючи із другої надзаплавної. Потужність лесового шару відкладів змінюється від 1-5 м на півночі території до 20-30 м на півдні в межах Причорноморської низовини. Породи карбонатні, високошпаруваті, з домінування грубопилуватої фракції 0,05-0,01 мм – до 30-35 (40) % складу. У товщі відкладів чергуються шари лесів і похованих ґрунтів. Сольові профілі здебільшого залишково-акумулятивного типу [33]. Власне вихідною породою для утворення чорноземів слугує верхній т. зв. причорноморський ярус лесу [19] потужністю на межирічних вододілах 2,0-2,5 м. Відклади суглинкового гранулометричного складу, не містять фракцій грубого і середнього піску, зазвичай не засолені. Підстеляється цей ярус лесу горизонтом дофіновського похованого ґрунту чорноземного габітусу з ознаками реліктового оглеєння.

Перші надзаплавні тераси Дністра, Тилігулу та інших рік області на окремих ділянках складені середньо- і дрібнозернистими пісками, що утворюють дюни і кучугури. Тут утворились чорноземні ґрунти глинисто-піщані і супіщані. Як приклад, можна назвати Шабський піщаний масив на правому березі пониззя Дністровського лиману, освоєний на більшій частині площі під виноградники.

Заплави рік складені алювіальними, лиманно-дельтовими та озерно-лиманними наносами різного гранулометричного складу (від пісків до глин з прошарками мулу), забарвлення, карбонатності, засоленості, ступеня оглеєності [5, 103]. Днища балок і долини малих річок виповнені суглинками, супісками, а інколи й пісками делювіальної та алювіально-делювіальної генези.

Загальні риси рельєфу території Одеської області формуються починаючи з пліоцену. В цей час остаточно сформувалась акумулятивна балтська дельтова рівнина на схилах Українського кристалічного щита (УКЩ). На півдні, після регресії понтичного моря, утворилась низовинна понтична берегова рівнина – основа Причорноморської низовини. В подальшому територія в районі схилів УКЩ піддавалась доволі інтенсивному підняттю, чим зумовлено утворення Подільської і Побузької (як частини Придніпровської) височин в межах межиріччя Дністра і Півд. Бугу та Південномолдавської височини в Задністров'ї, – на місці раніше зниженої балтської рівнини. Понтична низовинна берегова рівнина піднялась значно менше, причому амплітуда підняття поступово зменшувалась у південно-західному напрямку від +50 м до 0 м на чорноморському узбережжі й змінювалась пониженням (до –50 м) в долині Дунаю. Все це зумовлює поступове зменшення абсолютних висот Причорноморської низовини по мірі наближення до Чорного моря і долини Дунаю (30-60 м на узбережжі моря східніше Дністровського лиману, 1,5-2,0 м в гирловій частині Дунаю), з одного боку, а з іншого – невиразність границі між височинами і низовиною [103].

В результаті підняття території посилювались ерозійно-акумулятивні процеси, формувалась розгалужена долинно-балкова мережа. В межах Побужжя, Подільської і Південномолдавської височин густота розчленування території річковою мережею сягає 0,6-1,0 (до 1,2) км/км², максимальна тут і глибина розчленування – до 80-100 (125) м. В межах Причорноморської низовини процеси розчленування суттєво менш інтенсивні, густота долинно-балкової мережі тут знижується до 0,1-0,4 (0,6) км/км², а глибина розчленування – до 40-60 м на сході низовини та 10-20 м і менше на

південному заході. Широко представлені в рельєфі ерозійні форми – улоговини, долини, яри та ін. На схилах долин річок, лиманів і балок, морському узбережжі доволі часті зсуви та осипи.

Близько 60 % території області розміщено на схилах стрімкістю більше 2°, що практично характеризує її як ерозійно небезпечну. Найбільш еродовані землі та ґрунти (понад 60-70 %) в районах Подільської, Південномолдавської височин і Побужжя. Найменш еродовані (11-13 %) придунайська і прибережноморська частини Причорноморської низовини (Ренійський, Ізмаїльський, Кілійський, Татарбунарський та інші райони півдня області), де ступінь розчленування долинно-балковою мережею істотно нижчий, ніж у північних і північно-західних районах [34, 103].

Іригаційний фонд Одещини з врахуванням стрімкості схилів земель ухилом до 0,03, розчленування поверхні і гідрогеологічних умов станом на 1992 рік визначено у 1,2 млн га (60 % ріллі) [92, с. 10].

Головною особливістю рельєфу території області є його рівнинність, обумовлена розташуванням в межах давніх платформених структур Європи – Східноєвропейської докембрійської і епіпалеозойської Скіфської. Основними елементами морфоструктури на характеризованій території є Подільська, Придніпровська (її Побузька частина), Південномолдавська височини та Причорноморська низовина (рис. 3).

Достатньо повна характеристика геоморфологічних особливостей Подільської, Придніпровської, Південномолдавської височин та Причорноморської низовини наведена у декількох виданнях [5, 34, 92, 97, 103 та ін.]. Нижче зупинимось на основних особливостях їх рельєфу та наведемо оцінку придатності його для іригації земель.

В області Подільської височини знаходиться територія півночі і північного заходу Одещини північніше умовної лінії Роздільна – Жовтень – Андріїво-Іванівка. В геоморфологічному відношенні характеризується як ерозійно-денудаційна рівнина. Абсолютні висоти тут знижуються від 270-280 м на північному заході до 160 м на південному сході. Сильно розчленована долинно-балковою мережею – від 0,6-0,8 до 1,0-1,2 км/км², глибина врізу 80-125 м.

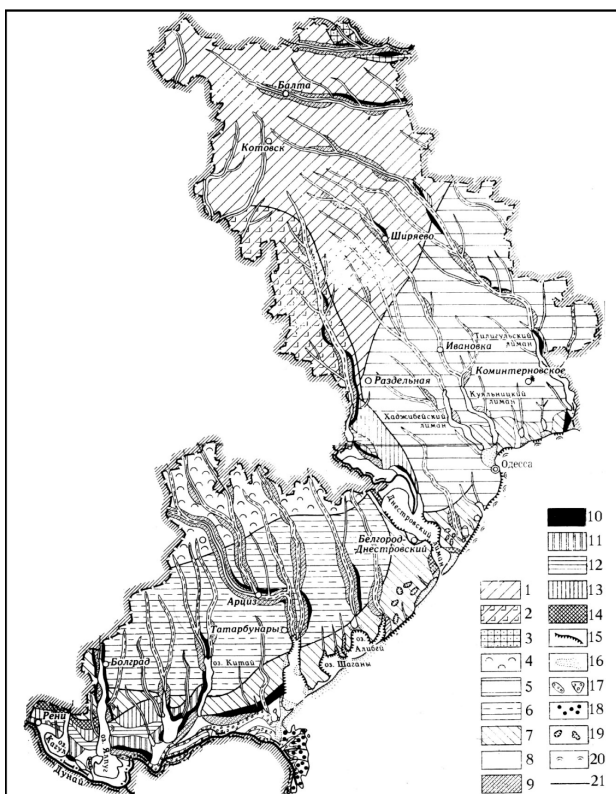


Рис. 3. Геоморфологічна карта-схема Одеської області [103]

I – область Подільської височини, геоморфологічні райони: 1 – Балтська давньодельтова (міоценова) піщано-глиниста ерозійно-денудаційна рівнина; 2 – Кучурганська середньо-верхньопліоценова піщано-глиниста ерозійно-денудаційна рівнина; II – область Придніпровської височини, геоморфологічний район: 3 – Південнобузька лесова ерозійно-денудаційна рівнина з виходами кристалічних порід в долинах річок; III – область Південномолдавської височини, геоморфологічний район: 4 – Когильницька ерозійно-денудаційна лесова рівнина; IV – область Причорноморської низовини, геоморфологічні райони: 5 – Дністровсько-Тилігульська акумулятивна рівнина на понтичній основі; 6 – Дунайсько-Дністровська акумулятивно-платоформна лесова рівнина на понтичній основі; 7 – низовинна прибережна рівнина верхньопліоценових незчленованих терас (VII – IX); V – ділянки долинно-терасового рельєфу: 8 – заплави річок та днища балок; надзаплавні тераси: 9 – перша, 10 – друга, 11 – третя, 12 – четверта, 13 – п'ята, 14 – шоста; VI – інші позначки: 15 – абразивні уступи берегів моря та лиманів; 16 – коси, бари, пересипи; 17 – прируслові вали; 18 – Кілійська дельта Дунаю; 19 – поди; 20 – зсуви; 21 – межі областей.

Вододіли пересічно вузькі (місцями до 0,5 км шириною), звивисті. Територія значною мірою еродована, чому сприяють глибокі місцеві базиси ерозії, значна стрімкість схилів, особливо правих (місцями понад 20°), високий ступінь розораності території. Зрошення в межах Подільської височини розвивається виключно по долинах річок Кодими і Савранки. Подальший розвиток іригації лімітується дефіцитом придатних для зрошення вод та умовами рельєфу. Нині зрошення практично повсюдно припинено, а МЗ повернено до богарного землеробства.

Південномолдавська височина на території області (Тарутинський, північні частини Саратського і Білгород-Дністровського районів) відома як Когильницька ерозійно-денудаційна рівнина, яка розчленована в субмеридіональному напрямку долинами річок Когильник, Киргиж, Киргиж-Китай, Сарата, Хаджидер, Алкалія та їх численних приток і балок. Густота розчленування до 0,7 км/км², глибина – біля 80 м. Вододіли пересічно вузькі (до 1-2 км), звивисті, схилів частини еродовані, ускладнені ярами (особливо праві), а подекуди і зсувами. В південному напрямку глибина врізу поступово зменшується до 40-60 м, вододільні поверхні розширюються до 3-5 (8) км і височина поступово переходить у Причорноморську низовину. При цьому ширшими стають річкові долини, в яких поряд з заплавою чітко виділяється надзаплавна тераса. Зрошення в межах височини локальне на невеликих площах (ділянки до 50-100 га) по долинах малих річок з використанням вод місцевого стоку. Південна частина височини, в історико-географічному плані відома як Буджак, більш сприятлива для зрошення за умовами рельєфу, однак дефіцит доброякісної води також обмежує розвиток зрошення цього краю.

Південнобузька ерозійно-денудаційна рівнина (син. Побузька рівнина, Побужжя) – складова Придніпровської височини – заходить в межі Одеської області лише на крайній півночі в межах Савранського району. Абсолютні висоти тут від 160 до 200 м. Рівнина розчленована глибокою (50-80 м) долинно-балковою мережею. Вододіли більш широкі, ніж на сусідній Подільській височині, слабкохвилясті. Морфологічними особливостями річкових долин є чергування каньйоноподібних порогових ділянок (Півд.

Буг біля сел. Завалля; Яланець біля Осичок) з розширеними 2-3 надзаплавними терасами в районі впадіння в Півд. Буг р. Савранка. Ці надзаплавно-терасові ділянки регулярно використовувались під зрошення.

Південномолдавська і Подільська височини в південному напрямку поступово переходять в Причорноморську низовину, яка шириною в 60-80 км простягається від Дунаю на північний схід вздовж берега Чорного моря. Північна межа її проходить по лінії Нові Трояни (Болградського району) – Виноградівка – Нові Каплани – Ройлянка – Старокозаче – Роздільна – Цебриково – Андріїво-Іванівка – Олексіївка (Миколаївського району). Рельєф Причорноморської низовини типово рівнинний, спадисто нахилений в напрямку моря, а в Задністров'ї – до долини Дунаю. Абсолютні відмітки поверхні не перевищують 100 м. Тут зустрічаються різноманітні форми рельєфу – ерозійні, денудаційні, акумулятивні, просядкові. Типові широкі річкові долини, балки зі спадистими схилами. Розчленування поверхні зменшується тут до 0,1-0,4 (0,6) км/км². Вододіли пересічно широкі – до 5-7 (10) км, з хвилясто-рівнинною поверхнею. В межах Причорноморської низовини відповідно до регіональних відмінностей рельєфу виділяються наступні геоморфологічні райони [103]:

Західнопричорноморська плоскохвиляста рівнина (на рис. 3 – Дунайсько-Дністровська акумулятивно-плоскохвиляста лесова рівнина на понтичній основі) – від долини Дунаю на південному заході до долини Дністра на північному сході. В межах району чітко виділяються два геоморфологічні рівні: більш високий північний (корінне плато) і нижчий південний (верхньопліоценові тераси лівобережжя Дунаю і прибережжя Чорного моря). Вододільне плато розчленоване доволі густою річковою і яружно-балковою мережею на спадисто-рівнинні межиріччя. Долини річок Сарата, Когильник, Нерушай, Алкалія та інших добре сформовані, ширина їх до 1,5-2,5 км. Все це обумовлює хвилястий характер рельєфу. Південна прибережна пліоценово-терасова частина Дунай-Дністровського межиріччя характеризується нижчими абсолютними відмітками і широкохвилястою рівнинною поверхнею. Долини річок до півдня

стають ширшими, схили спадистішими, в гирлових частинах долин утворились солоноводні озера-лимани Сасик, Шагани, Алібей, Бурнас та ін., а в пониззі лівих притоків Дунаю – прісноводні лимани Кагул, Ялпуг, Катлабух, Китай та ін.

Дністровсько-Бузька слабкохвиляста рівнина (відома також як Дністровсько-Тилігульська акумулятивна рівнина на понтичній основі) – в межі річки Дністра – Півд. Бугу. Припіднята відносно Задністровської частини низовини, більш глибоко розчленована долинно-балковою мережею. Вододіли широкі, рівнинні. Долини річок Барабой, Вел. Куяльник, Куяльник, Тилігул, як правило, асиметричні: праві береги більш високі, круті, розчленовані глибокими балками і ярами, ліві – спадисті, часто терасовані. Річкові долини закінчуються лиманами, зазвичай без зв'язку з морем (Хаджибейський, Куяльницький, Вел. і Мал. Аджаликські, Тилігульський).

Нижньодунайська терасова рівнина – на крайньому південному заході Причорноморської низовини смугою до 15-30 км уздовж лівого берега нижньої течії Дунаю і його Кілійського гирла, розширюючись з наближенням до моря. В геоморфологічному відношенні – це система нерозчленованих річкових і лиманно-річкових терас пліоценового (VII-IX) і четвертинного (I-VI) віку [103], зі слабо вираженим ухилом поверхні в сторону Дунаю і Чорного моря. В рельєфі тераси практично не виражені, уступи їх покриті делювієм і знівельовані досить потужною (до 15-25 м) товщею лесоподібних порід. Рівнинність території порушують лише слабо виражені в рельєфі широкі (до 3-4 км) долини річок Нерушай, Дракуля та інших, улоговини стоку. Внаслідок опускання території в четвертинний час води Дунаю затопили нижню частину долин його лівих приток, в результаті утворились прісні озера-лимани Кагул, Ялпуг, Катлабух, Китай та ін. Від Дунаю ці озера відділені широкими піщаними пересипами, які прорізані природними протоками і штучними каналами, по яких в період весняної повені (водопілля) і літньо-осінніх паводків в озера надходить дунайська вода.

Частина терасової рівнини – Кілійське гирло (абсолютні відмітки 1-2 м) інтенсивно формується і нині за рахунок алювіальних

відкладів. Кілійський рукав тут поділяється на численні протоки (місцева назва – єрики), уздовж яких формуються прируслові вали. Дельта при цьому постійно переміщується в напрямку моря, формуючи на помор'ї піщані коси і гряди зі швидкістю в середньому 100-145 м/рік [92]. Прируслові вали і приморські піщані гряди і коси утворюють каркас, «скелет» дельти. Між ними розміщуються просторі низини, зайняті очеретяними болотами – плавнями і численними озерцями.

Нижньодністровська терасова рівнина виділяється на ділянці нижньої течії Дністра південно-східніше Кучурганського лиману. Утворена широкою заплавою (до 10-16 км) і шістьма надзаплавними терасами. Ширина терасової рівнини сягає 24 км. Абсолютні висоти самої високої VI тераси біля 40 м. Заплава Нижнього Дністра пересічно має від'ємні відмітки і протягом більшої частини року затоплена водою. Вона розчленована протоками, староріччям (старицями), між якими знаходяться плавні. Нижче с. Маяки Дністер впадає в Дністровський лиман, води якого затопили заплаву. Перша надзаплавна тераса складена сучасним алювієм. Наступні II-VI тераси складені з поверхні лесоподібними суглинками, які донизу змінюються алювіальними наносами. В рельєфі тераси практично не виражені, уступи їх покриті делювієм і знівельовані чохлам лесоподібних порід [92, 103].

В межах Причорноморської низовини зосереджена більшість зрошуваних земель області. Найбільш висока їх частка в межах Нижньодунайської і Нижньодністровської терасових рівнин, що зумовлено близькістю великих джерел зрошувальних вод (ріки Дунай і Дністер, придунайські озера-лимани, Дністровський лиман) та кращою природною дренажістю порівняно з вододільними плато. В межах Нижньодунайської терасової рівнини за останні півстоліття побудовані Суворовська, Червоноярська, південна частина Татарбунарської, Нагорнянська, Холмська, Шевченківська та інші зрошувальні системи (далі – ЗС), в т. ч. і рисові (Кілійська, Мічурінська, Лісківська, Кислицька). Прокладено канал Дунай-Сасик для транспортування дунайської води на Дунай-Дністровську ЗС. Зрошувалося тут в кінці 80-х рр. минулого століття близько

40-45 % земель, а в окремих господарствах Ізмаїльського і Кілійського районів – до 70-90 %. Приблизно така ж частка іригаційно освоєних земель була на початку 90-х рр. ХХ ст. і в межах Нижньодністровської рівнини, де функціонують Маяко-Біляївська, Троїцько-Граденицька, Нижньодністровська та інші ЗС. З середини 70-х – початку 80-х років минулого століття зрошення в межах низовини поступово виходить на вододільні плато. В Задністров'ї побудовані північна частина Татарбунарської, перша черга Дунай-Дністровської, Семенівська та інші ЗС, на схід від долини Дністра – друга черга Нижньодністровської ЗС. Функціонувала тут практично до кінця минулого сторіччя Шкодогорська ЗС з використанням для зрошення стічних вод м. Одеси.

Найменше іригаційно освоєна північно-східна частина Причорноморської низовини на межиріччях річок Куяльників, Вел. Куяльник – Тилігул, Тилігул – Чичиклія (Комінтернівський, Березівський, Ширяївський і Миколаївський райони), що пояснюється відсутністю тут джерел зрошувальних вод.

1.2. Кліматичні умови

Згідно із схемою кліматичного районування України північні райони Одещини відносяться до лісостепової, а південні – до степової області помірного поясу [57, 81]. Загалом клімат території області характеризується як помірно континентальний з тривалим спекотним літом, короткою зимою і недостатнім зволоженням.

Середньорічні величини сумарної сонячної радіації зростають з півночі на південь від 4200 до 4800 МДж/м². При цьому розподіл сумарної сонячної радіації, що надходить за рік, має чіткий зональний характер. Близько 75 % сонячної радіації надходить у весняно-літні місяці. Зміна величин радіаційного балансу для території області також має зональний прояв і змінюється від 1800 до майже 2100 МДж/м² на рік. Суми фотосинтетично активної радіації (ФАР) за вегетаційний період з температурою повітря 5 °С і вище характеризують енергетичні ресурси території для вирощування сільськогосподарських культур. Кількість ФАР, що

надходить за вегетаційний період на поверхню ґрунту, в межах Одещини змінюється від 1900 до майже 2150 МДж/м² [57]. При врожаї зернових 30 ц/га рослини використовують лише 0,6-0,7 % ФАР, хоча коефіцієнт використання ФАР можна довести до 2,0-2,5 (3,0) %, що дозволить збільшити урожайність зернових в декілька разів.

Важливими кліматичними показниками є тепло- і вологозабезпеченість території. Деякі із загальноприйнятих показників їх оцінки у розрізі ландшафтно-географічних зон і підзон на території області наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Деякі кліматичні показники на території Одеської області
[57, 58, 92]

Зона (підзона)	Середньорічна температура повітря, °С	Тривалість періоду з t > 10 °С, днів	Сума температур вище 10 °С за вегетаційний період, °С	Кількість опадів, мм за рік	ГТК
Лісостеп	8,3-8,5	165-170	2850-2950	540-580	1,0-1,1
Степ					
Північний	8,6-8,9	170-180	2950-3100	500-540	0,9-1,0
Центральний	9,0-9,7	180-190	3100-3250	475-500	0,8-0,9
Південний	9,8-11,1	190-200	3250-3600	450-490	0,7-0,8

Примітка: наведено усереднені дані

Аналіз наведених показників засвідчує широтні відмінності у розподілі тепла і вологи в межах області. Середньорічна температура повітря тут закономірно збільшується з 8,3-8,5 °С на півночі до 10,6-11,1 °С на півдні (табл. 1.2).

Найтеплішим місяцем року є липень, найхолоднішим – січень. Середньомісячна температура липня з півночі на південь області змінюється від 20,0 °С до 22,2 °С, січня – від -5,0 °С на півночі до -0,7 °С на півдні. У полудневі години влітку температура поверхні ґрунту на 20-30 °С вище температури повітря, а в найбільш жаркі дні його поверхня нагрівається до 60-70 градусів. Середнє число днів з температурою повітря 25 °С і вище на півночі області становить

60 днів, на півдні – 75 днів. Тривалість періоду активної вегетації рослин з температурою повітря вище 10 °С 165-170 днів на півночі до 200 днів на крайньому півдні, сума активних температур за цей період зростає від 2850-2950 °С до 3600 °С відповідно. Наведені дані кількості сонячного тепла і тривалості вегетаційного періоду дозволяють вирощувати районовані в лісостепу і степу культури раннього і середнього терміну дозрівання, а в південній підзоні степу – і найбільш теплолюбиві культури, в т. ч. рис, а також пожнивні культури.

Таблиця 1.2

Середня місячна і річна температура повітря (°С) [58]

Метеостанція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Любашівка	-5,0	-3,5	1,1	9,1	15,2	18,5	20,0	19,5	15,2	8,8	2,9	-1,7	8,3
Затишся	-4,3	-2,9	1,6	9,4	15,6	19,0	20,6	20,2	15,9	9,4	3,4	-1,2	8,9
Сербка	-3,6	-2,2	2,2	9,6	15,8	19,5	21,3	20,9	16,3	9,8	4,0	-0,5	9,4
Роздільна	-3,6	-2,3	2,2	9,6	15,7	19,3	21,0	20,7	16,2	9,9	4,0	-0,6	9,3
Одеса	-1,7	-1,0	2,6	9,0	15,1	19,4	21,4	21,2	17,1	11,1	5,9	1,4	10,1
Білгород-Дні- стровський	-1,4	-0,8	3,0	9,9	16,3	20,4	22,1	21,7	17,5	11,3	5,7	1,0	10,6
Сарата	-2,0	-0,8	3,3	9,9	15,9	19,8	21,6	20,9	16,4	10,4	5,2	0,6	10,1
Болград	-2,2	-0,7	3,7	10,4	16,3	20,0	21,6	21,1	16,9	10,9	5,3	0,4	10,3
Вилкове	-0,7	0,6	4,1	10,5	16,4	20,4	22,2	21,7	17,6	11,9	6,7	2,0	11,1
Ізмаїл	-1,7	-0,1	4,0	10,5	16,2	20,1	21,8	21,2	17,0	11,0	5,7	1,0	10,6

Примітка: представлено середню місячну і річну температуру повітря, які обчислено з рядів спостережень за період 1961-1990 рр.

Атмосферні опади разом з температурою повітря є найважливішими елементами клімату, які визначають зволоження території, формування її водних ресурсів, запасів ґрунтової вологи, водозабезпечення сільськогосподарських культур.

Кількість і розподіл атмосферних опадів на території Одеської області загалом також має зональний характер. У північних районах області за рік випадає 540-580 мм опадів, в центральних – 475-540 мм, в південних – 450-475 мм, в прибережній зоні – близько 450 мм (табл. 1.1 і 1.3).

Таблиця 1.3

Середня місячна і річна кількість опадів (мм) [58]

Метеостанція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холодний період (XI-III)	Теплий період (IV-X)	Рік
Любашівка	40	39	34	39	52	62	82	55	43	28	43	43	199	361	560
Затишся	39	39	32	35	46	66	68	43	36	27	36	40	186	321	507
Сербка	31	29	26	34	39	60	65	44	38	23	34	37	157	303	460
Роздільна	37	37	30	36	47	69	69	40	42	26	39	40	183	329	512
Одеса	42	41	31	34	39	42	49	34	36	26	42	48	204	260	464
Білгород-Дністровський	33	31	25	35	33	45	58	33	32	29	38	41	168	265	433
Сарата	33	34	26	32	48	63	61	42	44	26	34	39	166	316	482
Болград	34	39	32	36	51	67	54	50	47	27	36	39	180	332	512
Вилкове	39	47	33	35	41	46	48	36	46	25	40	46	205	277	482
Ізмаїл	36	43	33	34	47	57	51	38	46	25	37	42	191	298	489

Примітка: представлено середню місячну і річну кількість опадів, які обчислено з рядів спостережень за період 1961-1990 рр.

Переважають опади теплового періоду. 60-70 % річної норми опадів припадає на теплий період року з квітня по жовтень, випадають вони, як правило, локально і у вигляді злив. Для холодного періоду року типові затяжні малоінтенсивні опади. В зв'язку з частими і достатньо тривалими відлигами більша частина вологи зимових опадів (до 60 %) засвоюється ґрунтами, зволожуючи товщу до 1-2 м, а в Західній Україні у вологі роки і глибше [92]. На причорноморському узбережжі відмінність в кількості опадів теплового і холодного періодів зменшується до 60 і 40 % відповідно.

Відносна вологість повітря взимку складає 85-86 %, влітку знижується до 62-63 %. На морському узбережжі дещо вологіше – взимку до 88-90 %, влітку – до 76-78 %.

Важливою енергетичною характеристикою клімату, що визначає потенціал випаровування, є випаровуваність – максимально можливе випаровування води в даних метеорологічних умовах, не обмежене наявністю вологи на поверхні, що випаровує. Випаровуваність, визначена за радіаційним балансом, змінюється від 750 мм/рік на півночі області до 900-1000 мм/рік на південному заході. Випаровування з водної поверхні внутрішніх водойм збільшується

з півночі на південь з 600 до 800 мм/рік. Річні показники сумарного випаровування, що включає випаровування з відкритого ґрунту, водної поверхні і рослинним покривом (евапотранспірація), змінюються від 475-500 мм на півночі області до 450 мм – в центрі і на півдні [46].

У лісостеповій зоні півночі області норма опадів на 20-50 (60) мм більше річної величини випаровування, гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Селянинова тут 1,0-1,1, що характеризує цю територію за вологозабезпеченістю як перехідну до достатнього зволоження. В підзоні північного і центрального степу випаровування перевищує річну норму опадів на 20-40 мм, ГТК тут 0,9-1,0 і 0,8-0,9 відповідно, що типово для районів нестійкого атмосферного зволоження. І насамкінець, в підзоні південного степу дефіцит атмосферної вологи сягає 50-90 мм, ГТК тут 0,7-0,8, що характеризує її як територію недостатнього атмосферного зволоження.

Протягом більшої частини року переважаючими на території Одещини є вітри північних напрямків, повторюваність яких за рік від 36 до 47 %. Завдяки цьому навітрені схили вододілів і річкових долин отримують на 15-20 % опадів більше, ніж підвітряні [46, 57, 58]. Дефіцит атмосферної вологи в теплий період року в центральній і південностепових підзонах посилюється періодичними засухами (один раз на декілька років, а то і щорічно) – до 30-40 днів на рік, часто з суховіями (10-15 днів), коли відносна вологість повітря знижується до 30 % і менше.

Таким чином, в кліматичному відношенні територія області вирізняється досить високими ресурсами тепла, причому теплозабезпеченість збільшується від лісостепових районів на півночі до степових в центральній і південній частинах області. Водночас зі зростанням ресурсів тепла в тому ж напрямку відбувається наростання дефіциту вологи, особливо в період вегетації рослин, що значною мірою лімітує отримання стабільних урожаїв. Найбільше відчувається нестача атмосферного зволоження в центральній і особливо південній частинах області, де ситуація ускладнюється періодичними засухами. Безумовно, інтенсифікація землеробства в цих районах можлива лише за умови систематичного

зрошення земель. В північних (лісостепових) районах Одещини потреба в зрошенні значно менша, причому лише в посушливі періоди року.

1.3. Рослинність

Природний рослинний покрив, під яким утворилися ґрунти [81], на території області практично ніде не зберігся. Відкриті степові ділянки уже давно розорані чи освоєні, більша частина лісів і лісовкритих територій вирубана чи також розорана, заплави річок в більшості зазнали незворотних господарсько-меліоративних заходів. Згідно з картою рослинності України [4, с. 128-129] на території Одеської області в напрямку з півночі на південь виділено наступні території:

1. Сільськогосподарські землі на місці дубових, грабово-дубових та інших широколистяно-дубових лісів, а також острови лісів з дуба та інших широколистяних порід;
2. Сільськогосподарські землі на місці лучних степів і остепілих луків;
3. Сільськогосподарські землі на місці різнотравно-типчаково-ковилових степів;
4. Сільськогосподарські землі на місці типчаково-ковилових степів з ділянками полиново-типчаково-ковилових степів на півдні області.

Ареали перелічених рослинних угруповань практично співпадають з ландшафтно-географічними зонами (підзонами) – лісостепу, степу північного, центрального і південного з півночі на південь.

Лісостеп в доагрикультурний період поєднував масиви широколистяних лісів з лучними степами. Нині залісненість цієї частини області не більше 10 %, дещо вища вона в Кодимському і Балтському районах. В трав'яному покриві на нечисленних цілих ділянках переважало різнотрав'я (шавлія лучна, адоніс весняний, лядвинець, люцерна жовта та ін.) і дерновинні злаки (ковили периста, вузьколиста, волосата, вівсяниця).

У південному напрямку зона лісостепу поступово змінюється степом, зокрема підзоною північного барвистого степу. Травостій надзвичайно багатий з домінуванням лучно-степових високотравних

різнотравно-злакових угруповань. Північній степ до півдня змінюється степом центральним, для якого характерними були справжні різнотравно-типчачово-ковилкові угруповання. В травостої домінували багаторічні ксерофіти, головним чином щільні дерновинні злаки – ковила, типчак, а також різнотрав'я.

Для південного степу характерним було переважаання в травостої типчачово-ковилкових асоціацій і зменшення частки різнотрав'я, представленого ефемерами (крупка, вероніка) і ефемероїдами (гусяча цибуля, тюльпани, степовий гіацинт), а в пониженнях рельєфу – гідрофітами (люцерна румунська, шавлія сухостепова та ін.). На узбережжі Чорного моря були поширені полиново-типчачово-ковилкові степи з домінуванням типчача, житняка гребінчастого, ковили волосоподібної, полину.

В долинах малих річок і в заплавах Дунаю і Дністра поширені заплавні луки. В травостої тут широко представлені м'ятлик лучний, польовиця, пирій повзучий, костер безостий, вівсяниця червона, конюшина, на тривало затоплюваних ділянках – осоки, війник, м'ятлик болотний, деревій. Досить багато представників солонцево-солончачової флори – морковник солончачовий, полин морський, кермек Майєра, астра солонцева, подорожник солончачовий. В перехідній зоні до солоних лиманів поширені солончачові луки з галофітами (солерос, солянки, свєда та ін.). Пониззя Дунаю і Дністра зайняті плавнями, в яких представлений комплекс водної і прибережно-водної рослинності за участі високотравних видів (очерет, рогіз, осока), трав'яних боліт і заплавних лісів з верби білої і тополей.

1.4. Чорноземні ґрунти, їх загальна генетико-виробнича характеристика

Як зазначалось у вступному розділі нашого видання, у структурі ґрунтового покриву Одеської області різко домінують чорноземи декількох підзональних і фаціальних підтипів. Вперше їх великомасштабне вивчення і картографування проведено у 1957-1966 рр. [34]. У подальшому ці матеріали періодично

коригувались та уточнювались і були опубліковані у ряді монографічних видань 80-90-х років минулого століття [52, 92, 104, 137]. З використанням літературних джерел і долученням отриманих як нами, так й іншими авторами матеріалів досліджень в останні десятиріччя наведемо узагальнену генетико-виробничу характеристику чорноземних ґрунтів території області.

Чорноземи реградовані досить широко представлені в ґрунтовому покриві північних районів області – Кодимського, Балтського та Савранського. Сформувались в результаті реградації – «очорноземнення» опідзолених і вилугуваних чорноземів, і навіть сірих та темно-сірих лісових опідзолених ґрунтів після зміни лісової рослинності степовою або культурною. При цьому внаслідок зменшення інтенсивності промивання карбонати підтягуються доверху (скипання від НСІ з 50-70 см), помітно зростає рН, збільшується вміст і покращується якісний склад гумусу, поліпшується структура і забезпеченість елементами живлення. Ємність вбирання у важкосуглинкових відмінах цих ґрунтів сягає 40 ммоль/100 г ґрунту. Вбирний комплекс майже повністю насичений катіонами кальцію і магнію. Вирізняються досить високим рівнем потенційної родючості, розораність їх перевищує 80%. На переважаючій площі використовуються без зрошення. Лише на території Савранського і Балтського районів невеликі за площею їх ділянки (100-300, до 500 га) зрошувались водами Півд. Бугу і Кодими.

Чорноземи типові – займають друге місце за площею (330,8 тис. га) після чорноземів звичайних. Домінують у ґрунтовому покриві Котовського, Красноокнянського, Фрунзівського, Ананьївського, Любашівського та Ширяївського районів. Окремими масивами зустрічаються в межах території Кодимського і Савранського районів. Характеризуються глибоким (до 120-150 см) добре і рівномірно гумусованим профілем, відсутністю ознак елювіально-ілювіальної диференціації профілю, міцною зернисто-грудкуватою структурою верхніх горизонтів, високими запасами елементів живлення рослин. Вміст гумусу варіює від 4,7 до 6,5 % у верхніх горизонтах, з глибиною кількість його зменшується поступово і на глибині 50-60 см складає 3,1-3,5 %, а на 110-120 см –

1,4-1,6 %. Переважають глибокі і середньоглибокі їх види. Ємність вбирання сягає 50-53 ммоль на 100 г ґрунту. У складі ГВК домінує кальцій – в середньому 80 % від ємності вбирання [34].

Вирізняються високою потенційною родючістю. Ступінь розораності їх біля 80 %. Однак через відсутність джерел зрошувальних вод поливались лише невеликі за площею ділянки неподалік Півд. Бугу, Савранки, Кодими і Тилігулу. При землеробському використанні чорноземи типові найбільш потерпають від водної ерозії та дегуміфікації, оскільки займають в різній мірі розчленовані вододільно-схилові території.

Найбільш поширеними на території області є **чорноземи звичайні** (1114,2 тис. га), які домінують на вододілах та спадистих схилах у Миколаївському, Ширяївському, Березівському, Великомихайлівському, Роздільнянському, Білгород-Дністровському, Саратському, Арцизькому, Татарбунарському, Болградському і Тарутинському районах. У північній частині домінуючими є глибокі середньо- і малогумусні види, на південь потужність гумусового горизонту і вміст гумусу поступово зменшуються. В генетико-виробничому відношенні чорноземи помірної континентальної східноєвропейської фації східніше Дністра досить суттєво відрізняються від чорноземів теплої південноєвропейської фації міцелярно-карбонатних в Задністров'ї. Останні характеризуються пульсуючою глибиною залягання карбонатів, виділення яких нагадують несправжню грибницю – псевдоміцелій, від чого вони й отримали назву. Верхні горизонти цих ґрунтів помітно оглинені порівняно із чорноземами помірно теплої фації, очевидно, в результаті процесів внутрішньоґрунтового вивітрювання (in situ). Вирізняються високою біоактивністю та інтенсивністю мінералізації органічних решток, внаслідок чого вони й менш гумусовані. Їх продуктивність лімітується переважно дефіцитом атмосферного зволоження, а в останні десятиріччя знижується внаслідок розвитку цілого комплексу деградаційних процесів, і зокрема ерозії та дегуміфікації.

Чорноземи звичайні *помірно континентальної фації*. Характеризуються рівномірним темно-сірим забарвленням

верхнього гумусово-акумулятивного горизонту Н до глибини 40-45 см. Потужність гумусового (Н+Нр) горизонту в середньому 80 см, на півночі підзони збільшується до 90 см, на півдні порядку 60-70 см. Перехід гумусового горизонту в наступний горизонт досить різкий, що відрізняє їх від чорноземів типових. До глибини 110-120 см сягає висококарбонатний сірувато-палевий горизонт Ph із значною кількістю білозірки. Засолення можливе в товщі глибше 3-4 м. Вміст гумусу в верхньому горизонті середньогумусних чорноземів порядку 6 %, в малогумусних на рівні – 4,4-4,6 %. На глибині 50-60 см його міститься 2,9-3,4 і 1,7-2,4 %, а на 80-90 см – 1,8-1,9 і 1,1-1,2 % відповідно [34, 92]. Реакція ґрунтів нейтральна і слабколужна. Ємність вбирання в переважаючій більшості 40-45 ммоль, на частку обмінного кальцію приходиться 80-85 % ГВК. Середньо забезпечені елементами живлення рослин.

Чорноземи звичайні *теплі фації (міцелярно-карбонатні чорноземи)*. Сформувались в задністровській частині області на південних відрогах Південномолдавської височини і прилеглої території Причорноморської низовини. Характеризуються виключним динамізмом (пульсацією) карбонатів і глибини скипання від НСІ. В зимово-весняні місяці з низхідними токами вологи карбонати мігрують донизу, в посушливі літньо-осінні – з висхідними токами підтягуються доверху і «вицвітають» у вигляді рясного псевдоміцелію, починаючи зазвичай з глибини 20-30 см. Річна амплітуда зміни глибини карбонатів у профілі, як правило, 15-30 см. Верхні горизонти ґрунтів помітно оглинені порівняно із чорноземами помірної континентальної фації. Відзначаються високою біоактивністю та інтенсивністю мінералізації органічних залишків, високим ступенем біопереробки ґрунтової маси. Структура ґрунтів практично повністю біогенного походження (реліктові і сучасні копроліти), що обумовлює добру водопроникність і глибоке промочування ґрунтів (до 2-3 м) в зимово-весняний період. Підґрунтя незасолене до глибини 7-10 м, а іноді і глибше [92, 137]. Переважають чорноземи глибокі і середньоглибокі малогумусні з умістом гумусу в верхніх горизонтах 3-4 %, що суттєво менше, ніж у чорноземах помірної континентальної фації, і пояснюється високою

біологічною активністю і посиленням мінералізації органічних решток. З глибиною кількість гумусу зменшується досить поступово, і на глибині 60-70 см його вміст складає біля 2 %. Низько і середньо забезпечені елементами живлення рослин.

Чорноземи звичайні вирізняються порівняно високою потенційною родючістю. Але величина урожаю тут в значній мірі лімітується запасами вологи в ґрунті. Тому особлива увага повинна приділятися заходам щодо накопичення і збереження вологи в ґрунті, зростає доцільність і необхідність зрошення порівняно з підзоною чорноземів типових. Однак можливості для розвитку зрошення тут обмежені через відсутність джерел іригаційно якісної води, особливо в умовах помірно континентальної фації чорноземів східніше долини Дністра. Зрошуються тут лише окремі невеликі за площею (до 200-300 га) ділянки водами річок Тилігула, Кучургана та з ставків-накопичувачів. Водночас іригаційна освоєність чорноземів теплої фації Задністров'я, де для зрошення на переважаючій площі використовуються води Дунаю і Дністра, суттєво вища.

Чорноземи південні – це зональні ґрунти південного степу на площі понад 500 тис. га в межах області. Домінують у ґрунтовому покриві на території Ізмаїльського, Ренійського, Кілійського, Овідіопольського, більшої частини Болградського, Татарбунарського, Саратовського, Білгород-Дністровського, Біляївського, Комінтернівського і Березівського районів. Сформувались вони у більш посушливих порівняно із чорноземами звичайними умовах, тому й потужність гумусового горизонту (55-75 см) і гумусованість в них менші. На схід від долини Дністра утворились чорноземи південні модальні помірно теплої фації малогумусні і слабогумусовані. Карбонати в них у розсіяній формі з глибини 60-70 см, а на глибині 80-100 см у формі досить рясної білозірки. У Задністров'ї поширені чорноземи південні слабогумусовані міцелярно-карбонатні теплої фації. Цим ґрунтам властива пульсація лінії залягання карбонатів, які представлені карбонатною «цвіллю». Реакція ґрунтів слабколужна і лужна (рН 7,2-7,6 до 7,8). Всі відміни південних чорноземів насичені катіонами кальцію і магнію, ємність вбирання сягає 25-30 (35) ммоль/100 г ґрунту. Частка кальцію при цьому складає 75-80%. Вміст обмінного

натрію у ГВК зазвичай менше 1% ємності вбирання. Елементами живлення слабо забезпечені. Для підвищення їх родючості, окрім агротехнічних заходів, необхідне зрошення та внесення органічних і мінеральних добрив.

Чорноземи південні *помірно континентальної фації* виділені східніше долини Дністра, пересічно середньо- і неглибокі малогумусні. Потужність гумусового горизонту зменшується від 55-65 см на півночі до 45-50 см на півдні підзони. Вміст гумусу у верхніх горизонтах варіює від 3,2 до 4,0-4,2 %, донизу по профілю кількість його зменшується досить швидко і на глибині 50-60 см складає 1,4-1,6 %. Профіль ґрунтів до глибини 2,0-2,5 м пересічно не засолений.

Чорноземи південні *теплої фації (міцелярно-карбонатні)* формуються в Задністров'ї, в умовах більш м'якого теплого клімату. Міцелярні форми карбонатів в літньо-осінні місяці в профілі цих чорноземів фіксуються з глибини 10-20 см. Вирізняються пухким складенням, високим ступенем біопереробки ґрунтової маси, незасоленістю ґрунто-підґрунтя до глибини 7-10 м. Переважають середньоглибокі слабогумусовані і малогумусні види. Потужність гумусового горизонту до 65-75 (80) см. Вміст гумусу в верхніх горизонтах 2,5-3,5 %, донизу профілю кількість його зменшується досить поступово і на глибині 1 м складає 0,5-0,6%.

Чорноземи південні потенційно менш родючі, ніж чорноземи звичайні. Врожайність у підзоні чорноземів південних значною мірою залежить від зволоження впродовж року. Оскільки повторюваність посушливих років має періодичний характер (кожен 2-3-й рік в підзоні посушливий), поряд з традиційними заходами по накопиченню і збереженню вологи, необхідне використання зрошення. Нині краще іригаційно освоєні і вивчені чорноземи теплої фації Задністров'я, чому сприяло наявність джерел зрошувальних вод (ріки Дунай і Дністер, лимани і озера-лимани) і сприятливий рівнинний рельєф. Так, в межах Нижньодунайської терасової рівнини і в Придністров'ї площа зрошуваних чорноземів у 80-90-х роках минулого століття сягала 30-45 % від загальної їх площі, а в деяких господарствах Кілійського і Ізмаїльського районів навіть 70-90 %. Значно нижчою була частка зрошення чорноземів

південних помірно континентальної фації. Зрошення тут було зосереджено виключно в межах Нижньодністровської терасової і суміжної вододільної рівнини. Східніше площа зрошуваних чорноземів зменшувалась досить різко через відсутність джерел зрошувальних вод.

Чорноземи залишково-солонцюваті відрізняються від несолонцюватих аналогів наявністю у профілі ущільненого ілювіально-солонцевого горизонту горіхувато-призмovidної структури, що погіршує фізичні і водно-фізичні властивості ґрунтів. Вміст обмінного натрію пересічно 1-2 % (рідко до 3 %), що менше класифікаційного порогу солонцюватості ґрунтів. Найчастіше такого роду ґрунти зустрічаються у підзоні чорноземів південних, рідко – в підзоні чорноземів звичайних, як правило, в межах помірно континентальних їх фацій. Приурочені до слабкодренованих плоскорівнинних ділянок рельєфу та спадистих схилів долин і балок. Ґрунтоутворювальні породи засолені пересічно з 1,5-2,0 м. Реакція ґрунтів слабколужна і лужна. За вмістом гумусу у верхніх горизонтах (2,8-3,2 до 3,5 %) класифікуються як малогумусні та слабогумусовані.

Генетично близькі до чорноземів **лучнувато- і лучно-чорноземні ґрунти**, які також широко іригаційно освоюються в області. Сформувались на низьких терасах Дунаю і Дністра та малих річок, днищах спадистих балок, улоговин і западин. Від суміжних чорноземів відрізняються потужнішим гумусованим профілем (80-150 см, інколи й більше), наявністю ознак оглеєння в його нижніх горизонтах та ґрунтоутворювальній породі. Досить часто з ознаками залишкової (фізичної) солонцюватості та глибокої солончакуватості. Вміст гумусу у верхніх горизонтах варіює в діапазоні від 2,9 до 4,5%, донизу по профілю зменшується досить поступово [34]. Завдяки більш сприятливому водному режиму, порівняно з чорноземами, ці ґрунти є одними із найродючіших в області і рекомендуються, в основному, для вирощування овочевих і кормових культур. Досить ефективно при цьому зрошення водою із ставків по долинах малих річок. На низьких терасах Дунаю і Дністра ці ґрунти зазвичай включені в масиви зрошення.

Отже, переважаюча більшість МЗ області побудована на рівнинних вододільних плато і високих (пліоценових) терасах рік, де в ґрунтовому покриві домінують чорноземні ґрунти. Найбільш іригаційно освоєні чорноземи південні відносно більш посушливої підзони південного степу на півдні області, чому сприяє рівнинний характер території і наявність джерел якісних зрошувальних вод (ріки Дунай і Дністер, прісні лимани і озера-лимани). На північ, зі зменшенням посушливості клімату і збільшенням розчленованості рельєфу, частка зрошуваних чорноземів (звичайних, типових і реградованих) суттєво зменшується, що посилюється також дефіцитом зрошувальної води. Лише незначні площі зрошення в області, включаючи придунайські рисові системи, приурочені до заплав і низьких терас рік з лучнувато- і лучно-чорноземними, лучними і алювіально-лучними ґрунтами, часто різного ступеня солонцюватості і засоленості.

РОЗДІЛ 2

ІСТОРІЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ЗРОШЕННЯ В ОБЛАСТІ

Історія іригації на Одещині започатковується з 70-х років позаминулого сторіччя, з часів заселення і землеробського освоєння цього загалом посушливого степового краю українцями, росіянами, молдованами, болгарами та іншими народами. У 1870-х роках біля м. Ізмаїла було побудовано першу на території області ділянку зрошення площею 160 га. В ці ж та наступні роки ділянки зрошення облаштовувались вздовж рік Дунаю та Дністра, інших річок Причорномор'я. Для забору води з річок та водойм і транспортування її на поля використовувались прості саморобні пристрої – дулани [86].

Суттєво інтенсифікується будівництво ділянок (масивів) зрошення колгоспами і радгоспами у повоєнні роки. В період з 1948 по 1957 роки практично у всіх селах Ізмаїльського, Ренійського і Кілійського районів були побудовані ділянки зрошення площею 100-150 га [86]. В ці ж роки побудовані Троїцько-Граденицька, Маяко-Біляївська, Василівська, Шкодогорська ЗС, зрошувальна система на о. Кислицькому. Загальна площа зрошуваних земель області на початок 1960 р. досягла 23,5 тис. га [87].

Найбільш же інтенсивно іригаційно освоюються землі області, пересічно із чорноземами південними і чорноземами звичайними, у період з 1965-1966 до 1990-1991 рр. Якщо у 1966 році площа зрошення складала 31,5 тис. га, то на 1 січня 1991 р. вона досягла 244 тис. га, тобто зрошувалось більше 9 % загальної площі сільськогосподарських угідь області [92]. Нові ЗС (Татарбунарська, Нижньодністровська, Білгород-Дністровська, Суворівська, Дунай-Дністровська, Червоноярська та ін.) побудовано в ці роки у Татарбунарському, Кілійському, Ізмаїльському, Біляївському, Білгород-Дністровському, Саратському, Овідіопольському, Арцизькому, Болградському і Савранському районах. Це природно, оскільки ці райони територіально близькі до основних джерел зрошувальної води – р. Дунай і придунайських лиманів-водосховищ, до рік Дністер та Півд. Буг. Побудовано 13,8 тис. га рисових ЗС на

засолених і солонцевих плавневих землях Дунаю в Ізмаїльському і Кілійському районах. В результаті на 80-90-і роки минулого сторіччя 18 районів області із 25 мали зрошувані землі. Загальна протяжність зрошувальних каналів становила 6981,6 км, трубопроводів – 5510,4 км, колекторно-дренажної мережі – 2680 км, працювали 408 насосних станцій сумарною продуктивністю 453,6 м³/с [92]. Поливи проводились пересічно дощуванням, на рисових системах – затопленням під культуру рису, а супутніх культур – дощуванням і затопленням.

Починаючи з 1991-1993 рр., на фоні загальної економічної кризи та відсутності належного фінансового і матеріально-технічного забезпечення як в Україні, так і на Одещині суттєво скорочуються площі фактично зрошуваних земель. Станом на 1 січня 2014 року в області числиться 226,8 тис. га зрошуваних земель (див. рис. 2). Фактично ж у різні роки останніх двох десятиліть зрошуються лише від 30-50 до 70 тис. га. Нині поливні землі є в 11 районах області (були у 18 районах у 1990-х роках). Забезпечують функціонування іригаційно-господарських об'єктів 242 насосні станції, 5,4 тис. км зрошувальних мереж, з них 951,4 км великі магістральні канали і трубопроводи, 79 км лоткової мережі [56, 87].

Скорочення площ фактичного поливу відбувається на фоні суттєвого погіршення стану наявних систем зрошення в умовах практично цілковитого припинення робіт з реконструкції наявних і будівництва нових ЗС, дефіциту і незадовільної якості парку зрошувальної техніки, ускладнення управління ЗС, земельними і водними ресурсами, в т. ч. і через значне збільшення кількості користувачів землями МЗ. При цьому суттєво зменшились норми зрошення і норми поливу сільськогосподарських культур, внесення органічних і мінеральних добрив, меліорантів, пестицидів і гербіцидів. В результаті очевидна тенденція до зниження урожайності вирощуваних на МЗ культур [80].

В останні десятиліття в практику іригації земель, в т. ч. і в Україні, все ширше впроваджується краплинний спосіб поливу. На Одещині площа краплинного зрошення перевищує 5 тис. га, поки що активно впроваджується у фермерських господарствах

Біляївського, Овідіопольського і Татарбунарського районів. Нині це технологічно найбільш досконалі, мінімально водо- і енергоємні, а відтак економічно доцільні та екологічно безпечні системи зрошення, основною особливістю яких є локальний характер зволоження ґрунту лише в зоні максимальної зосередженості рослинних коренів [80, 112]. В умовах краплинного зрошення впродовж всього періоду вегетації рослин вологість кореневмісного шару ґрунту стабільно підтримується на оптимальному рівні і без значних її коливань, повністю автоматизовано процес подачі поливної води із необхідними рослинам живильними елементами. При цьому суттєво зростають урожаї вирощуваних культур, порівняно із зрошенням дощуванням.

Висвітлена вище історія іригації на Одещині – це, з одного боку, часопис іригаційного освоєння земель регіону та його динаміки, в певній мірі – і технологій зрошення. А з другого боку, це чинник зрошувальної води та надзвичайно інтенсивного її впливу на чорноземі ділянок (масивів) зрошення і ландшафтно-геохімічне середовище загалом. Традиційно з початком зрошення чорноземі стають об’єктом ґрунтово-гідрологічних, ґрунтово-генетичних, агро- і біохімічних досліджень. У комплексній проблемі оцінки стану і перспектив іригації в області, оцінки стану та доцільного використання зрошуваних, незрошуваних чи зрошуваних раніше земель фахівців-агромеліораторів, й особливо ґрунтознавців, насамперед цікавить, а часто й непокоїть доля чорноземів МЗ. Справа в тому, що ці високородючі ґрунти степової зони надзвичайно «чутливі» до впливу поливної води, доволі суттєві ґрунтово-генетичні та ґрунтово-біопродукційні наслідки зрошення, частіше деградаційної направленості [15, 51, 61, 80, 83, 92, 97, 141 та ін.]. У зв’язку з цим актуальними для області були і залишаються з’ясування сутності, направленості та інтенсивності змін чорноземів при зрошенні і ґрунтово-генетичних наслідків їх іригації в різних ландшафтно- та агромеліоративних умовах, тенденцій еволюції показників їх стану в умовах припинення поливів на більшості МЗ в останні 15-20 років, оцінка сучасного АМС ґрунтів і земель МЗ з визначенням процесів та ступеня їх деградації. Це необхідно для

обґрунтування заходів щодо збереження при зрошенні чорноземів як генетично унікального типу ґрунтів та відновлення і розширеного відтворення їх родючості, відновлення зрошення в регіоні та підвищення його еколого-економічної ефективності. Ці питання і проблеми аналізуються у наступних розділах пропонованої монографії.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Як зазначалось у вступному і першому розділах монографії, найбільшої площі зона зрошення Одещини досягла у 1990-і роки і охоплює практично всі як підзональні, так і фаціально-кліматичні підтипи чорноземів у межах її території. Оскільки основна площа зрошення зосереджена в межах найбагатшого джерелами поливної води відносно посушливого півдня і південного заходу області, домінують у ґрунтовому покриві МЗ чорноземи південні і чорноземи звичайні як південноєвропейської теплої фації (міцелярно-карбонатні) в Задністров'ї, так і східноєвропейської помірно континентальної фації східніше долини Дністра. Суттєво менші площі зрошуваних чорноземів типових, реградованих та опідзолених у центральній і північній частинах області. Різняться ділянки (масиви) зрошення за якістю використовуваних для поливу вод, структурою сівозмін та ін. Зважаючи на це, основними методами вивчення морфогенетичних особливостей, речовинно-хімічного складу і властивостей чорноземів МЗ, їх зміни під впливом зрошення у попередні роки та тенденцій сучасної еволюції в постіригаційних умовах більшості МЗ є традиційні порівняльно-географічний, профільно-морфологічний та порівняльно-профільний, аналітичного вивчення ґрунтів та порівняльно-аналітичного співставлення отриманих результатів.

Методологічно необхідним при дослідження чорноземів МЗ області був і залишається порівняльно-географічний метод (чи підхід). Суть його – у спорідненому вивченні ґрунтів та природно-господарських умов їх утворення і функціонування, ретельному аналізі просторових відмінностей умов ґрунтоутворення та вихідних показників генетико-меліоративної характеристики чорноземів в розрізі ландшафтно-географічних зон і підзон, змін їхньої будови, складу і властивостей у залежності від конкретних природно- і агро-меліоративних умов на МЗ, включаючи іригаційну якість поливних вод. З огляду на сказане науковцями ОНУ імені І. І. Мечникова, починаючи з 1991-1995 рр., в різних ландшафтно-

географічних і ґрунтово-меліоративних умовах зони зрошення області закладено мережу стаціонарних ділянок довгострокового спостереження за показниками стану чорноземних ґрунтів і земель МЗ (ДСС, St), які зрошуються чи зрошувались раніше водами різної іригаційної якості. На переважній більшості цих ділянок досліджень поливи в останні 20 років не проводяться, і нині досліджувані чорноземи на стадії постіригаційної еволюції. Загальні відомості про зазначені ділянки ґрунтово-моніторингових досліджень наведено у цьому ж розділі нижче.

Основним же методом польового вивчення чорноземів МЗ, зокрема дослідження їх морфології та морфогенетичних особливостей загалом, слугує профільно-морфологічний (чи просто морфологічний) та порівняльно-профільний метод при співставленні зрошуваних і суміжних незрошуваних (богарних) чорноземів, чи зрошуваних водами різної іригаційної якості або в умовах припинення поливів в останні два десятиріччя. Цей метод забезпечує вивчення ґрунту з поверхні і на всю товщину його профілю по генетичних горизонтах, погоризонтне співставлення характеристик (значень) показників як між собою, так і з ґрунтоутворювальною породою. Вивчення будови ґрунтів та їх морфології надзвичайно важливе для діагностики генетичної природи, особливостей сучасного ґрунтоутворення і тенденцій еволюції чорноземів МЗ, оскільки в їх профілі як у дзеркалі сконцентрована вся інформація про процеси ґрунтоутворення як в минулому, так і сучасні, їх сутність, інтенсивність та генетико-географічні особливості.

Традиційно обов'язковими при дослідженні ґрунтів, й особливо чорноземів МЗ, є методи лабораторно-аналітичного вивчення їх речовинно-хімічного складу, властивостей, сутності та особливостей процесів їх генези та сучасної еволюції, кількісна та порівняльно-аналітична оцінка отриманих даних. Лабораторні аналізи зразків ґрунтів і зрошувальних вод МЗ виконувались за загальноприйнятими методиками і методами, атестованими згідно із вимогами Держстандарту України. Отримані результати аналітичного вивчення чорноземів масивів зрошення із залученням літературних матеріалів наводяться у наступних розділах нашої монографії.

Наводимо загальні відомості про стаціонарні ділянки довгострокового моніторингу стану чорноземних ґрунтів і земель (ДСС, St) МЗ області, закладених науковцями ОНУ імені І. І. Мечникова у 1993-1995 рр. Ділянки, як зазначалось вище, різняться за вихідними ландшафтно-географічними і ґрунтово-агромеліоративними умовами, іригаційною якістю зрошувальних вод та тривалістю періоду постіригаційної еволюції в останні два десятиріччя.

ДСС-2 Трапівська – I черга Дунай-Дністровської ЗС в межах Сасиксько-Саратського агроеліоративно-ґрунтового району [тут і далі агроеліоративно-ґрунтові райони за 32]. Геохімічно автономний ландшафт. Чорноземи південні теплої фації слаборозчленованої вододільної рівнини. Зрошення з 1983 року хлоридно-натрієвими водами із озера-водосховища Сасик мінералізацією в середньому 1,5, до 2,0 г/дм³. В останні 20 років не зрошується.

ДСС-3 Баштанівська – північна частина Татарбунарської ЗС в межах Дмитрівсько-Татарбунарського агроеліоративно-ґрунтового району. Геохімічно автономний ландшафт. Чорноземи південні теплої фації слаборозчленованої вододільної рівнини. Зрошення трансформованою дунайською водою із Дмитрівського водосховища сульфатно-натрієвого хімізму, мінералізацією в поливний сезон 0,8-1,0 (1,2) г/дм³. В останні 21 років зрошення не систематичне, з 2012 р. впроваджується краплинний спосіб поливу при вирощуванні овочевих культур.

ДСС-4 Десантненська – південна частина Татарбунарської ЗС в межах Кілійсько-Десантненського агроеліоративно-ґрунтового району. Нижньодунайська терасова рівнина. Геохімічно підпорядкований ландшафт. Чорноземи південні теплої фації. Зрошення прісними (0,3-0,5 г/дм³) гідрокарбонатно-кальцієвими водами р. Дунай. В останні 19 років не зрошується.

ДСС-5 Десантненська рисова – Мічурінська рисова ЗС в межах Нижньодунайського заплавно-плавневого агроеліоративно-ґрунтового району. Високий рівень заплави Дунаю. Геохімічно підпорядкований супераквальний ландшафт. Ділянка репрезентує

грунтово-меліоративні умови зрошення періодичним затопленням під культуру рису лучнувато- і лучно-чорноземних, чорноземних і лучних ґрунтів в межах високої заплави Дунаю та прилеглої надзаплавної тераси. В останні 16 років – в постіригаційному режимі.

ДСС-6 Фурманівська – Червоноярська ЗС в межах Кагул-Китайського агро меліоративно-ґрунтового району. Геохімічно автономний ландшафт. Чорноземи південні теплої фації слабозчленованої вододільної рівнини. Зрошення сульфатно-натрієвими водами із середньої частини озера-водосховища Китай мінералізацією 1,2-2,0 (до 3,0) г/дм³. В останні 20 років зрошення не регулярне, мінералізація зрошувальної води у ці роки порядку 3 – 4 г/дм³.

ДСС-7 Виноградівська – на землях Виноградівської ЗС Болградського району в межах Болградсько-Холмського агро меліоративно-ґрунтового району. Геохімічно автономний ландшафт. Чорноземи південні теплої фації, локально міцелярно-карбонатні. Розчленована вододільна рівнина. Зрошення сульфатно-натрієвими водами із верхів'я озера-водосховища Ялпуг (Тараклійський канал) мінералізацією 1,5-2,0 г/дм³ (до 2,5-3,0 г/дм³). В останні 20 років не зрошується.

St-10 Ялпугська – на землях Ялпугської ЗС в межах Кагул-Китайського агро меліоративно-ґрунтового району. Геохімічно автономний ландшафт. Чорноземи південні теплої фації поверхнево-міцелярно-карбонатні слабозчленованої вододільної рівнини. Зрошення з 1974 р. сульфатно-натрієвими водами із середньої частини озера Ялпуг мінералізацією 1,2-1,6 г/дм³. В останні 19 років практично не зрошується.

St-15 Котловинська – на землях Котловинської ЗС в межах Кагул-Китайського агро меліоративно-ґрунтового району на розчленованому рівнинному вододілі озер Ялпуг-Кагул. Геохімічно автономний ландшафт. Чорноземи південні теплої фації поверхнево-міцелярно-карбонатні слабо-розчленованої вододільної рівнини. Зрошення з 1975 р. сульфатно-натрієвими водами із середньої частини озера Ялпуг мінералізацією 1,0-1,5 г/дм³. В останні 19 років практично не зрошується.

Із наведеної загальної характеристики ділянок довгострокових стаціонарних ґрунтово-моніторингових досліджень бачимо, що на МЗ регіону в останні 20 років регулярні (чи навіть періодичні) поливи проводяться на площі не більше 10-20, до 30 % іригаційно освоєних у попередні роки земель. Цей факт посилює відмінності ділянок досліджень не тільки за сукупністю ландшафтно-агромеліоративно-ґрунтових умов, інтенсивністю зрошення та якістю поливних вод, але й за наявністю або відсутністю зрошення чи зменшення його інтенсивності в останні 20 років, тривалістю сучасного постіригаційного етапу еволюції ландшафтів і ґрунтів та екстенсифікації землекористування.

Паралельно із проведенням ґрунтово-моніторингових досліджень на стаціонарних ділянках зрошуваних (чи зрошуваних раніше) в ідентичних геолого-геоморфологічних і ґрунтово-меліоративних умовах проводились однотипні ґрунтово-моніторингові дослідження на суміжних незрошуваних (богарних) стаціонарних ділянках контролю стану чорноземів – ДСС-2Б, ДСС-4Б, ДСС-7Б та St-10В.

Згідно із методикою ґрунтово-моніторингових досліджень [73, 75, 76] на МЗ щорічно проводиться ландшафтно- і ґрунтово-меліоративний контроль АМС зрошуваних і суміжних незрошуваних земель із відбором зразків ґрунтів, поверхневих (з рік і водосховищ), зрошувальних і підґрунтових вод (ПВ) для лабораторно-аналітичних досліджень. При цьому візуально оцінюється стан ґрунтів і земель, зрошувальної мережі та посівів як на зрошуваних, так і суміжних незрошуваних полях та в умовах припинення зрошення в останні 20 років. Особлива увага приділяється масивам і ділянкам незадовільного АМС чи з очевидною тенденцією до його погіршення. Тут проводяться додаткові дослідження для встановлення причин меліоративних негараздів та обґрунтування заходів з оптимізації стану.

Після завершення ландшафтно- і ґрунтово-меліоративного контролю АМС земель МЗ на охарактеризованих вище ключових стаціонарних моніторингових ділянках щорічно закладаються ґрунтові розрізи глибиною до 1,5-1,6 м або ж свердловини ручним бурінням в 3 повторностях глибиною 1,5-2,0 м. В умовах же

геохімічно супераквальних ландшафтів, де рівень ПВ знаходиться на глибинах до 3-5 м, свердловини добурювались до рівня стояння вод, проби яких відбирались для лабораторного аналізу. Із генетичних горизонтів ґрунтових профілів були відібрані зразки ґрунтів і порід підґрунтя для лабораторно-аналітичного вивчення.

У відібраних зразках ґрунтів і порід визначались польова вологість, рН, гранулометричний склад, структурно-агрегатний та мікроагрегатний склади, засоленість і карбонатність, вміст і фракційно-груповий склад гумусу, ємність вбирання і склад ГВК, вміст доступних рослинам форм мінерального азоту, фосфору і калію. У пробах вод визначались рН, іонний склад та мінералізація, іони NH_4^+ і NO_3^- , P_2O_5 і K_2O .

Крім схарактеризованих вище польових і лабораторно-аналітичних досліджень чорноземів МЗ на ділянках довгострокового моніторингу показників їх АМС, фахівцями ОНУ імені І. І. Мечникова з 2011-2012 рр. вивчається вплив краплинного зрошення дністровською водою на речовинно-хімічний склад, властивості і родючість чорноземів південних Нижньодністровської ЗС. Дослідження проводяться на полях зрошуваних овочевих сівозмін і в персиковому саду СП «Гран» і «Добра городина» в Біляївському районі [49, 50, 135]. На стаціонарних ділянках двічі на рік – у вегетаційно-поливний і післяполивний (збір урожаю) періоди відбирались зразки ґрунтів для визначення показників агрохімічних і фізико-хімічних властивостей. Паралельно відбирались і аналізувались зразки ґрунтів на суміжних незрошуваних (богарних) полях в аналогічних геоморфолого-геологічних і ґрунтових умовах. Зважаючи на локальний характер зволоження ґрунту при краплинному зрошенні, зразки відбирались під краплинним водовипуском та в центрі міжрядь, які залишаються сухими в умовах краплинного зрошення.

Переходимо до викладу й аналізу результатів багаторічних агро меліоративно-ґрунтових досліджень чорноземів МЗ області, виконаних як авторами монографії, так й іншими дослідниками.

РОЗДІЛ 4 ДЖЕРЕЛА ТА ІРИГАЦІЙНА ОЦІНКА ЗРОШУВАЛЬНИХ ВОД

Гідрохімічний і поживний режим, фізичні, фізико-хімічні і біологічні властивості, а отже і родючість зрошуваних ґрунтів в значній мірі визначається якістю зрошувальних вод. При цьому слід зазначити, що механізми взаємодії між зрошувальною водою, ґрунтовим розчином і твердою фазою чорноземів дуже складні і багатогранні. Поливи водами підвищеної мінералізації, особливо за умови слабкої дренажності території, можуть призводити до накопичення легкорозчинних солей в ґрунтах, а низькомінералізованими водами (менше $0,5 \text{ г/дм}^3$) – до їх обезсолювання. Поливи водами із несприятливим співвідношенням одно- і двовалентних катіонів зумовлюють інтенсивний розвиток процесів вторинного осолонцювання і значне погіршення фізичних і водно-фізичних властивостей чорноземів [80, 91, 92, 97].

Для зрошення на масивах Одещини використовуються прісні гідрокарбонатно-кальцієвого хімізму води рік Дунаю і Дністра, а також ці ж води в різній мірі трансформованого хімізму та вищої (до $1-3 \text{ г/дм}^3$) мінералізації із водосховищ (водоймищ, озер, лиманів тощо). Вивченню хімізму цих вод присвячена обширна література, але переважна більшість даних стосується періоду кінця 80-х років минулого сторіччя. Водночас, починаючи з середини 1990-х років, стан справ в зрошуваному землеробстві країни зазнав суттєвих змін. Згортання зрошення і зменшення водозабору води, особливо із водосховищ, неминуче повинно призвести до зростання впливу на гідрохімічний режим водосховищ вод підвищеної мінералізації місцевих річок і зменшення впливу вод рік-донорів.

З метою простеження змін якості вод за останній більш ніж 30-річний період нами були виділені три періоди спостережень, у відповідності до інтенсивності зрошення в регіоні. Перший період – 80-90-і роки минулого сторіччя. Цей період характеризується інтенсивним зрошенням в регіоні і відповідно інтенсивним водообміном води в каналах і водосховищах. Дані стосовно якості

вод цього періоду запозичені із літературних джерел [92, 97]. Другий період – середина-кінець 90-х років минулого сторіччя. В цей період, внаслідок соціально-економічної кризи в країні, зрошення в регіоні почало скорочуватися. І третій період – це початок ХХІ сторіччя до сьогоднішнього дня. В цей період, внаслідок поглиблення кризи, зрошення в регіоні на переважній частині площ було практично припинено і відповідно водообмін води у водосховищах значно погіршився. Для другого і третього періоду нами використано дані моніторингу водного блоку, що виконуються кафедрою ґрунтознавства і географії ґрунтів ОНУ імені І. І. Мечникова і Одеською гідрогеолого-меліоративною експедицією в регіоні.

Більш детальна і повна характеристика зрошувальних вод накопичена по масивах зрошення Задністров'я Одещини. Систематичний багаторічний (1981-2014 рр.) контроль мінералізації та іонного складу вод дає підстави стверджувати, що безпосередньо води із ріки Дунай у всі роки спостережень залишаються відносно стабільними. Загальна мінералізація води в середньому близько 0,4 г/дм³. У водах домінують гідрокарбонат- і кальцій-іони. Їх частка у складі іонів приблизно однакова і складає близько 50-60 % відповідно від суми аніонів і катіонів. Вміст хлор- і сульфат-іонів коливається в достатньо широких межах, складаючи в середньому 20-30 % від суми аніонів. Серед катіонів вміст натрію близько 25-30 % від суми катіонів.

Таким чином, дунайські води характеризуються цілком сприятливим гідрокарбонатно-кальцієвим хімізмом. В той же час у ряді випадків, особливо в меженний період, у водах спостерігається підвищений вміст сульфат- і хлор-іонів і катіонів натрію, тобто тих іонів, які погіршують іригаційну якість води [35]. До негативних властивостей цих вод слід віднести дещо підвищену лужність, яка проявляється у літню пору при підвищенні температури і зменшенні розчинності вуглекислого газу. Однак, особливо токсичних для рослин іонів CO_3^{2-} в дунайських водах практично не фіксується. Разом з тим слід відзначити, що дунайські води характеризуються невеликими резервами кальцію. Відношення $\text{Ca}^{2+}:\text{Na}^+$ складає 2-3, а в літній період і 1-2 [120, 122].

Із Кілійського гирла вода із Дунаю по долинах річок і каналах за допомогою насосних станцій транспортується на більш високі гіпсометричні рівні, де акумулюється у водосховищах. На одній із найстаріших в області Татарбунарській ЗС в долинах річок побудовано цілий каскад водосховищ (Козійське, Дракулівське, Нерушайське, Дмитрівське, Виноградівське, Кагачське), куди вода подається самотічним способом по каналу «Міжколгоспний-Дунайський», а далі по долині річки Дракуля за допомогою насосних станцій. Таким же чином дунайська вода поступає в нижню частину придунайських озер і лиманів (Ялпуг, Катлабуг, Китай, Сасик).

Аналіз якісного складу зрошувальних вод показує, що на шляху транспортування від водозабору до водосховищ погіршується їх іонна структура та іригаційна якість (табл. 4.1). Ступінь погіршення якості дунайських вод в кожному конкретному випадку залежить від гідрогеологічних, господарсько-організаційних, гідрологічних та інших чинників. Так, наприклад, в каналі «Дунайський» в 90-х роках минулого сторіччя мінералізація (0,4-0,5 г/дм³) і іонний склад (гідрокарбонатно-кальцієвий) вод практично не відрізнялись від дунайських. Зменшення водозабору для зрошення, а відповідно й водообміну з Дунаєм, призвело до збільшення їх мінералізації майже в 2 рази. Змінився і хімізм води на сульфатно-хлоридно- або хлоридно-сульфатно-магнієво-натрієвий. Частка гідрокарбонат-іону зменшилась приблизно до 30 % від суми аніонів, а катіона кальцію до 25 % від суми катіонів. Кількість хлору, сульфатів, магнію і натрію зросла в 2-3 рази. Відношення $Ca^{2+}:Na^{+}$ звузилось в середньому до 0,5-0,6, тобто зменшилось в середньому в 3-4 рази. У Дмитрівському водосховищі мінералізація вод за відповідний період зросла з 0,8-0,9 до більш ніж 1 г/дм³. Порівняно з водою ріки Дунай, якісний склад води чітко трансформується з гідрокарбонатно-кальцієвого на хлоридно-сульфатно-магнієво-натрієвий. Серед аніонів домінують сульфат-іони (60 % від суми), а серед катіонів – натрій-іони – 50-60 %. Приріст мінералізації вод водосховища зумовлений також збільшенням кількості хлор- і магній-іонів.

Таблиця 4.1

Іонний склад поверхневих вод Одещини

Дата відбору (роки)	рН	Мінералізація, г/дм ³	Аніони				Катіони			
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
р. Дунай										
1981-1990	7,9	0,40	0,00	3,10	1,31	1,25	3,20	1,07	1,39	не визн.
1996-2000	7,8	0,40	0,00	3,12	1,22	1,40	3,05	1,36	1,31	0,02
2001-2014	7,9	0,42	0,00	3,20	1,20	1,50	3,10	1,07	1,61	0,02
Канал «Дунайський»										
1986-1990	8,1	0,41	0,30	3,20	1,31	0,90	2,70	1,32	1,69	не визн.
1996-2000	7,9	0,71	0,01	3,15	3,89	3,63	2,70	2,96	4,94	0,08
2001-2014	8,0	0,71	0,01	3,20	3,62	3,90	2,72	3,30	4,63	0,08
Дмитрівське водосховище										
1986-1988	7,8	0,87	0,20	2,90	3,11	6,89	3,50	3,79	5,81	не визн.
1996-2000	7,8	1,02	0,03	2,80	4,31	8,42	3,35	4,94	7,19	0,08
2001-2014	7,8	1,04	0,02	3,05	4,34	8,50	4,05	5,60	6,16	0,10
Сасикське водосховище (північна частина)										
1988	8,5	1,55	0,50	2,85	13,66	8,10	3,40	6,70	14,91	не визн.
1990-1994	8,6	1,31	0,70	2,10	13,11	5,50	3,20	4,53	13,47	0,21
1996-2000	8,0	1,80	0,03	3,20	16,83	9,06	3,10	7,65	18,14	0,23
2001-2014	8,1	1,99	0,07	3,33	19,83	9,27	4,04	8,97	19,00	0,49
озеро Китай (середня частина)										
1988	8,5	1,73	0,80	2,90	8,31	14,90	4,00	8,07	14,84	не визн.
1996-2000	8,0	2,60	0,07	3,57	12,62	24,23	5,00	13,52	21,71	0,26
2001-2014	8,0	3,00	0,03	3,48	14,54	28,87	6,20	15,74	24,57	0,41
озеро Ялпуг										
1988	8,3	1,48	0,50	3,70	6,71	11,60	3,20	5,84	13,47	не визн.
озеро Ялпуг (середня частина)										
2001-2014	8,1	1,07	0,03	3,67	5,94	6,69	2,30	5,68	8,07	0,28
озеро Ялпуг (верхів'я)										
2001-2014	8,1	1,61	0,00	6,00	8,65	10,00	3,30	9,43	11,61	0,31
озеро Ялпуг (північна частина), Тараклійський канал										
1996-2000	8,1	2,80	0,07	5,74	15,34	22,08	4,60	12,62	25,65	0,36
2001-2014	8,1	3,01	0,10	6,16	15,71	24,19	4,75	12,81	28,22	0,38
р. Дністер										
1986-1988	7,6	0,61	0,00	3,80	2,10	2,90	3,50	2,40	2,90	не визн.
2007-2011	7,4	0,53	0,00	3,72	1,23	2,39	4,03	1,90	1,41	0,15
Санжейське водосховище										
1986-1988	8,3	1,01	0,40	2,30	5,60	7,50	5,30	4,00	6,40	не визн.
2007-2011	8,0	3,54	0,24	4,52	16,00	34,08	15,14	15,54	23,95	0,21
Барабойське водосховище										
1986-1988	8,4	0,62	0,50	2,70	2,50	3,60	3,30	2,50	3,40	не визн.
2007-2011	8,0	0,73	0,13	3,2	2,07	5,41	3,43	4,45	2,88	0,16
Білівське водосховище										
1986-1988	8,4	1,86	0,70	3,90	11,90	12,80	7,50	8,03	13,50	не визн.
2007-2011	8,1	4,09	0,00	5,60	24,00	35,44	11,65	25,05	27,87	0,47

Дуже складна ситуація характерна для придунайських заплавних озер-водосховищ Китай, Ялпуг та ін., що використовуються як резервуари дунайської води. Вода водосховищ порівняно з дунайськими водами характеризується різкою зміною гідрохімічного режиму і трансформацією її складу. Зростання мінералізації води відбувається в основному за рахунок іонів хлору, сульфатів і натрію, тобто іонів, що погіршують іригаційну якість води. Суттєво при цьому змінюються лужні властивості вод. У водах з'являється іон CO_3^{2-} , рН їх зростає. Зазвичай рН вод сягає 8,3-8,5. Прогрівання вод у водосховищах, особливо мілководних, сприяє також осіданню із вод Ca^{2+} , відносний вміст його при цьому може зменшуватись в 1,5-2,0 рази. Підлужування вод особливо сильно проявляється у водоймах, де інтенсивно розвиваються синьо-зелені водорості (вода «цвіте»). В результаті активного споживання водоростями (а також планктоном) діоксиду вуглецю карбонатно-кальцієва рівновага зміщується у бік утворення CO_3^{2-} за реакцією $2\text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, а кальцій переходить в неактивний стан.

Безумовно, певний вплив на якісний склад вод водойм мають і річки, що впадають у їх верхів'я. В таблиці 4.2 представлені результати вивчення іонного складу вод малих річок Задністров'я. Як видно із наведених даних, води малих річок характеризуються підвищеною мінералізацією, яка в переважній більшості наближається або перевищує 4 г/дм^3 . У складі вод серед аніонів домінують хлор- і сульфат-іони, а серед катіонів переважають магній і натрій. Безумовно, такі води при значній їх частці можуть суттєво впливати на гідрохімічний режим водосховищ, особливо в їх верхів'ях.

Порівняно з 80-90-ми роками минулого сторіччя (інтенсивне зрошення), якісний склад вод у водосховищах при скороченні поливних площ і погіршенні водообміну з рікою донором зазнав суттєвих змін – значно підвищилась їх мінералізація. Так, в озері Китай в кінці минулого сторіччя внаслідок зменшення водозабору води для зрошення мінералізація води в його середній частині зросла з 1,7 до $2,6 \text{ г/дм}^3$. В іонному складі води серед аніонів домінують хлор- і особливо сульфат-іони – в середньому близько

24 ммоль/ дм³ (близько 60 % від суми аніонів). Води характеризуються підвищеною лужністю – рН в середньому складає 8,0. У складі катіонів домінують натрій-іони – в середньому близько 22 ммоль/дм³ (близько 55 % від суми катіонів) і магній-іони – 13,5 ммоль/дм³ (33 % від суми катіонів). Хімізм вод оз. Китай – хлоридно-сульфатно магнієво-натрієвий. Зростання мінералізації води зумовлене головно за рахунок хлор- і магній-іонів, приріст яких за відповідний період склав близько 50 %, і особливо за рахунок сульфат- і натрій-іонів, приріст яких склав від 50 до 70%. На початку XXI сторіччя фіксується подальше погіршення якості вод озера Китай. Середня мінералізація за цей період складає близько 3 г/ дм³. Слід також зазначити, що в останні роки простежується значне погіршення якісного складу вод. У дуже посушливому 2007 році рівень води у водоймі в середній її частині в результаті інтенсивного випаровування впав майже на півтора метра. Вплив на гідрохімічний режим водосховища вод Дунаю практично в цей рік був відсутній, а підземних вод навпаки суттєво зріс. В результаті восени рівень мінералізації у водосховищі в районі водозаборів перевищив 5 г/дм³. У 2008 році мінералізація води у водоймі дещо зменшилась, особливо весною за рахунок повеневих вод, але в цілому на протязі року залишалась достатньо високою 3,7-4,4 г/дм³. Аналогічна ситуація характерна і для 2012 року. В цей період була зафіксована мінералізація вод на рівні 6,5 г/дм³. В останні два роки мінералізація води в середній частині водосховища стабільно утримується на рівні 3,6-3,7 г/дм³.

Аналогічна ситуація спостерігається і в озері Ялпуг. Мінералізація води тут суттєво різниться по акваторії. В середній частині водойми вона становить близько 1,1 г/дм³, зростаючи до 1,6 г/дм³ у верхів'ях. Хімізм води озера Ялпуг аналогічний воді озера Китай. В північній частині озера (Тараклійський канал) якісний склад води значно погіршується. Якщо хімізм води залишається аналогічним середній частині водойми, то загальна мінералізація їх за звітний період змінювалась в середньому від 2,8 до 3,0 г/дм³. Порівняно з середньою частиною водойми частка сульфат- і натрій-іонів тут збільшується більше ніж втричі.

Таблиця 4.2

Іонний склад вод малих річок Задністров'я Одещини

Назва річки	pH	Мінералізація, г/дм ³	Аніони				Катіони			
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃	Cl	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
			ммоль/дм ³							
Хаджидер	7,55	4,76	0,00	7,80	28,80	37,82	11,00	21,60	41,60	0,22
Сарата	7,65	4,45	0,00	6,80	34,80	29,06	12,40	17,60	40,00	0,66
Когильник	7,85	3,72	0,00	9,00	14,60	32,44	7,80	15,80	32,00	0,44
Карасулак	7,70	3,93	0,00	7,80	18,60	34,86	16,00	21,60	23,60	0,06
Малий Катлабуг	7,65	4,67	0,00	10,80	32,80	31,82	19,00	33,00	23,20	0,22
Великий Катлабуг	7,95	4,93	0,00	6,50	22,50	47,75	13,60	26,40	36,40	0,35

Складна ситуація характерна і для Сасикського озера-лиману (перетвореного у водосховище). Відокремлення Сасика дамбою від моря і опріснення водою Дунайською водою через ряд причин не виконало свою головну функцію. Вода в значній мірі залишилась «морського» типу – хлоридно-натрієвою з мінералізацією близько 1,5 г/дм³. З побудовою «обвідного» каналу ДМК-2 вздовж східного берега водосховища вдалося дещо знизити мінералізацію води в місцях водозаборів для зрошення до 1,2-1,3 г/дм³, але якісний склад води залишився практично незмінним. З середини 90-х років минулого сторіччя внаслідок згорання зрошення і погіршення водообміну з Дунаєм спостерігається підвищення мінералізації вод в місцях водозаборів в середньому до 1,8 г/дм³. Сьогодні у зв'язку з повним припиненням зрошення, спостерігається підвищення мінералізації води у його північній частині майже до 1,9-2,2 г/дм³. Серед іонів тут значно домінують хлориди і натрій, частка яких сягає 60 % від суми аніонів і катіонів відповідно.

Зростання мінералізації вод у придунайських водосховищах в останні роки призводить до зменшення їх лужності. Вірогідно, це завдяки впливу MgSO₄ і Na₂SO₄ як солей слабкої основи і сильної

кислоти: наприклад, $\text{MgSO}_4 + 2\text{HON} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$; сірчана кислота, що утворюється, стає джерелом Н-іонів, які й нейтралізують лужність [52].

Сезонна динаміка якості вод характеризується погіршенням їх іригаційних характеристик наприкінці поливного сезону (серпень-вересень), коли зростає випаровування і погіршується водообмін.

Хімічний склад води ріки Дністер у всі періоди спостережень залишається відносно стабільним. Середня мінералізація води близько 0,5-0,6 г/дм³. Хімізм води гідрокарбонатно-кальцієвий. В якості водойм-накопичувачів, які використовують трансформовані дністровські води, насамперед на Нижньодністровській ЗС, слугують Санжейське, Барабойське і Біляївське водосховища. В період інтенсивного зрошення води водосховищ суттєво різнились за хімічним складом. За літературними джерелами [92, 97] середня мінералізація води в Барабойському водосховищі складала близько 0,6 г/дм³ при гідрокарбонатно-сульфатно-кальцієво-натрієвому хімізмі. В Санжейському водосховищі середня мінералізація була близько 1 г/дм³, хімізм води хлоридно-сульфатно-кальцієво-натрієвий. У Біляївському водосховищі мінералізація біля 1,9 г/дм³ при хлоридно-сульфатно-магнієво-натрієвому хімізмі.

В останні роки у водосховищах-накопичувачах відбулася суттєва трансформація іонного складу вод. Менш виражена вона в Барабойському водосховищі. Тут мінералізація води коливається в межах 0,6-0,8 г/дм³, складаючи в середньому 0,7 г/дм³. За аніонним складом води переважно гідрокарбонатно-сульфатні, інколи сульфатні. Катіонний склад мішаний – кальцієво-магнієво-натрієвий.

Більш суттєві зміни іонного складу зрошувальних вод характерні для Санжейського і Біляївського водосховищ. В Біляївському водосховищі води за хімічним складом в останні роки стабільно хлоридно-сульфатно-магнієво-натрієві з мінералізацією 3,6-4,6 г/дм³ (середня 4,09 г/дм³) і водневим показником 7,84-8,43 (середнє значення 8,10). Таким чином, погіршення водообміну спричинило збільшення мінералізації води практично в 2 рази без зміни її хімічного складу. Аналогічна ситуація характерна і для Санжейського водосховища: води за хімічним складом залишаються хлоридно-сульфатно-кальцієво-магнієво-натрієвими з мінералізацією від 0,5 до 3,8 г/дм³ і рН 7,02-8,44. В переважній більшості мінералізація води біля 3,5 г/дм³.

Оцінка якості вод, що використовуються для зрошення, повинна обов'язково базуватись на врахуванні їх хімічного складу. Оцінку якості вод для зрошення проводять зазвичай з двох основних позицій: за ступенем небезпеки осолонцювання ґрунтів і за ступенем небезпеки їх вторинного засолення. Запропоновано багато різноманітних методик оцінки якості вод. Так, в багатьох країнах світу широко використовують показник SAR (натрієво-адсорбційне відношення), розроблений Центральною лабораторією засолених ґрунтів США і «приведений» показник сорбованості натрію – SAR*, запропонований FAO і який враховує можливість осідання Ca у ґрунті або розчинення ґрунтового CaCO₃ при проходженні через нього води [92].

З 1994 року в Україні діє державний стандарт оцінки якості природної води для зрошення [35], який розповсюджується на всі природні поверхневі і підземні води, що використовуються для зрошення. Відповідно до цього стандарту, за агрономічними критеріями придатності води для зрошення поділяють на три класи: придатні, обмежено придатні і непридатні для поливу без попереднього поліпшення. Агрономічну оцінку якості здійснюють за небезпекою вторинного засолення і підлуження ґрунту, токсичного впливу на рослини і вторинного осолонцювання ґрунтів. В таблиці 4.3 представлена оцінка вод регіону за період наших спостережень.

Як бачимо із наведеної оцінки, вихідні дунайські і дністровські води (до приходу їх до водосховищ) у всі періоди спостережень є стабільно придатними для зрошення за всіма агрономічними критеріями. Навіть підвищена їх лужність в окремі літні періоди не змінює загальної оцінки. Це води I класу якості.

Більш складна ситуація спостерігається в каналах і водосховищах. Так, в каналі «Дунайський» при належному водообміні показники іригаційної якості та іригаційна оцінка вод практично не відрізняються від дунайських вод. Погіршення водообміну і зростання мінералізації води знижує їх якість і води стають обмежено придатними (II класу) за небезпекою токсичного впливу (вмістом хлору) на рослини і осолонцювання ґрунтів. Аналогічна оцінка характерна і для вод Дмитрівського водосховища.

Таблиця 4.3

Динаміка показників якості зрошувальних вод

Дата (роки)	Показники якості						Na ⁺ +K ⁺ Σ катіонів з урахув. Mg ²⁺ , %
	Вміст токс. солей, екв. Cl	рН	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻ – Ca ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	
			ммоль/дм ³				Небезпека вторинн. засолення
р. Дунай							
1981-1990	1,76	7,9	0,00	1,10	3,10	1,31	24,43
1996-2000	1,74	7,8	0,00	1,12	3,12	1,22	23,25
2001-2014	1,76	7,9	0,00	1,20	3,20	1,20	28,10
канал «Дунайський»							
1986-1990	4,83	8,1	0,30	1,20	3,20	1,31	29,60
1996-2000	5,04	7,9	0,01	1,15	3,15	3,89	47,96
2001-2014	4,84	8,0	0,01	1,20	3,20	3,62	46,03
Дмитрівське водосховище							
1986-1988	6,55	7,8	0,20	0,90	2,90	3,11	45,18
1996-2000	6,34	7,8	0,03	0,80	2,80	4,31	51,47
2001-2014	6,25	7,8	0,02	1,05	3,05	4,34	43,18
озеро Китай (середня частина)							
1988	19,25	8,5	0,40	0,90	2,90	8,31	64,64
1996-2000	18,20	8,0	0,07	1,57	3,57	12,62	71,30
2001-2014	20,40	8,0	0,03	1,48	3,48	14,54	68,63
Сасикське водосховище (північна частина)							
1981-1988	20,34	8,5	0,50	0,85	2,85	13,66	69,33
1990-1994	21,01	8,6	0,70	0,10	2,10	13,11	68,05
1996-2000	19,20	8,0	0,03	1,20	3,20	16,83	77,76
2001-2014	22,53	8,1	0,07	1,33	3,33	19,83	72,17
озеро Ялпуг							
1988	14,47	8,3	0,50	1,70	3,70	6,71	68,09
озеро Ялпуг (середня частина)							
2001-2014	8,19	8,1	0,03	1,67	3,67	5,94	65,82
озеро Ялпуг (верхів'я)							
2001-2014	11,99	8,1	0,00	4,00	6,00	8,65	66,93
озеро Ялпуг (північна частина), Тараклійський канал							
1996-2000	21,44	8,1	0,07	3,74	5,74	15,34	77,60
2001-2014	22,66	8,1	0,10	4,16	6,16	15,71	78,93
р. Дністер							
1986-1988	3,9	7,6	0,00	1,80	3,80	2,90	32,96
2007-2011	2,17	7,4	0,00	1,72	3,72	1,41	20,91
Санжейське водосховище							
1986-1988	10,56	8,3	0,40	0,30	2,30	5,60	40,76
2007-2011	24,07	8,0	0,24	2,52	4,52	16,00	43,27
Барабойське водосховище							
1986-1988	8,24	8,4	0,50	0,70	2,70	2,50	40,22
2007-2011	4,65	8,0	0,13	1,20	3,20	2,07	27,83
Біляївське водосховище							
1986-1988	21,2	8,4	0,70	1,90	3,90	11,90	47,08
2007-2011	30,6	8,1	0,00	3,60	5,60	24,00	55,57

Дата (роки)	Показники якості						$\sum \text{Na}^+ + \text{K}^+$ катионів з урахув. Mg^{2+} , %
	Вміст токс. солей, екв. Cl^-	pH	CO_3^{2-}	$\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$	HCO_3^-	Cl^-	
			ммоль/дм ³				Небезпека осолонцювання
Небезпека вторинн. засолення	Небезпека підлуження		Небезпека токсичного впливу на рослини				
Класи придатності вод							
I клас придатні	<5,0	<8,0	<0,1	<2,0	<3,5	<3,0	<40
II клас обмежено придатні	5-25	8,0-8,8	0,1-0,6	2,0-5,0	3,5-8,5	3,0-15,0	40-60
III клас непридатні	>25	>8,8	>0,6	>5,0	>8,5	>15,0	>60

Особливо складна ситуація із якістю зрошувальних вод із водосховищ Китай, Ялпуг, Сасик. За небезпекою вторинного засолення ґрунту і підлуження ґрунту та токсичного впливу на рослини води відносяться до обмежено придатних II класу. За небезпекою осолонцювання ґрунтів в середній частині і в верхів'ях водосховищ вони є стабільно непридатними без попереднього поліпшення.

Починаючи з середини 1990-х років, іригаційна якість вод у водосховищах поступово погіршується. Внаслідок згортання зрошення в регіоні у переважній більшості магістральних каналів і водосховищ чітко простежується тенденція до погіршення іригаційної якості вод за більшістю показників. У водах значно зріс вміст хлоридів і сульфатів магнію і натрію, у верхів'ях водосховищ часто до токсично небезпечного для рослин, в першу чергу за рахунок іонів хлору (Сасик, Ялпуг).

Що стосується іригаційної якості вод за небезпекою підлуження ґрунтів, то внаслідок зменшення надходження вод річок-донорів, зріс вплив на гідрохімічний режим водосховищ підземних вод і місцевих річок (Когильник, Сарата, Кіргіж та ін.), води яких, окрім паводкових періодів, характеризуються підвищеною мінералізацією (близько 4 г/дм³) і хлоридно-сульфатно-магнієво-натрієвим складом. Це призвело, з одного боку, до стабільного зниження лужності води в останні роки, а з іншого, викликало додаткове надходження солей натрію і магнію і значно погіршило якість вод за небезпекою осолонцювання ґрунтів.

Подібна картина спостерігається і для вод водосховищ, що використовують трансформовані дністровські води. Якщо в період переважно до II класу, то нині внаслідок суттєвого погіршення їх

якості, особливо в Санжейському і Біляївському водосховищі, води за небезпекою вторинного засолення і токсичного впливу на рослини (за вмістом хлору) відносяться до непридатних для зрошення.

Таким чином, результати досліджень засвідчують, що води рік Дунай і Дністер за всіма агрономічними критеріями були і залишаються іригаційно якісними, тобто придатними для поливу чорноземних ґрунтів МЗ. Води водосховищ, особливо в останні роки, мають чітку тенденцію до погіршення іригаційної якості. Очевидно, для покращення їх якості необхідно в першу чергу щорічно на початку поливного сезону проводити інтенсивне прокачування зрошувальної мережі з метою інтенсифікації водообміну з рікою-донором.

РОЗДІЛ 5

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ ЧОРНОЗЕМІВ МАСИВІВ ЗРОШЕННЯ ТА ТЕНДЕНЦІЙ ЇХ СУЧАСНОЇ ЗМІНИ

Наведемо і проаналізуємо матеріали вивчення, починаючи з 1970-х років, чорноземів МЗ Одещини. Зазначимо, що період до 90-х років минулого сторіччя характеризувався широкомасштабним іригаційним освоєнням земель області і систематичним їх зрошенням (пересічно дощуванням) водами різної іригаційної якості. В останні 20 років різко зменшились площі фактичного зрошення та інтенсивність поливу вирощуваних культур, на МЗ повсюдно впроваджується режим обмежено-вибіркового (оазного) зрошення та мішаної зрошувано-богарної системи землеробства з тенденцією до його екстенсифікації. В практику іригації сьогодення все ширше впроваджуються технології економічно найбільш доцільного нині краплинного зрошення.

Безумовно, різка зміна ландшафтно-гідрологічних умов територій у зв'язку із впровадженням зрошення та наступним його припиненням призводить до зміни природних ґрунтових режимів і процесів та зумовлених ними показників морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей тутешніх чорноземів [8, 17, 26, 80, 92, 97 та ін.]. І вивчення направленості та інтенсивності послідовної зміни тих чи інших ознак і характеристик чорноземів МЗ дозволяє встановити ряд послідовно змінюваних стадій їх еволюції та формування нових ознак і характеристик будови профілю, складу і властивостей, відповідних новим ландшафтно-екологічним і природно-агромеліоративним умовам території. Проілюструємо сказане наведеними нижче результатами вивчення морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей чорноземів МЗ області в умовах систематичного зрошення у попередні десятиріччя та припинення їх поливів і постіригаційної еволюції в останні 20 років. Матеріали вивчення впливу краплинного зрошення на чорноземи будуть висвітлені у наступному сьомому розділі нашого видання.

5.1. Морфологія та фізичні властивості

Грунтово-географічні дослідження, проведені нами та іншими авторами [62, 66, 99, 108, 109] в Задністров'ї України, де зосереджені основні ділянки наших стаціонарних моніторингових спостережень на МЗ, показали, що структура ґрунтового покриву тут характеризується, з одного боку, доволі високою однорідністю, пов'язаною з рівнинним характером рельєфу, з іншого – ускладнюється низкою факторів. В переліку таких чинників – неоднорідність ґрунтово-біокліматичних умов, наявність геохімічно автономних і геохімічно підпорядкованих ландшафтів, гідроморфних умов ґрунтоутворення. Додатково на структуру ґрунтового покриву впливало і впливає іригаційне освоєння території, яке зумовило виникнення нехарактерних вторинних ознак розвитку іригаційно спровокованих ґрунтоутворювальних процесів, серед яких вирізняються осолонцювання, дезагрегація, ущільнення (аж до злитизації), збільшення лабільності гумусу, декарбонатизація та інші. Всі ці процеси тією чи іншою мірою проявляються у зміні морфології профілю домінуючих тут чорноземів звичайних та південних. Згідно із даними ряду дослідників [66-68, 97, 99, 109] вони відносяться до теплої (понтичної) ґрунтово-біокліматичної фації і відрізняються від аналогів помірно-континентальної фації низкою морфологічних відмін. Зокрема, вони мають більш глибокий, але менш гумусований профіль. В цілому глибина гумусового горизонту модальних чорноземів звичайних і південних в найбільшій мірі залежить від їх географічного положення і гранулометричного складу. Так, у чорноземах південних легкоглинистих і важкосуглинкових на лівобережжі Дніпра глибина гумусованої товщі складає 53-74 см, на правобережжі – 65-88 см. В такому ж напрямку знижується глибина скипання від НС1 та залягання білозірки [67, 96, 99]. Ця закономірність характерна і для чорноземів звичайних і південних теплої фації Задністров'я України. В останніх також менш щільною є середня частина профілю (горизонт НР або РН) з менш вираженою горіхувато-призматичною його структурою, як це характерно для чорноземів помірно континентальної фації. Причиною цього

є більш м'який гідротермічний режим та висока біогенність ґрунтоутворення, що проявляється у значній кількості червоточин, копролітів, біокамер. В цілих умовах ці ґрунти характеризуються зернистою копрогенною структурою, яка в агроценозах еволюціонує в деструктивному напрямку – перетирається, розпилюється і стає схильною до брилоутворення.

Однією із складових чорноземоутворення, крім гумусового профілю, є карбонатний профіль, тому важливе діагностичне значення у чорноземах теплої і помірно континентальної фацій має форма карбонатних новоутворень. У останніх карбонатний профіль поділяється на дві зони: 1) міграційну, верхня межа якої маркується глибиною скипання від НС1, а карбонати знаходяться у розсіяній формі і візуально не проявляються; і 2) карбонатно-аккумулятивну – зону максимального скупчення карбонатів у формі чіткої білозірки. У чорноземах теплої фації (Задністров'я) міграційна зона проявляється чіткіше внаслідок наявності білої цвілі на гранях агрегатів і в пустотах («псевдоміцелій»). Тому на фаціальному рівні останні дістали назву міцелярно-карбонатних.

Раніше нами встановлено, що широкомасштабне зрошення чорноземів південного заходу України зумовлює інтенсифікацію промивного водного режиму, призводить до збільшення потужності ґрунтового профілю і його генетичних горизонтів [38, 92]. При цьому констатовано збільшення ступеня вилугуваності ґрунтів від карбонатів, про що свідчить зниження лінії скипання від НС1 на 13-22 см. Відповідно знизилась і верхня межа карбонатно-аккумулятивного горизонту, а карбонатні новоутворення (білозірка) стали менш консолідовані, розм'якли, зникло чітке відокремлення їх від вмішуючої ґрунтової маси.

Найбільш істотним морфологічним змінам піддається верхня частина ґрунтового профілю. Значно погіршується структура орного і підорного горизонтів. Дослідження показали, що кількість водотривких агрегатів діаметром більше 0,25 мм в орному горизонті зрошуваних чорноземів Нижньодністровської ЗС зменшилась з 46,1 % на богарі до 40,4 % на зрошенні; Татарбунарської ЗС відповідно з 48,0 до 41,9 %. Як результат ґрунтова структура гірше

протистоїть руйнівній дії дощових та зрошувальних вод [92]. Після поливів, як правило, утворюється міцна, шарувата, безструктурна кірка, яка перешкоджає розвитку рослин (особливо проростків) та погіршує повітрообмін і аерацію ґрунту. Майже повсюдно, незалежно від якості зрошувальних вод, у нижній частині орного – верхній підорного горизонтів зрошуваних чорноземів утворився специфічний ущільнено-злитизований горизонт (УЗГ), щільність будови якого складає 1,5-1,6 г/см³. У вологому стані він представляє собою монолітний, безструктурний, слабо проникний екран, який різко погіршує водно-повітряний та окисно-відновний режими нижчезалегаючих горизонтів, сприяє накопиченню вуглекислоти, що, в свою чергу, посилює розчинність карбонатів кальцію, підвищує їх рухливість і призводить до декарбонатизації. При підсиханні УЗГ розтріскується на однорідні горіхуваті агрегати розмірами 2-5 см (щільність будови окремих агрегатів сягає 1,8-1,9 г/см³) з різко вираженими ребрами і майже ідеальною акомодациєю граней [38-40, 92].

Дослідженнями встановлено, що комплексною причиною формування УЗГ є дезагрегація, порушення стійкості гумусового стану і карбонатного режиму в умовах зрошення. В результаті інтенсивне механічне навантаження сільськогосподарської техніки на ґрунт в умовах підвищеної вологості призводить до переорієнтації елементарних ґрунтових частинок (ЕГЧ). Електронномікроскопічні дані свідчать, що в агрегатах незрошуваних чорноземів ЕГЧ взаємодіють між собою по типу «базис-зкол» і «зкол-зкол». В агрегатах УЗГ ця взаємодія відбувається переважно по типу «базис-базис», що обумовлює дуже міцне зчеплення ЕГЧ і компактне складення агрегатів [38].

В умовах зменшення інтенсивності або повного припинення зрошення та суттєвого зменшення зрошуваних площ простежується тенденція до поступової ренатуралізації ландшафтів і ґрунтів, тобто до поступового відновлення їхніх вихідних (до зрошення) морфолого-генетичних ознак і властивостей. Ренатуралізація морфологічних ознак зрошуваних чорноземів прогнозно буде залежати від напрямку постіригаційної еволюції

основних профілеформуючих ґрунтових процесів і режимів – гумусоакумулятивного, водно-повітряного, окисно-відновного, сольового, карбонатного та ін. Дослідження цієї еволюції потребує подальшого тривалого їх моніторингу.

Важливою особливістю чорноземів степової і лісостепової зон Одещини є їх сприятливий водно-повітряний режим, обумовлений добрими фізичними властивостями. Антропогенне втручання, інтенсивні землеробські технології, які характеризуються високим механічним навантаженням на ґрунт, призвели до проявів процесів фізичної деградації, насамперед, їх переущільнення, знеструктурення, кіркоутворення, погіршення водно-повітряного режиму тощо, що призводить до погіршення агрономічних властивостей чорноземів. Відмітимо, що в свій час ще В. В. Докучаєв зазначав, що низькі врожаї на чорноземах частіше всього пов'язані з незадовільними їх фізичними властивостями [наведено за 74]. Погіршення цих властивостей – ущільнення, знеструктурення ґрунтів, зниження аерації та водопроникності можуть лімітувати врожайність сільськогосподарських культур навіть жорсткіше, ніж вміст у ґрунті поживних речовин.

Перш ніж перейти до викладу результатів наших досліджень на ділянках довгострокових стаціонарних спостережень зазначимо, що згідно з ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів [36] оптимальні параметри агрофізичних показників родючості ґрунтів для шару ґрунту 0-25 см чорноземів південних важкосуглинкових складають: щільність будови – 1,2-1,3 г/см³, вміст повітряно-сухих агрегатів 0,25-10 мм – 60-70 %, вміст водотривких агрегатів більше 0,25 мм – 50-60 %. Модальні параметри структурного складу і щільності будови орних ґрунтів України в залежності від гранулометричного складу для важкосуглинкових ґрунтів наступні: рівноважна щільність – 1,33 г/см³, вміст агрегатів більше 10 мм – 26,2 %, агрегатів 10-0,25 мм – 66,3 %, агрегатів менше 0,25 мм – 7,5 %, вміст водотривких агрегатів – 46,8 %, загальна шпаруватість – 50,2 % і шпаруватість аерації – 20,7 % [74].

Виключно інформативним показником агрофізичного стану ґрунтів є щільність їх будови. На жаль, і сьогодні в переважній

більшості його використовують для допоміжних цілей – перерахунку масових значень вмісту у ґрунті вологи, гумусу, солей, елементів живлення в об’ємні значення (запаси). Частіше всього, наприклад, підзолистий процес, результатом якого являється диференціація профілю, характеризують за трансформацією і перерозподілом органічних і мінеральних речовин та хімічних сполук, а не за щільністю будови. Не вивчався цей показник в Україні ні при великомасштабних ґрунтових обстеженнях в 1957-1961 рр., ні при агрохімічній паспортизації земель (з 1966 р.). Не приділяють йому уваги і у більшості країн Європи. Тут в програмах спостережень за ґрунтом в рамках моніторингу домінують хімічні показники і практично відсутні дані з щільності будови [72]. Разом з тим з появою проблеми переущільнення ґрунтів сільськогосподарською технікою інтерес до щільності будови значно зріс. Саме в агрономічних цілях за його допомогою вдалось виявити взаємодію і оптимізацію фізичних і агрохімічних факторів формування врожаю, обґрунтувати нові підходи до мінімалізації обробітку і конструювання знарядь. Щільність будови має велике генетичне і екологічне значення. Особливості режимів вологи, тепла, повітря, процесів міграції і трансформації речовин, їх швидкість і направленість тісно пов’язані з щільністю будови та її просторово-часовими характеристиками [55, 118].

Величина щільності будови кількісно характеризує ступінь ущільнення ґрунту. Перш ніж перейти до викладення результатів вивчення щільності ґрунтів в межах ділянок стаціонарних спостережень, їх змін в процесі іригаційного освоєння і в постіригаційний період зазначимо, що універсальної оцінки показника щільності будови у вітчизняному ґрунтознавстві не існує. Найбільш розповсюдженою є оцінка щільності, запропонована Н. А. Качинським [55]. Однак, ця оцінка недостатньо враховує генетичні особливості ґрунтів гігроморфних, оглеєних, в різній мірі гумусованих і повністю ігнорує відношення рослин до ущільнення в кореневмісному шарі. С. А. Наумовим [наводимо за 72] запропонована агрономічна оцінка щільності по відношенню до сільськогосподарських культур, в якій виділено чотири градації складення: пухке – $<1,1 \text{ г/см}^3$, ущільнене (оптимальне) –

1,1-1,3 г/см³, щільне – 1,3-1,4 г/см³ і дуже щільне – > 1,4 г/см³. Оптимальним діапазоном щільності орного шару для ґрунтів глинистого і суглинистого гранулометричного складу вважається щільність 1,0-1,3 г/см³ [118]. Останнім часом оцінки щільності будови значно уточнені для різних сільськогосподарських культур.

Результати визначення деяких показників фізичного стану незрошуваних чорноземів південних до початку зрошення і сучасний їх агрофізичний стан наведені в табл. 5.1. Із таблиці бачимо, що до початку зрошення чорноземи території досліджень характеризувались цілком сприятливим агрофізичним станом. У верхньому орному горизонті показник щільності будови цих ґрунтів складав 1,24 г/см³, поступово зростаючи вниз по профілю і сягаючи свого максимуму в карбонатно-аккумулятивному горизонті. Загальна шпаруватість ґрунтів у верхній частині профілю перевищувала 50 % і за оцінкою шпаруватості характеризувалась як задовільна. За вмістом агрономічно цінних агрегатів (0,25-10 мм) ґрунти характеризувались добрим структурним станом. Вміст макроагрегатів складав близько 25 %, а коефіцієнт структурності перевищував 2, що також дає підстави характеризувати дані ґрунти за структурним станом як добрі. За вмістом водостійких агрегатів ґрунти також характеризуються як добрі (більше 40 % водостійких агрегатів).

Як зазначалось вище, сучасні інтенсивні землеробські технології сприяють розвитку в ґрунтах процесів фізичної деградації. Проілюструємо цей факт на прикладі двох розрізів чорноземів незрошуваних ділянок ДСС-7Б і ДСС-2Б, які характеризують сучасний агрофізичний стан досліджуваних ґрунтів. Із даних табл. 5.1 видно, що незрошені чорноземи сьогодні характеризуються цілком типовими величинами щільності будови. У верхньому орному шарі чорноземів показник щільності складає 1,25-1,27 г/см³. Вниз по профілю спостерігається поступове наростання величини щільності в горизонтах Нр і РН. Максимальні значення цього показника характерні для карбонатно-аккумулятивного горизонту і складають 1,56 г/см³.

Деякі фізичні властивості незрощуваних чорноземів південних

Горизонт	Щільність твердої фази, г/см ³	Щільність будови, г/см ³	Загальна шпаруватість, %	Шпаруватість аерації при НВ, %	Структурний стан				Коеф. структурності	Коеф. водостійкості
					Сума агрегатів 0,25-10 (0,25-5) мм	Сума агрегатів > 10 мм	Сума водостійких агрегатів > 0,25 мм			
Чорноземи південні слабогумусовані важкосуглинкові – до початку зрощення										
Н ор.	2,65	1,24	53,2	22,2	70,2 (39,7)	22,9	40,5	2,4	0,43	
Н пл/ор.	2,65	1,31	50,7	19,9	70,2 (39,9)	24,4	32,8	2,3	0,35	
Нр	2,66	1,37	48,5	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	
РН	2,68	1,46	45,5	"-	"-	"-	"-	"-	"-	
Рhk	2,70	1,56	42,2	"-	"-	"-	"-	"-	"-	
Рк	2,70	1,46	45,9	"-	"-	"-	"-	"-	"-	
Чорноземи південні міцелярно-карбонатні слабогумусовані важкосуглинкові (ДСС-7Б)										
Н ор.	2,65	1,25	52,8	21,1	57,9 (38,5)	40,1	38,6	1,4	0,42	
Н пл/ор.	2,66	1,33	50,0	18,8	57,1 (36,9)	40,5	32,8	1,3	0,35	
Нр	2,66	1,33	50,0	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	
РН	2,68	1,40	47,8	"-	"-	"-	"-	"-	"-	
Рhk	2,68	1,49	44,4	"-	"-	"-	"-	"-	"-	
Рк	2,69	1,43	46,8	"-	"-	"-	"-	"-	"-	
Чорноземи південні слабогумусовані важкосуглинкові (ДСС-2Б)										
Н ор.	2,64	1,27	52,7	20,9	53,8 (36,9)	43,5	33,4	1,2	0,34	
Н пл/ор.	2,65	1,35	49,1	17,3	51,1 (34,2)	47,0	35,1	1,0	0,35	
Нр	2,65	1,37	48,3	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	
РН	2,67	1,46	45,3	"-	"-	"-	"-	"-	"-	
Рhk	2,68	1,56	41,8	"-	"-	"-	"-	"-	"-	
Рк	2,69	1,46	45,7	"-	"-	"-	"-	"-	"-	

Співставлення наведених результатів щільності будови вказує, що чорноземи південні і чорноземи південні міцелярно-карбонатні досліджуваної території в межах орного горизонту характеризуються оптимальними для рослин показниками. В середній і нижній частині профілю спостерігаються певні відмінності. Найнижчі значення показника щільності в нижній частині профілю характерні для чорноземів південних міцелярно-карбонатних теплої фації. Так, в карбонатно-аккумулятивному горизонті цей показник максимально складає $1,49 \text{ г/см}^3$. Це цілком підтверджує результати морфологічного вивчення ґрунтів, де саме в міцелярно-карбонатних чорноземах зафіксовано менш суттєве ущільнення середньої частини профілю і є цілком характерною ознакою цих ґрунтів.

Щільність будови суттєво диференціюється в просторі. Природним, первинним фактором цієї диференціації є процес структуроутворення. Але існують ще немало інших факторів, які можуть суттєво впливати на просторову диференціацію щільності будови – це сівозміни, обробіток, ґрунтооброблювальні машини, ходові системи машинно-тракторних агрегатів, добрива, меліоративні прийоми тощо.

Щільність будови ґрунтів не є постійною величиною. При сільськогосподарському використанні вона змінюється в залежності від агрофону (глибини і способу обробітку), погодних умов (рівень зволоження, інтенсивність атмосферних опадів) тощо. Період стабілізації щільності від моменту обробітку (час релаксації) становить один-два місяці в залежності від гранулометричного складу ґрунтів, тобто більшу частину року (9-11 місяців) ґрунт перебуває в рівноважному стані ущільнення. За середніми багаторічними даними рівноважна щільність орного горизонту чорноземів південних середньо- і важкосуглинкового складу складає $1,28 \text{ г/см}^3$ [118].

В контексті сказаного, безумовно, цікавим є питання визначення допустимого ущільнення ґрунтів, а також модальні параметри щільності будови освоєних ґрунтів. Достатньо добре відомим критерієм допустимого ущільнення (з урахуванням величини вологості) є величина повітроємності, яка не повинна складати менше 15 % від об'єму ґрунту, оскільки при цьому різко зменшується продукування вуглекислоти, суттєво послаблюється біологічна активність ґрунтів, нітрифікація, поглинання коріннями елементів живлення рослин, домінування анаеробних процесів.

Використовуючи спрощену формулу розрахунку, запропоновану В. П. Гордієнко та ін. [72] ми розрахували величину критичного ущільнення чорноземів досліджуваної території.

$$dv_k = \frac{85d}{Wd + 100}, \text{ де}$$

dv_k – критична щільність будови, г/см³;
 d – щільність твердої фази, г/см³;
 W – вологість, % від ваги ґрунту.

Для цього ми використали дані польової вологості ґрунту на рівні найменшої вологоємності (НВ) – близько 25,0 % для орного горизонту і 23,5 % для підорного. Слід відзначити, що співвідношення між твердою фазою, водою і повітрям в різних ґрунтах може складатись по різному, тому і значення допустимої щільності можуть відрізнятись. В наших розрахунках при найменшій вологоємності для орного шару величина критичного (допустимого) ущільнення складає 1,34-1,35 г/см³, тобто незначно перевищує оптимальні параметри для рослин. Отже, при НВ, яка відмічається весною практично на всіх орних землях ущільнювати чорноземи до величини більше 1,34-1,35 г/см³ недоцільно, оскільки при цьому вміст повітря сягає критичної величини 15 %. Розрахунки також дозволяють звернути увагу і на те, що при щільності нижче 1,1 г/см³ повітроємність ґрунту при тому ж рівні зволоження сягає 30 % і вище. Згідно із численними дослідженнями – це надлишковий рівень. При такій повітроємності і швидкому нарощуванні температур, що характерно весною, верхній шар ґрунту швидко вивільнюється від доступної вологи.

У відповідності з класифікацією Качинського загальна шпаруватість орного горизонту ґрунтів на рівні 50-55 % від ваги ґрунту вважається задовільною [55, 118]. В досліджуваних чорноземах загальна шпаруватість орного шару ґрунтів складає в середньому 52-53 % від ваги ґрунту, тобто є цілком задовільною. Вниз по профілю спостерігається поступове зменшення цього показника до 49-50 % в підорному горизонті. Найнижчих значень показник загальної шпаруватості набуває в горизонтах

Phk – 42-44 % (табл. 5.1). У ґрунтоутворювальній породі спостерігається деяке збільшення показника загальної шпаруватості до 46-47 %. Вочевидь, це пов'язано із значною мікрошпаруватістю лесових порід.

Чорноземи досліджуваної території у верхній частині профілю відносяться до добре аерованих ґрунтів. У верхніх горизонтах добре аерованих ґрунтів шпаруватість аерації має складати не менше 20-25 %, тобто близько половини від загальної шпаруватості. Безумовно, шпаруватість аерації залежить від польової вологості ґрунту. Розрахунки показують, що при вологості ґрунту на рівні НВ (близько 25,0 % для орного горизонту і 23,5 % для підорного) і оптимальній щільності 1,25-1,27 г/см³ шпаруватість аерації даних ґрунтів складає буде складати близько 21 % для орного горизонту і 18-19 % для підорного, тобто перевищувати нижній допустимий рівень аерації 15 %.

Сприятлива повітроємність ґрунтів при рівні зволоженості найбільш сприятливої для розвитку рослин (0,7-1,0 НВ) складає від 20 до 30 %, що у відповідності з розрахунками відповідає щільності будови ґрунтів близько 1,25-1,26 г/см³, які й можна вважати оптимальними, оскільки польові культури реалізують свій генетичний потенціал в найбільшій мірі в інтервалі щільності 1,10-1,30 г/см³.

Одним із основних факторів родючості ґрунту є його структура, оскільки саме в структурному ґрунті створюються оптимальні умови водного, повітряного, теплового, поживного режимів і відповідно умови життя вищих рослин та мікроорганізмів. Слід також зазначити, що структура ґрунтів досить динамічна у часі і має здатність руйнуватись і відновлюватись під дією природних та антропогенних чинників.

Результати визначення структурного стану богарних ґрунтів, представлені в табл. 5.1, дають підстави стверджувати, що чорноземи території досліджень загалом характеризуються цілком задовільним станом структури. Серед окремих груп агрегатів домінують макроагрегати розміром більше 10 мм. Їх вміст в межах гумусового горизонту складає близько 40-45 % від суми агрегатів.

За практично 30-річний період сучасного екстенсивного використання чорноземів в умовах богари вміст брилистих агрегатів зріс практично вдвічі порівняно з вихідним. За шкалою оцінки структурного стану ґрунтів чорноземи південні досліджуваної території характеризуються задовільним структурним станом [118]. Вміст мезоагрегатів розміром 0,25-10 мм складає від 51 % в підорному горизонті до 58 % в орному. Найбільш агрономічно цінні агрегати розміром від 0,25 до 5 мм складають близько 65-68 % від суми мезоагрегатів розміром 0,25-10 мм або в середньому 35-38 % від суми всіх агрегатів. Коефіцієнт структурності дещо перевищує 1, що цілком природно для сучасного структурного стану оброблюваних ґрунтів, але порівняно з вихідним зменшився практично у 2 рази.

Одним із важливих властивостей структурних агрегатів є їх водостійкість. Сума водостійких агрегатів в профілі досліджуваних ґрунтів перевищує 30 %. За сумарним вмістом водостійких агрегатів більше 0,25 мм ґрунти оцінюються задовільною водостійкістю [118]. Загалом, порівняно з вихідними показниками вміст водостійких агрегатів у верхньому орному горизонті зменшився на 2-7 %.

Таким чином, сучасний агрофізичний стан чорноземів досліджуваної території загалом можна охарактеризувати як задовільний за більшістю показників. Разом з тим, якщо оцінювати сучасний стан ґрунтів з точки зору прояву фізичної деградації за показниками структурності і щільності будови, то картина буде дещо іншою [74]. За показником рівноважної щільності ґрунти відносяться до недеградованих, а за вмістом агрономічно цінної структури (повітряно-сухих агрегатів 0,25-10 мм) та її водостійкості (водостійких агрегатів розміром більше 0,25 мм) – до середнього ступеня деградації. Зауважимо, що до початку зрошення ґрунти за показниками рівноважної щільності і вмісту агрономічно цінних агрегатів характеризувались як недеградовані, а за вмістом водостійких агрегатів як слабого ступеня деградації. На нашу думку, це є наслідком сучасних землеробських технологій – домінування інтенсивної плужної обробки, незбалансована мінеральна технологія живлення рослин, практично повна відсутність внесення органічних добрив і посівів багаторічних і однорічних бобових та бобово-злакових культур як в якості основних, так і проміжних, збільшення в структурі посівів частки просапних культур, значне відчуження побічної продукції, часте спалювання стерні тощо.

Комплекс агрофізичних властивостей чорноземів зазнає при зрошенні суттєвих змін. При цьому характер, направленість і швидкість процесів, що зумовлюють ці зміни, пов'язані насамперед з якістю зрошувальної води, терміном зрошення і умовами господарювання. Серед таких змін дослідниками найчастіше зазначаються: іригаційне кіркоутворення [29, 37, 44, 45, 52, 92, 97, 106], збільшення щільності будови та відповідне зменшення шпаруватості і погіршення аерації ґрунтової маси [27, 44, 65, 82, 92, 97], злитизація [132], диспергація [52], погіршення структурно-агрегатного стану [27, 65, 119], посилення тріщинуватості [2, 132], зниження водопроникності [29, 92, 97].

Найбільш широко розповсюдженим, практично універсальним явищем при зрошенні чорноземів є ущільнення і знеструктурення. Цей факт відмічають практично всі дослідники, хоча інтерпретація цього не у всіх випадках однозначна [82, 106].

Аналіз отриманих результатів досліджень засвідчує, що найсуттєвіше погіршення агрофізичних властивостей характерне для чорноземів, що зрошуються водами низької іригаційної якості (табл. 5.2). Так, зрошення чорноземів південних на протязі 10-15 років водами Сасикського водосховища (ДСС-2), оз. Китай (ДСС-6) і оз. Ялпуг (ДСС-7) призвело до значної трансформації показників агрофізичного стану, насамперед верхньої частини ґрунтового профілю в напрямку їх погіршення. Констатується суттєве ущільнення верхніх горизонтів профілю. Показник щільності будови у зрошуваних чорноземах зростає до 1,4-1,5 (1,6) г/см³, що характеризує ці ґрунти як дуже щільні. В періоди інтенсивного солонцепроявлення, що відмічались у роки із значною кількістю атмосферних опадів у зимово-весняний період, показники щільності верхньої осолонцьованої частини ґрунтового профілю навіть зростали до більш ніж 1,6 г/см³. Дещо зростала щільність будови і в підорному горизонті – до 1,40-1,47 г/см³. Спостерігалось суттєве ущільнення верхньої частини профілю (до 1,50 г/см³) і в ґрунтах, що використовувались у рисових сівозмінах, де зрошення проводилось затопленням цілком якісними дунайськими водами. Цілком очевидно, що ущільнення

Таблиця 5.2

Деякі фізичні властивості зрошуваних чорноземів південних

Горизонт	Щільність твердої фази, г/см ³	Щільність будови, г/см ³	Критична щільність будови, г/см ³	Загальна шаруватість, %	Шаруватість аерації при НВ, %	Структурний стан			Коеф. структурності	Коеф. водостійкості
						Сума агрегатів 0,25-10 мм	Сума агрегатів > 10 мм	Сума водостійких агрегатів > 025 мм		
Чорноземи південні (ДСС-2) – зрошення 10 років, мінералізація води 1,5 г/дм ³										
Нор.	2,63	1,46	1,35	44,5	8,0	28,2	67,7	34,0	0,39	0,35
Нп/ор.	2,65	1,40	1,39	47,2	15,5	48,6	46,4	37,3	0,95	0,39
Нр	2,67	1,41	не визн.	47,2	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.
РНк	2,68	1,46	"-	45,5	"-	"-	"-	"-	"-	"-
P(h)k	2,70	1,54	"-	43,0	"-	"-	"-	"-	"-	"-
Pk	2,72	1,43	"-	47,4	"-	"-	"-	"-	"-	"-
Чорноземи південні (ДСС-3) – зрошення 26 років, мінералізація води 0,8-1,0 г/дм ³										
Нор.	2,64	1,34	не визн.	49,2	не визн.	37,7	57,0	43,7	0,61	0,46
Нп/ор.	2,65	1,37	"-	48,3	"-	52,7	42,6	45,8	1,11	0,48
Нр	2,65	1,38	"-	47,9	"-	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.
РНк	2,68	1,47	"-	45,1	"-	"-	"-	"-	"-	"-
P(h)k	2,69	1,56	"-	42,0	"-	"-	"-	"-	"-	"-
Pk	2,71	1,56	"-	42,4	"-	"-	"-	"-	"-	"-
Чорноземи південні (ДСС-4) – зрошення 29 років, мінералізація води 0,4-0,5 г/дм ³										
Нор.	2,63	1,37	1,34	47,9	13,0	42,1	52,1	42,1	0,73	0,45
Нп/ор.	2,64	1,40	1,38	47,0	14,1	49,2	47,6	45,3	0,97	0,47
Нр	2,65	1,38	не визн.	47,9	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.
РНк	2,66	1,42	"-	46,6	"-	"-	"-	"-	"-	"-
P(h)k	2,67	1,53	"-	42,7	"-	"-	"-	"-	"-	"-
Pk	2,71	1,43	"-	47,2	"-	"-	"-	"-	"-	"-
Лучно-чорноземні глеє-осолоділі (ДСС-5) – зрошення 20 років, мінералізація води 0,4-0,5 г/дм ³										
Неgl	2,62	1,38	1,31	47,3	10,7	51,9	44,0	41,8	1,08	0,44
H(i)gl	2,63	1,50	1,37	43,0	6,5	31,4	67,1	35,0	0,46	0,36
Нр	2,64	1,39	не визн.	47,3	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.
РНк	2,66	1,41	"-	47,0	"-	"-	"-	"-	"-	"-
P(h)k	2,69	1,54	"-	42,8	"-	"-	"-	"-	"-	"-
Pk	2,72	1,44	"-	47,1	"-	"-	"-	"-	"-	"-
Чорноземи південні міцелярно-карбонатні (ДСС-6) – зрошення 16 років, мінералізація води 1,5-2,0 г/дм ³										
Нор.	2,63	1,38	не визн.	47,5	не визн.	29,3	65,9	41,2	0,41	0,43
Нп/ор.	2,65	1,42	"-	46,4	"-	36,2	60,0	41,7	0,57	0,43
Нр	2,66	1,43	"-	46,2	"-	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.
РНк	2,68	1,48	"-	44,8	"-	"-	"-	"-	"-	"-
P(h)k	2,69	1,56	"-	42,0	"-	"-	"-	"-	"-	"-
Pk	2,70	1,46	"-	45,9	"-	"-	"-	"-	"-	"-

Закінчення таблиці 5.2

Горизонт	Щільність твердої фази, г/см ³	Щільність будови, г/см ³	Критична щільність будови, г/см ³	Загальна ішпаруватість, %	Ішпаруватість аерації при НВ, %	Структурний стан			Коеф. структурності	Коеф. водостійкості
						Сума агрегатів 0,25-10 мм	Сума агрегатів > 10 мм	Сума водостійких агрегатів > 0,25 мм		
Чорноземи південні міцелярно-карбонатні (ДСС-7) – зрошення 10 років, мінералізація води 1,5-2,0 (2,5) г/дм ³										
Нор.	2,64	1,54	1,34	41,7	2,7	15,3	83,6	46,0	0,18	0,46
Нп/ор.	2,65	1,47	1,39	44,5	10,0	38,4	60,6	46,0	0,62	0,46
Нр	2,66	1,36	не визн.	48,8	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.
РНк	2,68	1,37	"-	48,8	"-	"-	"-	"-	"-	"-
Р(h)к	2,69	1,49	"-	44,6	"-	"-	"-	"-	"-	"-
Рк	2,70	1,47	"-	45,6	"-	"-	"-	"-	"-	"-

в останньому випадку пов'язане з оглеєнням верхньої частини профілю ґрунтів в умовах достатньо тривалого анаеробного періоду та елювіально-ілювіальними процесами. При використанні для зрошення чорноземів іригаційно якісних зрошувальних вод процеси ущільнення верхньої частини профілю менш значимі і складають 1,34-1,37 г/см³. Може викликати певне заперечення той факт, що рівноважна щільність у зрошуваних чорноземах визначалась за різних рівнів вологості ґрунтів. Літературні джерела засвідчують, що зв'язок між щільністю будови і вологоємністю ґрунту не є достатньо надійним [72]. Так, в чорноземних ґрунтах, де була використана значна вибірка, коефіцієнт кореляції між щільністю будови і вологоємністю склав менше – 0,5, а коефіцієнт варіації відповідно менше 0,25, тобто менше 25 % варіації вологоємності можна пояснити за рахунок щільності будови. Наші багаторічні дослідження на Дунай-Дністровській ЗС під різними культурами (озима пшениця, кукурудза на зерно, ріпак, люцерна) показали, що рівноважна щільність при рівнях вологоємності від 0,4 до 0,9 НВ складала 1,47-1,49 г/см³, а під люцерною 1,41-1,45 г/см³ при тих же рівнях вологоємності. Таким чином, дрейф рівноважної щільності при різних рівнях вологості від середньої величини складав близько 0,03 г/см³. Виходячи з цього, цілком очевидно, що саме зрошення спричинило ущільнення верхніх горизонтів ґрунтів, особливо

при використанні вод підвищеної мінералізації з несприятливим співвідношенням одно- і двовалентних катіонів (ДСС-2, 6, 7), і насамперед розвиток процесів вторинного осолонцювання.

Ущільнення верхньої частини профілю зрошуваних чорноземів призвело до зменшення загальної шпаруватості. В середньому загальна шпаруватість верхньої частини профілю порівняно з періодом започаткування зрошення знизилась на 3-6 % при використанні іригаційно якісних вод, а при використанні вод підвищеної мінералізації на 6-12 %. Суттєво зменшується шпаруватість аерації. Уже при щільності будови більше $1,35 \text{ г/см}^3$ шпаруватість аерації при НВ стає менше критично допустимої (15 %). При щільності будови більше $1,5 \text{ г/см}^3$ повітроємність при НВ складає 3-6 %.

Разом із ущільненням, знеструктурення чорноземів при зрошенні є найбільш широко розповсюдженим, практично універсальним явищем. Як зазначалось вище, інтерпретація цього не у всіх випадках однозначна. Розрушення зернистої і дрібногрудкуватої структури чорноземів і зростання їх брилуватості пов'язують з використанням важких сільськогосподарських машин не в стані спілості ґрунтів, в результаті чергування циклів підвищеного зволоження при поливах і наступного їх висушування, механічного розрушення агрегатів при дощуванні високої інтенсивності. Розрушення ґрунтової структури також має місце за рахунок вибухової хвилі повітря, затиснутого в мікроагрегатах і витісненого із них при зволоженні. Чинником розрушення також може бути застоювання води на поверхні в тих випадках, коли інтенсивність її надходження перевищує швидкість всмоктування. Дуже швидко негативні наслідки зрошення на структурний стан чорноземів проявляються при використанні для поливів слабомінералізованих натрійвміщуючих вод, в результаті розвитку процесів вторинного осолонцювання.

Зміни в структурно-агрегатному складі ґрунтів спостерігаються уже в перші роки зрошення. Ряд авторів [52, 92, 97 та ін.] зазначають, що навіть після разових поливів фіксуються негативні зміни, які проявляються насамперед у збільшенні вмісту брилистих фракцій агрегатів у верхній частині профілю. З продовженням зрошення

відмічаються зміни агрегатного стану і структурних показників в підорних горизонтах.

Негативні зміни в структурі особливо посилювались при зрошенні слабомінералізованими водами. Якщо при використанні іригаційно якісних вод вміст брилистих агрегатів більше 10 мм зростає в орному горизонті в середньому до 45-55 %, тобто практично вдвічі порівняно з незрошуваними аналогами, то при зрошенні натрійвміщуючими водами зростання більш суттєве – до 65-85 %. Відповідно коефіцієнт структурності в першому випадку зазвичай складає 0,6-1,1, при використанні слабомінералізованих вод в середньому біля 0,4, а в окремих випадках, в роки інтенсивного прояву процесів фізичної солонцюватості, знижується до 0,2. Відчутні негативні зміни і в підорному горизонті зрошуваних ґрунтів. Коефіцієнт структурності тут, як правило, менше 1, особливо при використанні вод низької якості та в глеє-ілювіальному горизонті ґрунтів рисових чеків.

Відомо, що однією із важливих властивостей структурних агрегатів є їх водостійкість. Зрошення призводить до різних змін водостійкості агрегатів, але характер цих змін неоднозначний. Приблизно в половині випадків відбувається зменшення водостійкості агрегатів при зрошенні, а в половині – збільшення або відсутність змін. При цьому найбільш суттєві зміни характерні для верхнього орного шару. В початковий період зрошення фіксується зменшення водостійкості агрегатів, а із збільшенням терміну зрошення водостійкість зростає до значень, що перевищують водостійкість агрегатів в умовах без зрошення. На думку багатьох авторів це пов'язано з наявністю при зрошенні агрегатів з дуже щільним упакуванням елементарних ґрунтових частинок, які характеризуються дуже низькою внутрішньоагрегатною шпаруватістю. Як зазначають дослідники, при цьому відбувається переорганізація ґрунтової маси і утворення нової структури з чітко вираженими негативними змінами внутрішньоагрегатного шпарового простору і шпаруватості загалом. Ці агрегати практично не мають агрономічної цінності, хоча за існуючою методикою визначення попадають в градацію водостійких. Саме в результаті практично повної відсутності внутрішньоагрегатних шпар вони не

розрушуються при мокрому просіюванні. Як зазначає В. В. Медведєв [74], якщо такі агрегати попередньо тривало капілярно наситити вологою, то їх водостійкість виявиться хибною.

Результати визначення водостійкості агрегатів зрошуваних чорноземів цілком підтверджують викладені міркування. Нагадаємо, що на період спостережень термін зрошення на різних ділянках складав від 10 до 29 років. В переважній більшості на ділянках спостережень незалежно від якості зрошувальних вод фіксується незначне зростання вмісту водостійких агрегатів і за їх вмістом ґрунти переважно відносяться до градації з доброю водостійкістю. Детальні дослідження на Дунай-Дністровській ЗС (ДСС-2) цілком підтверджують висновки багатьох авторів щодо змін у вмісті водотривких агрегатів. Після чотирьох років зрошення вміст водотривких агрегатів у верхній частині профілю порівняно з незрошуваними аналогами зменшився майже на 10 % (з 40,5 до майже 31,5 %), а в наступні 6 років зрошення зріс до 34,5 %. Майже на 4 % зріс вміст водостійких агрегатів і в підорному шарі.

Після припинення зрошення спостерігається поступове покращання структурного стану ґрунтів на всіх МЗ. На сьогодні чорноземи, що раніш зрошувались якісними водами, за показниками структурного стану наближаються до своїх богарних аналогів. В них зростає частка агрономічно цінних агрегатів, а коефіцієнт структурності складає 0,9-1,2. Чорноземи, що раніш зрошувались неякісними водами, на сьогодні ще містять в собі дещо підвищену кількість брилистих агрегатів (50-55 %), а коефіцієнт структурності в них складає 0,7-0,9. За вмістом водотривких агрегатів чорноземи масивів зрошення також практично відповідають своїм сучасним незрошуваним аналогам.

Безумовно, сьогоднішня низька культура землеробства, яка супроводжується зменшенням вмісту гумусу в чорноземах, не сприяє покращенню умов для їхньої агрегації. Тільки за високої культури землеробства, регулюючи фактори, що впливають на структуру ґрунту, а через структуру і на його щільність будови, можливо в значній мірі покращити цілий комплекс агрофізичних показників чорноземів МЗ. До цих факторів впливу відносять внесення

органічних добрив, хімічних меліорантів, полімерних препаратів, високу культуру землеробства. Саме ці чинники характеризуються сильним антидеградуючим ефектом. В нинішніх умовах гострого дефіциту коштів у господарствах для придбання меліорантів, занепаду тваринництва і як наслідок – нестачі органічних добрив необхідно в більшій мірі використовувати внутрішні резерви – обов'язкове вирощування в сівозмінах багаторічних і однорічних бобових і бобово-злакових культур як в якості основних, так і проміжних, запроваджувати прийоми сидерації, залишати на полі більшу частину побічної продукції і заборонити спалювання стерні тощо.

5.2. Засоленість чорноземів

В умовах сьогодення однією із актуальних проблем природного середовища посушливих районів півдня України є питання засоленості ґрунтів і підґрунтя і пов'язані з цим проблеми солонцюватості ґрунтів. Це обумовлено цілим рядом причин і факторів, серед яких слід відзначити складні процеси формування територій, значне різноманіття ландшафтів, аридність клімату, яка значно зростає в останні десятиріччя, масштабні антропогенні зміни, особливо в контексті проблем розвитку і стану зрошеного землеробства тощо.

Загальновідомим є факт, що для ґрунтово-лесової товщі вододільних масивів степової зони типовим є залишково-аккумулятивний тип сольових характеристик, для якого характерна наявність диференціації профілю на верхню незасолену частину з потужністю від 2-3 до 5-7 м і нижню засолену. Сучасна ж стадія розвитку ґрунтів даної зони характеризується загальною спрямованістю процесу в бік їх розсолення під дією низхідних потоків атмосферної вологи різної інтенсивності.

Визначальна роль у характері засоленості належить рельєфу – його гіпсометричному і геоморфологічному рівню, характеру розчленованості території, рівню підґрунтових вод (РПГВ) тощо. Рельєф є домінуючим чинником, що впливає на хімізм поверхневих

і латерально-підґрунтових потоків, склад і властивості ґрунтів, в тому числі і характер їх засоленості [13, 92, 97]. Підпорядкованим чинником впливу на сучасну засоленість ґрунтово-підґрунтової товщі є агромеліоративна освоєність території.

Переважно більша за площею частина досліджуваної території розташована на підвищених елементах рельєфу. В геоморфологічному відношенні – це широкі вододільні рівнини та високі дочетвертинні і ранньочетвертинні тераси рік. Вони добре дреновані, тому тут домінують автоморфні ґрунти – чорноземи звичайні і чорноземи південні. Для цих територій характерний більш менш однорідний для всієї ґрунтово-підґрунтової товщі склад і профільний розподіл водорозчинних солей. Склад водорозчинних солей представлений у верхній (незасоленій) зоні бікарбонатами кальцію і магнію при незначній кількості хлоридів і сульфатів (інколи присутня сода), а в нижній (засоленій) зоні домінують сульфати кальцію, магнію і натрію і в незначній кількості бікарбонати лужних катіонів і хлористий натрій. Вирішальну роль у варіюванні вилугованої і засоленої зон та вмісту водорозчинних солей в останній відіграє гіпсометричний рівень і ступінь дренованості території – чим вона нижча і більш вирівняна, тим інтенсивніше засолена лесова товща [97].

Проведені нами багаторічні дослідження цілком підтверджують дані щодо особливостей формування сольового режиму верхньої частини ґрунтово-підґрунтової товщі елювіальних ландшафтів території Закарпаття та Одещини. Ґрунтові води в межах цього ландшафту залягають на глибинах 8-10 м і глибше й не приймають участі у ґрунтоутворювальних процесах, водозабезпеченості сільськогосподарських культур і не витрачаються на випаровування. За таких умов хімізм верхньої частини ґрунтово-підґрунтової товщі формується при визначальній ролі низхідних потоків атмосферної вологи та елюювання із ґрунтового профілю водорозчинних солей.

Результати наших досліджень показують, що характер вихідної (до зрошення) засоленості ґрунтів автоморфних ландшафтів є типовим для біокліматичних умов Закарпаття (додаток А). Вміст водорозчинних солей в гумусованій частині профілю зазвичай

складає 0,04-0,05 % від ваги ґрунту. Серед аніонів водної витяжки домінує гідрокарбонат-іон, а відношення іонів хлору до сульфату близько 1 [92, 97, 121, 123, 124]. В окремі роки, особливо навесні, після інтенсивного вилуговування в осінньо-зимово-ранньовесняний період під впливом атмосферних опадів, а інколи і восени після інтенсивних дощів, вміст солей може знижуватись в кореневмісному шарі ґрунтів (0-50 см) до 0,03-0,04 і навіть до 0,02-0,03 %, тобто ґрунти стають практично знесоленими. На сьогодні в науковій літературі важливим є питання категорії незасолених ґрунтів. Власне незасолених ґрунтів не існує і не дарма останнім часом почали звертати увагу на знесоленість ґрунтів як їх несприятливу властивість. Причому це питання характерне як для богарних, так і зрошуваних і виведених зі зрошення ґрунтів, про що буде вказано нижче. Так, Л. М. Бурдін вважає, що в умовах Краснознам'янської ЗС існує критична межа (0,07 % за загальною сумою солей), нижче якої при подальшому розсоленні відбувається деградація вбирального комплексу ґрунтів, винесення всіх його складових з випереджаючим вилуговуванням кальцію [18]. С. П. Позняк відмічає, що за наявності 0,03-0,04 % водорозчинних солей вимиваються елементи кореневого живлення рослин, що призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур [97].

Для карбонатної частини профілю автоморфних богарних ґрунтів (50-150 см) характерне незначне зростання вмісту водорозчинних солей, як правило, до 0,06-0,08 % (ДСС-2Б, ДСС-7Б). Вміст токсичного хлор-іону достатньо рівномірно розподіляється по профілю ґрунту, що може засвідчувати щорічне промочування товщі профілю низхідними токами атмосферної вологи. Серед катіонів водної витяжки по всьому профілю значно домінує кальцій. В окремі періоди вміст солей може зменшуватись в карбонатній частині профілю до 0,05-0,06 %, що засвідчує низхідну складову в промочуванні профілю під впливом атмосферних опадів.

Серед солей домінують нетоксичні бікарбонати кальцію, що є одним із факторів формування сприятливих властивостей ґрунтів та їх родючості. Загалом вміст токсичних солей в кореневмісному шарі чорноземів центральної частини території досліджень (ДСС-2Б)

становить 40-50 % від їх загальної кількості, а в карбонатній частині зростає до 50-60 %. В міцелярно-карбонатних чорноземах південно-західної частини території (ДСС-7Б) вміст токсичних солей є суттєво нижчим і складає близько 30 % від їх загальної кількості. Вміст водорозчинного натрію також рівномірний по профілю і складає в середньому близько 0,15 в чорноземах центральної частини території і 0,05-0,09 ммоль/100 г ґрунту в чорноземах західної частини. Разом з тим, спостерігаються певні відмінності у співвідношенні дво- і одновалентних катіонів солей, зокрема $\text{Ca}^{2+}:\text{Na}^+$, що пов'язано із відмінностями вмісту водорозчинного кальцію і натрію в ґрунтах. Так, у центральній частині території досліджень в межах гумусованої частини профілю чорноземів південних це відношення в середньому складає 1,5-3,7 (ДСС-2Б). В міцелярно-карбонатних чорноземах південних крайнього південного заходу (ДСС-7Б) це співвідношення зростає до 5, а в окремих випадках до 10. Це засвідчує, що дані чорноземи характеризуються більш високим вмістом та запасами кальцію і внаслідок цього вони характеризуються більш високою буферною здатністю порівняно із чорноземами вододільних територій центральної частини Задністров'я Одещини.

Таким чином, хімізм засоленості чорноземів автоморфних ландшафтів території досліджень, як правило, мішаний – сульфатно-або хлоридно-гідрокарбонатно-кальцієвий. Відповідно до існуючої класифікації ґрунтів за ступенем засолення в залежності від хімізму солей незрошувані чорноземи південні досліджуваної території є незасоленими [22].

В чорноземах геохімічно підпорядкованих ландшафтів гіпсометрично нижчих позицій (Нижньодунайська терасова рівнина – ДСС-4Б) спостерігаються певні відмінності характеру засоленості ґрунтів порівняно з ґрунтами автоморфних ландшафтів. Насамперед, ці відмінності характерні для нижньої частини профілю. Визначальним чинником цього є рівень і мінералізація підґрунтових вод. Справа в тому, що богарні землі на системах розрідженого зрошення (40-60 %) розкидані окремими масивами в границях контуру системи і іригаційні-підґрунтові води тут формуються у вигляді валів і бугрів, які в наступному зливаються

в єдиний горизонт іригаційно-підґрунтових вод. За часів зрошення (до 1995 року) глибина залягання підґрунтових вод на богарних землях складала близько 3-3,5 м, а на сьогодні вона понизилась до 4-4,5 м у зв'язку з відсутністю зрошення.

Результати досліджень показують, що в межах гумусованої частини профілю цих чорноземів вміст і склад солей у них практично не відрізняється від чорноземів плакорних автономних ландшафтів і складає від 0,05 до 0,08 %. У нижній частині профілю (в межах капілярної кайми з глибини 80-100 см) спостерігається суттєве збільшення вмісту водорозчинних солей. Серед аніонів водної витяжки тут різко зростає вміст сульфат-іонів і в меншій мірі хлор-іонів, особливо в другому метровому шарі ґрунту, а серед катіонів – натрій-іонів. Внаслідок впливу слабомінералізованих підґрунтових вод (мінералізація близько 3 г/дм³) сульфатно-гидрокарбонатно-натрієвого хімізму вміст водорозчинних солей в нижній карбонатній частині профілю цих чорноземів складає від 0,20 до 0,35 % від ваги ґрунту. Серед солей тут домінують хлориди і сульфати натрію і магнію. Хімізм засолення в більшості випадків хлоридно-сульфатно-натрієвий. Ступінь засолення слабкий за загальною сумою солей і середній за сумою токсичних солей. Слід також звернути увагу на той факт, що в другому метровому шарі досліджуваних ґрунтів періодично з'являються іони нормальної соди (іон CO₃²⁻), що пов'язано з впливом лужних підґрунтових слабомінералізованих вод. Хімізм засоленості чорноземів підпорядкованих ландшафтів у нижній частині профілю в даному випадку класифікується як хлоридно-сульфатно-натрієвий «із слідами соди». За глибиною залягання першого сольового горизонту максимального загального вмісту солей дані ґрунти належать до глибокосолончакуватих.

За останні майже 20 років внаслідок згортання зрошення рівень підґрунтових вод на МЗ поступово знижується. Нині кількісний вміст водорозчинних солей у ґрунтах ділянок геохімічно підпорядкованих ландшафтів визначається низхідно-висхідним рухом капілярної вологи. Сьогодні чітко простежується поступова тенденція до зменшення засоленості нижньої частини профілю богарних чорноземів геохімічно підпорядкованих ландшафтів.

Це є наслідком з одного боку, пониження рівня підґрунтових вод і, відповідно, зниження їх впливу на нижню частину ґрунтового профілю, а з другого – поступове вилуговування водорозчинних солей атмосферними опадами (додаток А – ДСС-4Б).

Зрошення, яке особливо інтенсивно почало розвиватись в регіоні з 60-70-х років минулого сторіччя, в значній мірі активізувало галогеохімічні процеси в результаті підвищення мобільності солей. Це сприяло активізації процесів солепереносу, змінило склад іонно-сольового комплексу ґрунтово-підґрунтової товщі. Аналіз літературних джерел засвідчує, що в умовах зрошення можливі три варіанти розвитку такого процесу [7, 12, 13, 15, 18, 80, 92, 97, 110, 121 та ін.]:

- за умови використання прісних вод процеси розсолення ґрунтово-підґрунтової товщі однозначні й найбільш інтенсивні;

- при використанні вод підвищеної (1-3 г/дм³) мінералізації можливе періодичне незначне соленакопичення в кореневмісному шарі з формуванням нових сольових акумуляцій у другому метровому шарі і глибше. Сольовий режим зрошуваних ґрунтів у багаторічній динаміці складається за щорічним сезонно-зворотним циклом без нагромадження солей до токсичних рівнів. В той же час відбувається трансформація якісного складу солей в бік збільшення вмісту токсичних іонів, насамперед натрію, і звуження співвідношення кальцію до натрію. У сезонному сольовому режимі можливе періодичне слабке засолення ґрунтів, як правило, в кінці поливного сезону, особливо за вмістом хлор-іону, який може перевищувати межу токсичності – 0,3 ммоль/100 г ґрунту;

- при використанні для зрошення іригаційно неякісних вод мінералізацією більше 3 г/дм³ і тривалому зрошенні можливе засолення верхніх горизонтів профілю до слабого і навіть середнього ступеня. Таким чином, в даному випадку стадія природного розсолення вододільних ґрунтів змінюється на протилежну – фазу вторинного іригаційного засолення поливними водами підвищеної мінералізації.

Результати наших досліджень на масивах зрошення водами різної іригаційної якості засвідчують прояви двох перших варіантів

тенденцій засоленості ґрунтів і визначальним чинником при цьому виступає якість зрошувальних вод.

Так, зрошення чорноземів південних безпосередньо дунайськими прісними ($0,5 \text{ г/дм}^3$ гідрокарбонатно-кальцієвими – ДСС-4) і трансформованими водами водосховищ (ДСС-3) мішаного хлоридно-сульфатно-магнієво-натрієвого складу мінералізацією близько 1 г/дм^3 не призводить до соленакопичення верхньої гумусованої частини профілю. Загальний вміст солей тут зазвичай складає $0,06-0,08 \%$ від ґрунту. Разом з тим змінюється якісний склад солей. В складі аніонів ці зміни не особливо відчутні, а в складі катіонів значно зростає частка катіону натрію, що призводить до звуження співвідношення натрію до кальцію. Особливо помітна така трансформація при використанні трансформованих дунайських вод з мінералізацією близько 1 г/дм^3 (ДСС-3). Якщо при використанні безпосередньо дунайських прісних вод співвідношення натрію до кальцію складає у кореневмісному шарі (0-50 см) $1,0-2,6$, то при використанні трансформованих вод воно близько $0,6$. В богарних умовах цей показник відповідно складає $2,0-2,8$. В нижніх горизонтах зрошуваних ґрунтів в автоморфних умовах фіксується незначне соленакопичення в кінці поливного сезону, яке не перевищує межу токсичності для рослин, а в чорноземах підпорядкованих ландшафтів спостерігається збільшення загального вмісту солей до $0,30-0,45 \%$. Очевидно, це пояснюється порівняно неглибоким (близько 3 м) заляганням рівня підґрунтових вод, а ймовірно, й привнесенням солей транзитом із вододільних масивів латеральними водними потоками.

Результати багаторічних моніторингових досліджень засвідчують, що при використанні для зрошення чорноземів вод підвищеної ($1-3 \text{ г/дм}^3$) мінералізації характерним є періодичне незначне соленакопичення у кореневмісному шарі, а також формування нових сольових акумуляцій у нижній частині профілю. Сольовий режим зрошуваних ґрунтів у багаторічній динаміці складається за щорічним сезонно-оборотним циклом без нагромадження солей до токсичних рівнів. Максимальний вміст водорозчинних солей у зрошуваних ґрунтах фіксується наприкінці вегетаційно-

поливного періоду, особливо у посушливі роки. В той же час відбувається суттєва трансформація якісного складу солей у бік збільшення вмісту токсичних іонів, насамперед натрію, а також хлору і сульфатів залежно від якості поливної води. Спостерігається значне звуження співвідношення кальцію до натрію. У зрошуваних ґрунтах нагромадження солей в значній мірі визначається терміном та інтенсивністю зрошення. Значним також є варіювання вмісту солей по роках залежно від умов атмосферного зволоження зимово-весняного періоду [123, 124].

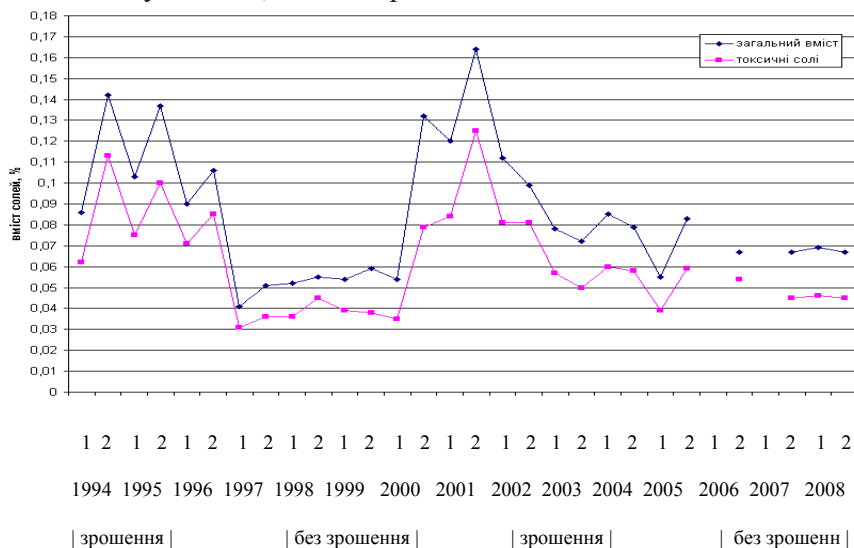
При використанні для зрошення чорноземів південних вод Сасикського водосховища хлоридно-натрієвого хімізму з мінералізацією близько $1,5 \text{ г/дм}^3$ на протязі 10 років спостерігається незначне соленакопичення в межах ґрунтового профілю. Сума солей незначно зростає в межах гумусованої частини профілю до $0,06-0,08 \%$ і дещо більше в межах карбонатної частини профілю – в середньому до $0,12 \%$ від ваги ґрунту.

При використанні для зрошення чорноземів вод озер Китай і Ялпуг з мінералізацією в середньому близько $1,5-2,0 \text{ г/дм}^3$ хлоридно-сульфатно-магнієво-натрієвого хімізму спостерігається більш суттєве збільшення солей по всьому профілю – до $0,15-0,20 \%$ від ваги ґрунту (додаток Б).

Таким чином, наведені результати засвідчують, що зміна водного режиму ґрунтів в умовах зрошення призводить до суттєвої перебудови всього іонно-сольового комплексу. Швидкість і направленість цих процесів в автоморфних умовах обумовлена, в-першу чергу, якістю поливних вод (мінералізація та іонний склад), тривалістю й інтенсивністю зрошення.

Характерною особливістю сольового режиму верхньої частини ґрунтового профілю зрошуваних чорноземів, як зазначалось вище, є його сезонно-оборотний тип, який проявляється у нагромадженні в кореневмісному шарі водорозчинних солей, що протягом поливного сезону надходять зі зрошувальною водою на поверхню ґрунту, та їх низхідна міграція і розсолення цієї товщі в холодний період під впливом атмосферних опадів [6, 7, 12, 13, 15, 52]. Хронологія процесів засолення-розсолення чорнозему південного дослідної ділянки ДСС-6 (Червоноярська ЗС) представлена на рисунку 4.

На ділянці довгострокових стаціонарних спостережень дослідження були започатковані у 1994 році (термін зрошення 17 років). Зрошувальні норми складали під зернові колосові і зернобобові культури 1000-1200, кукурудзу – 1500-1600, під багаторічні трави і овочі – 2500-2700 м³/га. Для зрошення використовувались трансформовані дунайські води хлоридно-сульфатно-магнієво-натрієвого хімізму з мінералізацією 1,7-1,8 г/дм³. Зразки ґрунтів для визначення засоленості щорічно відбирались в одні і ті ж терміни (весною – третя декада квітня – перша декада травня, восени третя декада вересня – перша декада жовтня). З рисунка видно, що в періоди зрошення він набуває «зубчастого» вигляду. Це є свідченням значної сезонної пульсації солей. В теплу пору року спостерігається помітне соленакопичення за рахунок солей, що привносяться з поливними водами, а в міжполивний період – за рахунок домінування висхідних потоків ґрунтової вологи. В холодний період року домінуючим є низхідний рух вологи, і вміст солей у кореневмісному шарі визначається погодними умовами, насамперед кількістю опадів.



Примітка: 1 – весна; 2 – осінь

Рис. 4. Багаторічна динаміка засолення чорнозему південного Червоноярської ЗС (ДСС-6), 0-50 см

Дещо різняться тенденції і закономірності сучасної динаміки водорозчинних солей на ділянці моніторингових досліджень ДСС-5, що знаходиться в межах геохімічно підпорядкованого ландшафту. Ділянка розташована в межах Мічурінської рисової зрошувальної системи (РЗС) і до 2000 року використовувалась в спеціальних рисових сівозмінах із домінуванням культури рису 50-60 % і вирощуванням його в умовах затоплення дунайською водою.

Порівнюючи сучасну засоленість ґрунтів рисових чеків (ДСС-5) з вихідною засоленістю (ДСС-4Б), можна з впевненістю стверджувати, що рисосіяння призвело до розсолення ґрунтового покриву [125]. У верхній гумусованій частині профілю (0-50 см) відчутних змін кількості і якості водорозчинних солей практично не простежується. Достатньо чітко констатується деяке звуження співвідношення кальцію до натрію з 2,0-2,8 до 0,7-1,4 (1,7), що пов'язано насамперед із зменшенням кількості водорозчинного кальцію.

В карбонатній частині профілю вміст водорозчинних солей в ґрунтах рисових систем суттєво зменшується. Так, в шарі 50-100 см вміст солей практично втричі менший порівняно з незрошуваними (в середньому 0,065 % від ваги ґрунту). В шарі 100-150 см кількість солей також зменшилась практично втричі (0,110 %), а в шарі 150-200 см – майже в 1,5 рази. Загальні запаси солей в 2-метровому шарі ґрунту зменшились в середньому з 55-57 т/га до майже 27 т/га. Хімізм засолення у верхній гумусованій частині профілю пересічно мішаний як за аніонним, так і за катіонним складом. В нижній частині профілю він залишається практично незмінним – хлоридно-сульфатним «зі слідами соди». В окремі роки хімізм засолення в нижній частині профілю змінювався на сульфатно-содовий. Верхня метрова товща ґрунтів є незасоленою. За глибиною залягання першого від поверхні сольового горизонту ґрунти рисових систем класифікуються як глибокозасолені, а за ступенем засолення – як слабозасолені за вмістом токсичних солей.

Наявні результати досліджень дають підстави стверджувати, що загальною тенденцією еволюції властивостей ґрунтів після припинення зрошення є відновлення параметрів, характерних для їх незрошуваних аналогів. Насамперед, це стосується сольових характеристик ґрунтового профілю, які характеризуються

тенденцією до зменшення процесів засолення ґрунтів. Разом з тим, швидкість та інтенсивність цих процесів у кожному конкретному випадку залежить, насамперед, від властивостей зрошуваних ґрунтів, якості поливної води і кліматичних умов [8, 70, 121, 123, 124].

При відсутності зрошення на Дунай-Дністровській ЗС в останні 19 років тут чітко простежується розсолення ґрунтової товщі, насамперед верхньої частини профілю. Вміст водорозчинних солей в межах гумусованої частини профілю на сьогодні практично аналогічний незрошуваним аналогам і складає 0,03-0,05 %, хоча в якісному складі солей ще відчуються наслідки зрошення. Насамперед це стосується дещо підвищеного вмісту водорозчинного натрію на рівні 0,2-0,3 ммоль/100 г ґрунту, внаслідок чого співвідношення $\text{Ca}^{2+}:\text{Na}^+$ залишається значно нижчим (в 3-5 разів), ніж в богарних аналогах. За всіма показниками верхня гумусована частина профілю ґрунтів масиву характеризується як незасолена. Суттєві зміни характерні і для нижньої частини верхнього метрового шару ґрунтів. Тут вміст солей порівняно з періодом зрошення зменшився приблизно на третину і не перевищує на сьогодні 0,1 %. В той же час вміст водорозчинного натрію продовжує залишатись підвищеним на рівні 0,6-0,7 ммоль/100 г ґрунту. Менш суттєві зміни характерні для другого метрового шару ґрунту. Загальний вміст водорозчинних солей тут складає в окремі роки в середньому 0,13 % від ваги ґрунту при хлоридно-сульфатно- або сульфатно-хлоридно-натрієвому хімізмі засолення. На сьогодні вміст і склад солей в другому метровому шарі практично не відрізняється від періоду зрошення, що може свідчити про систематичну відсутність промочування цієї частини профілю водами атмосферних опадів.

Приблизно аналогічна тенденція еволюції засоленості чорноземів характерна і для ДСС-7 (Виноградівська ЗС Болградського району), яка у 80-і – на початку 90-х років зрошувалась водами підвищеної мінералізації (від 1,5 до 3,0 г/дм³) із Тараклійського каналу (верхня частина озера Ялпуг), а в останні 19 років не зрошується. Не дивлячись на однозначну сучасну тенденцію до елюювання із кореневмісного горизонту цих чорноземів хлоридів та сульфатів натрію і зменшення вмісту солей порівняно з періодом зрошення у 2-3 рази – до 0,04-0,07 % від ваги ґрунту, відношення $\text{Ca}^{2+}:\text{Na}^+$ в ньому залишається надзвичайно вузьким (0,7), що практично в 10

разів менше ніж в аналогічних богарних умовах. Це є свідченням «живучості» його солонцюватості і в сучасних постіригаційних умовах. Вузьким це співвідношення залишається і нижче по профілю, навіть з тенденцією до звуження внаслідок поступання натрію із верхніх горизонтів.

Тимчасове відновлення зрошення на протязі двох років (2000-2001 рр.) на Червоноярській ЗС спричиняло зворотну тенденцію до соленакопичення верхньої частини профілю (ДСС-6). Після вилучення чорноземів зі зрошення сезонно-оборотний тип сольового режиму в значній мірі нівелюється. В окремі роки в осінній період вміст водорозчинних солей в кореневмісному шарі буває нижчим, ніж весною (див. рис. 4). Безумовно, це є наслідком особливостей атмосферного зволоження в даний період.

Вивчення особливостей сольового режиму ґрунтів Мічуринської РЗС за останні практично 20 років вказує на достатньо стабільну картину характеру їх засоленості (рис. 5, додаток Б). Вміст водорозчинних солей у всіх досліджуваних шарах ґрунту залишається відносно стабільним.

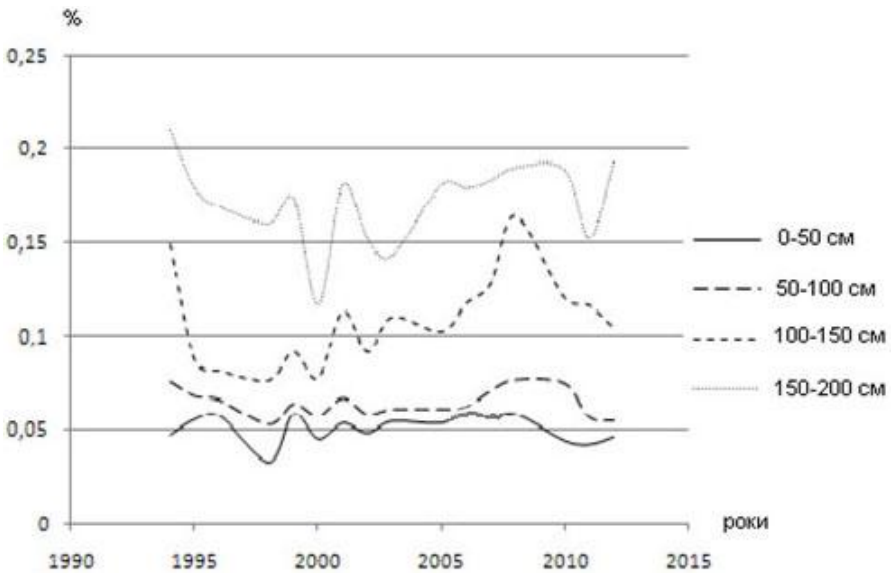


Рис. 5. Динаміка засоленості ґрунтів Мічуринської РЗС (ДСС-5)

Представлені результати досліджень цілком узгоджуються з даними ґрунтово-сольових зйомок, які виконувались на системах

Одеською гідрогеолого-меліоративною експедицією (табл. 5.3). На період зрошення, в межах зрошувальних систем площа засолених земель (пересічно слабого ступеня) коливалась в широкому інтервалі – від 11 до майже 55 %. На початку 90-х років площі поливних земель почали скорочуватись. Станом на 2002-2007 рр. засолених земель за матеріалами ґрунтово-сольових зйомок не виявлено, що є наслідком фактично повного вилучення земель зі зрошення і активізації процесів розсолення ґрунтового профілю під впливом низхідних потоків атмосферної вологи.

Таблиця 5.3

Розподіл площ засолених земель (0-100 см)

Рік проведення зйомки	Площа, га	Незасолені		Слабозасолені		Середньозасолені		Сильнозасолені	
		га	%	га	%	га	%	га	%
Червоноярська ЗС									
1986	7605	3453	45,4	3832	50,4	320	4,2	0	0
1992	7616	4164	54,7	3452	45,3	0	0	0	0
2006	7617	7617	100,0	0	0	0	0	0	0
Дунай-Дністровська ЗС									
1984	18857	11012	58,4	7845	41,6	0	0	0	0
1987	33415	20090	60,1	13325	39,9	0	0	0	0
1991	48241	40689	84,3	7150	14,8	402	0,8	0	0
1996	48325	45829	94,8	2486	5,2	0	0	0	0
2002	48325	48325	100,0	0	0	0	0	0	0
2007	47209	47209	100,0	0	0	0	0	0	0
Виноградівська ЗС									
1986	1682	1492	88,7	152	9,0	38	2,3	0	0
1992	1682	1249	74,3	396	23,5	37	2,2	0	0
2000	1682	1341	79,7	341	20,3	0	0	0	0
2004	1682	1682	0	0	0	0	0	0	0
Мічуринська РЗС									
1978	1016	249	24,5	528	52,0	201	19,8	38	3,7
1984	1016	116	11,4	451	44,4	449	44,2	0	0
1992	1016	766	75,4	0	0	113	11,1	137	13,5
2000	1016	860	84,7	50	4,9	106	10,4	0	0
2010	1016	943	92,8	0	0	73	7,2	0	0
Рисові зрошувальні системи області									
1978	13709	7149	52,1	4221	30,8	2154	15,7	185	1,4
1984	13709	2977	21,7	6898	50,3	3515	25,7	319	2,3
1992	13543	8674	64,1	3363	24,8	844	6,2	662	4,9
2000	13543	11704	86,4	1316	9,7	523	3,9	0	0
2010	13678	11523	84,2	1206	8,8	898	6,6	48	0,4

Аналогічна картина спостерігається і на рисових системах. Можна стверджувати, що сольовий режим ґрунту-підґрунтя рисових систем Одещини знаходиться в прямій залежності від багатьох чинників, головними із яких є дренаваність території, глибина залягання і ступінь мінералізації підґрунтових вод, гранулометричний склад та інші їхні властивості. На всіх рисових системах зафіксовано, починаючи з 90-х років минулого сторіччя, суттєве зменшення площ засолених ґрунтів. На сьогодні більшість ґрунтів рисових систем функціонують в постіригаційному режимі, що призводить до подальшого їх знесолення під впливом атмосферних опадів.

Таким чином, матеріали проведених багаторічних досліджень сучасної динаміки і закономірностей засоленості ґрунтів МЗ дають підстави стверджувати, що в умовах припинення зрошення простежується тенденція до розсолення ґрунтів вологою атмосферних опадів. В той же час загалом можна констатувати, що навіть 19-річний період перебування чорноземів поза зрошенням є недостатнім для відновлення сольових характеристик чорноземів, насамперед що поливалися водами II-III класів, до значень, властивих незрошуваним ґрунтам. Якщо за загальним вмістом солей раніше зрошені чорноземи зараз практично не відрізняються від богарних аналогів в межах насамперед кореневмісного шару (0-50 см), то за відсотковим вмістом токсичних солей і за співвідношенням кальцію до натрію вони ще далекі від незрошуваних аналогів. Продовження зрошення трансформованими дунайськими водами (ДСС-3) I-II класів не призводить до соленакопичення, в той час як відновлення зрошення водами озера Китай підвищеної мінералізації впродовж двох років призводить до зворотної тенденції накопичення солей у верхній частини профілю.

5.3. Гумусність чорноземів та тенденції її зміни

Матеріали моніторингу гумусового стану чорноземів МЗ області наведені у звітах за результатами досліджень останніх років науковців ОНУ імені І. І. Мечникова [47-50], в додатку В нашого видання і аналізуються в ряді публікацій з цієї проблеми [43, 52, 80,

92, 97, 126 та ін.]. Як зазначалось у [92], важливість моніторингу гумусового стану ґрунтів визначається тим, що органічна частина твердої фази ґрунту, особливо її специфічна складова – гумусові речовини, є однією із найважливіших основ ґрунтової родючості, оскільки із кількістю і якістю гумусу пов'язані практично всі ключові властивості ґрунтів. Від вмісту і запасів гумусу залежать їх фізичні властивості, зокрема структурність, водоутримуюча здатність, теплопровідність та інші параметри. Ґрунти з високим вмістом гумусу швидше просихають весною і раніше придатні до обробітку, вимагають менше витрат на механічний обробіток. Збільшення вмісту органічної речовини призводить до зниження рівноважної щільності ґрунтів, що створює умови для мінімізації затрат на обробіток. Фізико-хімічні властивості ґрунтів, такі як ємність поглинання, буферність, знаходяться у тісній кореляції із вмістом гумусу, що має велике значення в регулюванні поступання елементів живлення в рослини, збереженні їх в ґрунтах, пом'якшенні негативної дії реакції ґрунтового розчину тощо. Одночасно органічні речовини слугують основою створення оптимальних умов для використання високих доз мінеральних добрив. Вони знижують побічні негативні дії добрив, сприяють закріпленню їх надлишку і нейтралізації шкідливих домішок. Не можна переоцінити роль гумусу і в енергетичному балансі ґрунту та біосфери загалом. Підтримання запасів органічної речовини ґрунту означає збереження його енергетичного потенціалу. На жаль, екстенсивне ведення сільськогосподарського виробництва в Україні в останні десятиріччя призвело до помітного зниження гумусованості ґрунтів та запасів гумусу в них.

Оптимізація гумусового стану чорноземів має на меті розробку таких прийомів господарської діяльності, які можуть створити умови для отримання високих і стабільних урожаїв без деградації ґрунтів та зниження рівня їх родючості. З цих позицій органічну речовину ґрунту можна розділити на мобільну, яка забезпечує ефективну родючість, поточний урожай культур, їх оперативну реакцію на агрозаходи, і стабільну, яка зумовлює стійкість ґрунтової родючості, урожаїв і властивостей ґрунтів в багаторічному циклі.

Найважливішими показниками оптимального гумусового стану ґрунтів являються значення вмісту органічної речовини, її запасів, збагаченість азотом (C:N), кальцієм, тип гумусу ($C_{гк} : C_{фк}$), рівень варіювання цих показників. Ці окремі параметри гумусового стану ґрунтів слугують об'єктами моніторингу навколишнього середовища, в тому числі і в умовах зрошення та після його припинення чи зменшення інтенсивності.

Узагальнюючи масив отриманих нами даних щодо показників гумусового стану досліджуваних чорноземів згідно [89], можна констатувати, що ґрунти МЗ області характеризуються низьким загальним вмістом гумусу (2-4 %), фульватно-гуматним його типом ($C_{гк} : C_{фк} = 1-2$), високим і дуже високим ступенем гуміфікації органічної речовини ($C_{гк} : C_{заг} \cdot 100 \% = 30-40$ і > 40), середньою збагаченістю гумусу нітрогеном (C:N 8-11).

Результати досліджень попередніх років [43, 47, 48] засвідчили, що зрошення в умовах степової зони зумовлює істотні зміни найбільш лабільних складових ґрунтової маси, до яких належать, безумовно, і гумусові речовини. В першу чергу, в чорноземах МЗ змінюються умови і сутність процесів гумусоутворення, міграції-акумуляції гумусових речовин в межах ґрунтового профілю, якісний склад гумусу. Як засвідчують результати наших досліджень з цієї проблематики за останні 20-30 років та публікації інших авторів [13, 52, 92, 105, 110 та ін.], зміни гумусованості ґрунтів степової зони під впливом зрошення неоднозначні, а часто протирічиві, й залежать від тривалості та інтенсивності зрошення, якості поливних вод, внесення добрив і меліорантів, вирощуваної культури та низки інших встановлених і невідомих факторів. Раніше нами відмічалось [43, 47, 48], що переважна більшість дослідників – однодумці в тому, що в перші 3-5 років зрошення гумусованість чорноземів дещо знижується, що пояснюється ростом біоактивності, а часто й інтенсифікацією низхідної міграції гумусових речовин. В подальшому вміст та запаси гумусу стабілізуються та поступово зростають у зв'язку із збільшенням кореневої маси рослин та поступаючих органічних решток. Є й інші думки з цього приводу. Так, С. П. Позняк

[97], вивчаючи динаміку гумусоутворення в чорноземах півдня України в умовах зрошення, встановив, що найбільш інтенсивно в однометровому шарі ґрунту гумус накопичується в перші роки зрошення. Швидкість гумусонакопичення в чорноземах залежно від їх фаціальних особливостей коливається в межах 3,8-5,6 т/га. В наступні 15 років зрошення гумусонакопичення уповільнюється і його швидкість становить 1,2-3,3 т/га. Зниження швидкості процесу гумусонакопичення зі збільшенням тривалості зрошення, на думку автора, свідчить про направленість цього процесу в напрямку досягнення рівноважного стану з новоствореними ґрунтово-меліоративними умовами. Неоднозначність висновків різних авторів пояснюється тим, що процес гумусоутворення дуже протирічливий – із року в рік і навіть протягом одного сезону процеси переважного гумусонакопичення можуть змінюватись процесами переважної його мінералізації. Це залежить від багатьох чинників, серед яких найважливішими є типи сівозмін (багаторічні трави сприяють покращенню гумусності, під просапними та особливо овочевими культурами вона знижується), внесення добрив і меліорантів, системи обробітку, способи та інтенсивність зрошення, якість зрошувальних вод та ін. Однозначно лише можна стверджувати, що в умовах зрошення гумус стає більш лабільним.

Результати багаторічного визначення вмісту гумусу в чорноземах масивів різної інтенсивності зрошення водами різної іригаційної якості представлені в додатку В. Для порівняння наводимо також дані вмісту гумусу в ґрунтах на період початку наших спостережень (1994-1995 рр.) на ділянках стаціонарного моніторингу.

Наведені дані засвідчують ряд особливостей гумусового стану чорноземів МЗ регіону в різних агро-меліоративних умовах зрошення водами різної іригаційної якості та деякі тенденції зміни гумусованості в сучасний постіригаційний період. Зокрема, станом на осінь 1994 року, коли були започатковані наші ґрунтово-моніторингові дослідження, гумусність зрошуваних (на той час 10-30 років) чорноземів у всіх випадках була вищою порівняно із незрошуваними аналогами. Це чітко простежується як в умовах зрошення іригаційно якісними прісними водами із Дунаю (ДСС-

4 – незрошуваний аналог ДСС-4Б), так і водами підвищеної мінералізації (1,5-2,5 г/дм³) із лиманів-водосховищ Сасик, Китай, Ялпуг (ДСС-2 і 7, незрошувані аналоги ДСС-2Б і 7Б відповідно). Приріст вмісту гумусу у верхніх горизонтах зрошуваних чорноземів складає 0,1-0,2 %. Причина, ймовірно, у більш високих тут урожаях вирощуваних культур, а відповідно й істотному збільшенні кореневої маси рослин та поступаючих у верхні горизонти ґрунту органічних решток порівняно із незрошуваними аналогами [13]. Причому на полях під люцерною 2-3 років (ДСС-3 і 7) вміст гумусу у верхніх горизонтах зрошуваних чорноземів завжди вищий, ніж під зерновими, і особливо просапними культурами. В умовах же рисових сівозмін (ДСС-5) з домінуванням глеє-елювіальних процесів у роки вирощування рису середній вміст гумусу в кореневмісному 0-50 см горизонті мінімальний (2,2 %), – на 0,3-0,5 % менше порівняно з ділянками зрошення дощуванням.

У результаті різкого зменшення зрошуваних площ та повного припинення зрошення на ряді масивів регіону в останні 17-20 років, на фоні загальної низької культури землеробства та майже повної відсутності внесення органічних добрив, домінуючою стає тенденція до зниження гумусності чорноземів, тобто простежується процес їх дегуміфікації. В умовах періодичного продовження поливів (ДСС-6) це явно виражено в роки вирощування овочевих культур без внесення рекомендованої норми органічних добрив (2000 і 2001 рр.). В умовах польових сівозмін на цій ділянці відмічено тенденцію до зростання вмісту гумусу, особливо вглиб по профілю (2010 р.). На ділянках, які в останні роки не зрошуються (чим зумовлене зниження врожайності вирощуваних культур, а відповідно й кореневої маси та поступаючих в ґрунт органічних решток), тенденція до дегуміфікації раніше зрошуваних ґрунтів також стає очевидною (ДСС-2, 4, 7). За останні 5-7 років вміст гумусу у верхніх горизонтах тут зменшився на 0,1-0,2 (до 0,3) %, що становить 3-6 (до 10) % від вмісту гумусу в попередні 10-12 років. Тенденція до дегуміфікації в останні роки простежується і в ґрунтах богарних полів та ділянок (як приклад, ДСС-2Б), що є наслідком низьких рівнів удобрення, насичення сівозмін соняшником, який виснажує ґрунти, одним із проявів чого і є їх дегуміфікація.

В той же час вміст гумусу в раніше зрошуваних ґрунтах зараз дещо вищий, ніж у ґрунтах богарних аналогів (додаток В, St-10), що може пояснюватись залишковими явищами, а саме більш суттєвим нагромадженням органічних речовин в умовах зрошення у недалекому минулому.

Оцінюючи динаміку гумусованості в минулому зрошуваних ґрунтів, слід відмітити, що практично на всіх масивах, де зрошення велось трансформованими водами підвищеної мінералізації, зберігається тенденція до їх дегуміфікації. На всіх глибинах контролю (0-30, 30-40, 40-50 см) вміст гумусу менший порівняно з відповідними показниками на початок спостережень (1994-1995 рр.). Там же, де зрошення проводилось прісними дунайськими водами (ДСС-4), констатовано вирівнювання вмісту гумусу в останні чотири роки спостережень практично у всьому кореневмісному шарі (додаток В). А в 2010 році відмічено навіть істотне зростання органіки, особливо в нижній частині гумусового горизонту (глибини 30-40 і 40-50 см), що є ще одним підтвердженням ідеї про ренатуралізацію властивостей ґрунтів у постіригаційний період. Зростання вмісту гумусу у весняний період 2010 року відмічено і на інших зрошувальних системах (ДСС-2, 3, 5, 6, St-10). Це, вірогідно, можна пояснити, з одного боку, денатурацією і наступним осадженням новоутворених в осінній період гумусових речовин під час холодного зимового періоду. З іншого – особливостями погодних умов або сівозмін. Дані останніх 2-4 років досліджень в цілому відображають загальні тенденції динаміки гумусового стану ґрунтів МЗ в постіригаційний період.

Важливо відмітити стабілізацію гумусового стану ґрунтів в умовах зрошення та в постіригаційний період під культурою люцерни, починаючи з 2-3 року її вирощування. Вміст гумусу з кожним роком тут зростає або стабілізується на порівняно високому рівні (ДСС-5, St-15). Крім того, припинення зрошення затопленням під культуру рису та тривале культивування люцерни в межах ДСС-5 призвело до зростання вмісту гумусу в домінуючих тут лучно-чорноземних глеє-осолоділих ґрунтах. Причому, таке зростання відмічено у всій гумусованій частині профілю, що, зважаючи на

колоїдну природу гумусових речовин, слід, вочевидь, пов'язувати з їх міграцією у пептизованому стані із верхніх горизонтів у нижні. А збільшення загального вмісту гумусу тут, безумовно, пояснюється тривалим вирощуванням люцерни. Останнє дає підстави рекомендувати як ефективний прийом поліпшення гумусового стану ґрунтів МЗ регіону насичення сівозмін багаторічними травами, в першу чергу посівами люцерни – до 30-35 % площ. Вирощування ж рапсу призводить до істотного зниження загального вмісту гумусу, про що свідчать дані по ДСС-5 за 2012 рік (додаток В). Необхідно також вносити органічні добрива рекомендованими нормами з метою оптимізації режиму живлення рослин та умов гумусоутворення в ґрунтах. Поряд із традиційними, слід застосовувати нетрадиційні органічні добрива (лігнін, сапропель, осади стічних вод тощо) та сидерати, тобто заорювання подрібненої зеленої маси вирощуваних культур (буркун, бобові трави, жито, ріпак, вика ярова, сарадела, гірчиця біла та ін.). Як органічне добриво доцільно застосовувати подрібнену солому, стебла кукурудзи та соняшнику, бурякову гичку [80, 92, 140 та ін.].

5.4. Катіонно-обмінні процеси

Фундаментальні дослідження багатьох фундаторів хімії ґрунтів [23, 25, 90, 107, 115 та ін.] встановили, що їх катіонно-обмінна здатність є однією із визначальних характеристик фізико-хімічного стану ґрунтів, основна складова їх загальної вбирної здатності. Більшість процесів обміну на межі розділу твердої і рідкої фаз ґрунту відбуваються завдяки наявності у ґрунту катіонно-обмінної, або, як її ще називають, фізико-хімічної вбиральної здатності. З її величиною та складом увібрано-обмінних катіонів тісно пов'язана ціла низка ґрунтових показників. З одного боку, величина ємності катіонного обміну (СКО) ґрунту та склад ГВК визначають кислотно-основні властивості ґрунту, його буферність, поживний режим та структурно-агрегатний стан, з іншого – вони залежать від вмісту та якості гумусу, гранулометричного складу ґрунту, складу глинистих мінералів, особливо тонкодисперсних фракцій,

інших ґрунтових характеристик. Тому зміна ЄКО та складу ГВК в тому чи іншому напрямку може істотно впливати на протікання ґрунтоутворювальних процесів, а відповідно і на генетико-виробничі характеристики ґрунту. І, навпаки, зміна напрямку ґрунтоутворення або одного із його чинників може істотно вплинути на величину ЄКО та стан і склад ГВК. Як відзначалось раніше [42, 47, 48], режим зрошення ґрунтів півдня України в останні 35-40 років був доволі нестабільним: інтенсивне обводнення степових ландшафтів на початку їх активного іригаційного освоєння, часто з переполивами, змінилось наприкінці 20-го – початку 21-го століть нерегулярними поливами зменшеними нормами, а на значних площах зрошення припинилось зовсім. Це не могло не вплинути на напрямок еволюції катіонно-обмінної здатності зрошуваних чорноземів в нових агроеліоративно-ґрунтових умовах.

Результати багаторічного моніторингу катіонно-обмінної здатності чорноземів ділянок наших стаціонарних спостережень як в умовах зрошення водами різної іригаційної якості, так і суміжних незрошуваних ґрунтів, представлені в додатку Г. Як видно із наведених даних, вихідна (до зрошення) ЄКО в чорноземах регіону складає в переважній більшості 26-30 ммоль/100 г ґрунту (див. додаток Г, ДСС-2Б, 4Б, 7Б). Дещо нижчі значення ємності обміну-вбирання катіонів характерні для менш гумусованих (слабогумусованих) чорноземів та ґрунтів середньосуглинкового гранулометричного складу (St-15). В межах кореневмісного 0-60 см шару ємність має тенденцію до зменшення з глибиною. Серед увібраних катіонів у чорноземах домінує кальцій – 70-80 % від ЄКО, в міцелярно-карбонатних підтипах чорноземів звичайних і південних Задністров'я його частка зростає до 80-85 %. На долю обмінного магнію приходить 20-25 %, натрію – як правило, менше 1 % ЄКО. Останнє засвідчує вихідну несолонцюватість чорноземів регіону. Із початком широкомасштабного і систематичного зрошення чорноземів півдня України в 60-70-і роки минулого сторіччя в більшій чи меншій мірі змінюється їх вбирний комплекс. Простежується тенденція до зменшення ЄКО, особливо в умовах інтенсивного іригаційного осолонцювання верхніх горизонтів

профілю (ДСС-2, в меншій мірі – ДСС-6 і ДСС-7) чи розвитку глеє-елювіальних процесів в умовах затоплення під культуру рису (ДСС-5). З першого ж року зрошення із ГВК поступово витісняється Ca^{2+} , зростає вміст та відносна частка іонів магнію та натрію [52, 80, 92, 105, 110, 141 та ін.]. Останнє свідчить про розвиток процесів вторинного (іригаційного) осолонцювання чорноземів, причому не тільки в умовах зрошення водами підвищеної мінералізації та натрієвого хімізму, а й при зрошенні навіть іригаційно доброякісними водами із річок. Щоправда, темпи й інтенсивність вторинного осолонцювання в останньому випадку значно нижчі. В цілому ж можна стверджувати, що процес вторинного (іригаційного) осолонцювання чорноземів – найбільш широкомасштабний процес зміни їх стану в умовах зрошення, що є першопричиною цілої низки негативних ґрунтово-генетичних наслідків зрошення. Часткова заміна Ca^{2+} в ГВК на Mg^{2+} і особливо Na^{+} зумовлює пептизацію ґрунтових колоїдів, в тому числі і гумусових речовин, що призводить до зменшення водотривкості та руйнування структури, кірко- і брилоутворення, ущільнення, зумовлює схильність ґрунту до злитизації, погіршення водно-фізичних властивостей, якісного складу гумусу [41].

При зрошенні навіть іригаційно доброякісними прісними водами через 5-8 років систематичних поливів констатується збільшення вмісту поглинутого натрію у верхніх горизонтах чорноземів до 1,5-2 (інколи 3-4) % від ЄКО, тобто сягає в ряді випадків межі слабкої іригаційної солонцюватості. В умовах же систематичного зрошення іригаційно неякісними водами підвищеної мінералізації (більше 1,5-2,0 г/дм³), як правило натрієвого хімізму, процеси трансформування ГВК виражені більш різко. Уже на 4-5-ий рік зрошення вміст обмінного натрію у верхній частині профілю зростає до 3-5 (інколи 6-7) %, на поверхні ґрунту утворюється безгумусна кірка-скелетана товщиною 10-12 (до 20) мм і зрошувані чорноземи уже класифікуються як поверхнево(чи іригаційно)-солонцюваті (додаток Г, ДСС-2, 6, 7). В подальші роки систематичного зрошення інтенсивність трансформації катіонного складу ГВК суттєво знижується, а вміст натрію у верхніх горизонтах профілю поступово

приходить в квазірівноважний стан із співвідношенням $\text{Na}^+:\text{Ca}^{2+}$ у поливній воді. Однак процес іригаційного осолонцювання поступово переміщується донизу по профілю, особливо за умови його некарбонатності, в результаті чого поступово зростає потужність вторинно-осолонцьованого горизонту. Так, на Холмській ЗС, що в Арцизькому районі Одеської області, в 1991 р. – на 12-му році зрошення некарбонатних чорноземів іригаційно неякісною водою із верхів'я озера Китай мінералізацією в різні роки від 2-3 до 5 г/дм³, – нами виявлена товщина вторинно-осолонцьованого горизонту до глибини 123 см. На більшості ж масивів зрошення на початку 90-х років вона не перевищувала 50-60 см.

Результати досліджень останніх років [52, 80 та ін.] засвідчують, що і після тимчасової квазірівноваги можливе додаткове входження натрію у ГВК чорноземів. В практиці наших досліджень на ДСС-2, яка зрошувалась водами хлоридно-натрієвого хімізму із Сасикського водосховища мінералізацією в різні роки 1,2-1,9 г/дм³ і відношенням натрію до кальцію 4-5, на 8-9 рік зрошення зафіксовано подальше входження натрію у ГВК і зростання його вмісту з 4,5-5,0 до 6,0-6,9 % від ЄКО. Ґрунти при цьому досягають середнього ступеня іригаційної солонцюватості.

В умовах різкого зменшення зрошуваних площ та екстенсифікації землекористування на більшості масивів півдня України в останні 17-20 років простежуються два типи еволюції катіонно-обмінної здатності чорноземів, які в попередні роки з різною інтенсивністю зрошувались водами різної іригаційної якості. По-перше, при продовженні поливів якісний склад ГВК та вміст обмінного натрію у верхніх горизонтах чорноземів залишаються практично незмінними із тенденцією до зростання його вмісту з глибиною по профілю. Тобто, на загальному фоні квазірівноважного режиму сорбції-десорбції натрію у верхніх горизонтах зрошуваних чорноземів чітко прослідковується тенденція до збільшення його вмісту в горизонтах донизу по профілю та наростання потужності вторинно-(іригаційно)-осолонцьованого горизонту. Сказане можна ілюструвати на прикладі ДСС-6, де зрошення водою із середньої частини водосховища Китай мінералізацією 2,5-3,5 г/дм³ періодично проводиться і в останні

роки: вміст поглинутого натрію на глибині 50-60 см весною 2008 р. тут сягнув 6,03 % (додаток Г). Це стосується і чорноземів ділянки ДСС-7, де вміст натрію на вказаній глибині досяг 7,44 %. При цьому зазначимо, що у верхніх горизонтах вказаних ґрунтів його вміст значно зменшився. Подальші дослідження вмісту обмінного Na^+ на цих ділянках показали нестабільність цього показника. Зокрема, весною 2010 року у ґрунтах ДСС-6 він є практично незмінним, а у ґрунтах ДСС-7 вміст поглинутого Na^+ істотно зріс і становив з поверхні до глибини 60 см від 3,75 до 5,44 %. Дослідження останніх років також виявили варіювання його вмісту як по роках, так і у профілі ґрунту (додаток Г). Така «поведінка» поглинутого Na^+ , найбільш ймовірно, пов'язана з погодними умовами, зокрема, з нестабільним режимом атмосферного зволоження.

З припиненням поливів чорноземів МЗ в останні 17-20 років вступають в дію процеси їх природного розсолення атмосферними водами та розсолонцювання [13, 52, 70, 80, 105]. При цьому зменшується вміст як водорозчинного, так і поглинутого натрію у верхніх горизонтах профілю. На масивах зрошення в попередні роки водами підвищеної мінералізації (більше 1,5-2 г/дм³) вміст увібраного натрію у верхніх горизонтах часто зменшується у 1,5-2 рази порівняно із попереднім періодом його максимального іригаційно-солонцевого вмісту ([48], додаток Г). Одночасно в ГВК зростає кількість увібраного кальцію. З глибиною по профілю вміст поглинутого натрію залишається високим, можливе навіть збільшення його кількості до 3-6 % від ЄКО, що було відмічено вище. При зрошенні ж у попередні роки прісними водами і відсутності поливів у останні 17-20 років тенденція до природного розсолення-розсолонцювання раніше іригаційно-осолонцюваних чорноземів простежується менш виразно, оскільки трансформаційні зміни їх вихідного ГВК за роки попереднього систематичного зрошення були менш значними.

В чорноземах зрошуваних у минулому прісними дунайськими чи дністровськими водами, де в останні роки зрошення припинено, у подальшому ймовірно очікувати поступового зменшення вмісту Na^+ та збільшення кількості Ca^{2+} у ГВК до вихідного (до зрошення) рівня.

Тобто продовжуватимуться процеси реградації катіонно-обмінного комплексу ґрунтів до квазірівноважного стану з сучасними гідролого-геохімічними та агроеліоративними умовами, які, до речі, також поступово змінюються в напрямку до стану сучасної ландшафтно-агроеліоративної ситуації на суміжних незрошуваних територіях. Це, в першу чергу, стосується ґрунтів моніторингових ділянок ДСС-3, ДСС-4, St-10, St-15. В ґрунтах же більш істотно змінених у попередні роки зрошенням іригаційно неякісними водами прогноз подальшої еволюції їх властивостей, і зокрема ГВК, є складнішим. З одного боку, констатоване стабільне зменшення вмісту поглинутого натрію у верхніх горизонтах дає підстави прогнозувати подальше їх розсолонцювання під дією природної буферності чорноземів та післядії меліорантів. З іншого – просування осолонцювання вглиб профілю може свідчити про існування так званого «іригаційно-осолонцювального потенціалу (запасу)», який при певних умовах може понижувати природну буферність ґрунту та його здатність до самовідновлення-ренатуралізації. Такою умовою може бути, наприклад, тривалий посушливий період, під час якого зростає частка натрію у складі ГВК, що було констатовано нами при попередніх дослідженнях [47, 48]. Вочевидь, склад і направленість еволюції ГВК ґрунтів МЗ у постіригаційний період може залежати й від інших, на сьогодні не відомих природних чи антропогенно-спровокованих чинників, дослідження природи яких повинні бути продовжені.

5.5. Фтор в агроландшафтах масивів зрошення

За В. А. Ковдою [59], практично для кожного хімічного елемента існують чотири рівні концентрацій: дефіцит елемента, оптимальний вміст, підвищений (припустимий) і дуже високий (летальний). Тобто, при дефіциті вмісту елемента для живих організмів його розглядають як мікроелемент, а при надлишку вважають забруднювачем. Саме до таких мікроелементів відноситься і фтор. На сьогодні його вважають найбільш небезпечним і фітотоксичним мікрополлютантом серед інших забруднювачів повітря, води, продуктів харчування.

Фітотоксичність сполук фтору визначається як екологічними, так і біологічними чинниками та фізико-хімічними властивостями самого елемента. Наслідки від фторного забруднення проявляються також у пошкодженні рослин, зниженні врожаю, зміні фізико-хімічних властивостей ґрунту, зменшенні родючості ґрунтів, захворюванні тварин і людей.

Згідно з ГОСТ 17.4.1.02.83 «Охорона ґрунтів», фтор віднесено до першого класу високонебезпечних хімічних речовин, що забруднюють ґрунт. Джерелами антропогенного забруднення ґрунтів фтором є мінеральні добрива, меліоранти (фосфогіпс), зрошувальні води, атмосферні опади, викиди промислових підприємств тощо.

Систематичне внесення мінеральних добрив і хімічних меліорантів, які використовують з метою підвищення родючості ґрунтів, неминуче пов'язано з внесенням в ґрунт забруднювальних речовин. Так, вміст фтору у фосфорних добривах становить: у простому і гранульованому суперфосфаті: 1,4-1,7 %, в амофосі – 3,5 %, нітроамофосі – 2 %. За середніми рекомендованими для зрошення земель нормами фосфорних добрив на 1 га сівозмінної площі щороку вноситься до 4 кг фтору. Вміст фтору у фосфогіпсі може досягати 4-6 %, але відповідно до вимог ТУ 6-08.418.80 його кількість не повинна перевищувати 0,3 %. При внесенні 10 т/га фосфогіпсу в ґрунт надходить близько 400 кг фтору, або 160 мг/кг ґрунту. За зрошувальної норми 2000 м³/га ґрунт додатково одержує 0,4-2,0 кг фтору [80].

Не зважаючи на різке зниження в останні десятиріччя об'ємів та темпів внесення мінеральних та органічних добрив, ступінь забруднення чорноземів масивів зрошення півдня України залишається високою, що зумовлено наслідками попередньої багаторічної хімічної меліорації сільського господарства, особливостями використання земель та властивостями чорноземних ґрунтів.

Відомо, що вміст фтору в ґрунтах сильно варіює залежно від їхнього генезису і властивостей. За даними А. П. Виноградова, середній вміст фтору у ґрунтах колишнього СРСР становив 200 мг/кг [103]. У найбільш забруднених районах концентрація фтору може досягати 1000-2000 мг/кг, за допустимого значення 500 мг/кг.

Існують різні погляди на можливість забруднення ґрунтів фтором унаслідок зрошення і тривалого застосування фосфорних добрив. Відомо, що зрошення слабкомінералізованими водами із несприятливим співвідношенням одно- і двовалентних катіонів призводить до осолонцювання чорноземних ґрунтів. Одним із головних заходів боротьби з осолонцюванням ґрунтів є хімічна меліорація. Серед меліорантів найбільш поширеним є використання гіпсу, фосфогіпсу, глиногіпсу тощо. У випадку гіпсування кальцій витісняє вбирний натрій ґрунту, отже, усувається лужна реакція, відбувається коагуляція ґрунтових колоїдів, поліпшуються фізичні, водно-фізичні властивості, підвищується продуктивність ґрунтів. Але і гіпс, і фосфогіпс у своєму складі містять фтор, що може привести до забруднення меліорованих ґрунтів фтором [127].

Контроль за станом забруднення ґрунтів можна здійснювати за вмістом як валових, так і рухомих форм елементів. Переважна частина фтору у ґрунтах (до 95%) знаходиться у формі малорозчинних сполук. Але найбільшою мірою беруть участь у процесах, які відбуваються в системі «ґрунт – меліорант (добриво) – ґрунтова вода – рослина» рухомі, зокрема водорозчинні форми фтору.

Об'єктами наших досліджень були:

- чорноземи незрошені, зрошені та зрошені меліоровані;
- зрошувальні води;
- ґрунтові води, втім числі лізиметричні;
- сільськогосподарські рослини.

Методика досліджень. Дослідження щодо впливу зрошення та внесення фосфорних добрив, у тому числі фосфогіпсу на вміст фтору в чорноземних ґрунтах проводилися в межах МЗ Одещини. Багатосторонні дослідження впливу зрошення та гіпсування на вміст фтору в ґрунтах, ґрунтових водах та рослинній продукції проводилися в межах Дунай-Дністровської ЗС в польовому досліді, який включав наступні варіанти: чорноземи південні незрошені (контроль); чорноземи південні зрошені; чорноземи південні зрошені + фосфогіпс 12 т/га; чорноземи південні зрошені + фосфогіпс 12 т/га + гній 60 т/га.

У зразках ґрунтів визначали валовий і активний (кислоторозчинний і водорозчинний) фтор потенціометричним методом із застосуванням фторселективного електроду марки EF-IV.

З метою з'ясування вертикальної міграції фтору на досліджуваних ділянках були встановлені лізиметри на глибині 30 і 60 см. Відбір лізиметричних вод проводили три рази в рік – весною, влітку та восени. Міграційну здатність фтору (коефіцієнт водної міграції) визначали по відношенню кількості атомів елемента, які перейшли в рухомий стан (воду), до кількості його атомів у ґрунті [59].

Для виявлення впливу меліорації на вміст фтору в рослинах і міграції його в системі «ґрунт-рослини» визначали кількість валового й активного фтору у клітинному соці кукурудзи, вівса, гороху, пшениці, люцерни, відібраних у межах польового дослідження.

Для оцінки стійкості системи «ґрунт-рослини» до накопичення та транслокації фтору використовували показник «активного забруднення», який визначається як співвідношення кількості рухомих форм елемента у забрудненому ґрунті до кількості рухомих форм у контрольному ґрунті, а також «коефіцієнт концентрації» – співвідношення концентрації фтору в рослинах, вирощених на забрудненому і незабрудненому ґрунті. Дані показники активно використовуються при визначенні стійкості системи при забрудненні важкими металами [93]. Для екологічної оцінки фтору в системі «ґрунт-рослини» використовували показники, запропоновані [53] для екологічної оцінки важких металів: ґрунтовий бар'єр – відношення показника активного забруднення до показника накопичення хімічного елемента та бар'єр системи «ґрунт-рослини» – відношення показника активного забруднення ґрунту до показника активного забруднення рослин (чи окремих їх органів).

Результати досліджень.

Як зазначалося вище, зрошувальна вода може бути додатковим джерелом надходження фтору в ґрунти і суміжні середовища. Характеристику поливних вод основних джерел зрошення досліджуваного регіону за вмістом фтору наведено у таблиці 5.4.

Аналіз наведених даних показує, що вміст фтору у водах природних джерел (ріки, водосховища, озера) знаходиться на рівні

0,2-0,7 мг/дм³. Вміст фтору в зрошувальних водах меліоративних систем Задністер'я коливається в межах 0,19-0,63 мг/дм³, що є нижче ГДК.

При внесенні фосфогіпсу безпосередньо в зрошувальну воду вміст фтору збільшився у 2-4 рази, сягаючи максимальних значень 1,75-2,0 мг/дм³ і перевищуючи граничнодопустимі концентрації. Розрахунки показали, що при зрошенні з поливною нормою 2-4 тис. м³/га щорічно з водою в ґрунти вноситься від 0,7 до 1,4-2,4 кг/га фтору, а при меліоруванні її фосфогіпсом – до 6-12 кг/га фтору [127].

Таблиця 5.4

Вміст фтору в природних і зрошувальних водах масивів зрошення Одещини

Місце відбору	Фтор, мг/ дм ³	Місце відбору	Фтор, мг/ дм ³
р. Дунай	0,20-0,59	Старонекрасівська ЗС	0,20-0,22
р. Дністер	0,24-0,27	Тараклійський канал	0,35-0,63
р. Когильник	0,34-1,22	Канал «Дунайський»	0,31-0,35
р. Сарата	0,40-0,70	Ялпугська ЗС	0,48-0,62
оз. Сасик	0,34-0,60	Канал Дунай-Ялпуг	0,29-0,39
оз. Китай	0,37-0,56	Холмська ЗС	0,32-0,43
оз. Ялпуг	0,48-0,61	Суворовська ЗС	0,25-0,31
Татарбунарська ЗС	0,19-0,61	Озернянська ЗС	0,36-0,39
Василівська ЗС	0,32-0,51	Ізмаїльська ЗС	0,26-0,29
Червоноярська ЗС	0,36-0,48	Дренажні води	2,47-3,23
Дунай-Дністровська ЗС	0,20-2,00		
ГНС-2	0,41-0,61	ГДК	1,5
ГНС-2(після гіпсування)	1,75-2,00		

Отже, меліорація зрошувальних вод фосфогіпсом, разом із збільшенням активності іонів кальцію, підвищує також і вміст фтору, що необхідно враховувати при розрахунку доз меліорантів [127].

На зрошуваних чорноземах одним із важливих елементів кореневого живлення рослин є фосфор. Фосфорні добрива, які використовуються в сільськогосподарському виробництві (суперфосфат, подвійний суперфосфат, преципітат тощо) завжди містять у своєму складі більшу чи меншу кількість біологічно

токсичного фтору. Існують різні погляди на можливість забруднення ґрунтів фтором унаслідок зрошення і тривалого застосування фосфорних добрив.

Дослідження, проведені нами з виявлення дії зрошувальної води та меліорантів на вміст фтору в ґрунті представлені в табл. 5.5. Багаторічні дослідження динаміки валового та вмісту рухомих форм фтору, їхньої міграції й акумуляції в зрошуваних ґрунтах дали можливість виокремити внесок меліорації в змінах біогеохімічних циклів сполук фтору.

Таблиця 5.5

Вміст фтору в орному шарі чорноземів південних масивів зрошення Одещини (мг/кг)

Фтор	Варіант дослід, ґрунти		
	незрошувані	зрошувані	зрошувані, гіпсовані
Валовий	<u>380,0–597,0</u> 488,5	<u>310,0–328,0</u> 319,2	<u>318,0–360,5</u> 334,4
Кислоторозчинний	<u>4,56–5,60</u> 5,08	<u>10,45–13,30</u> 11,93	<u>14,73–19,95</u> 17,08
Водорозчинний	<u>0,49–3,96</u> 1,92	<u>2,1–3,44</u> 2,77	<u>2,05–6,75</u> 4,12

Примітка: чисельник – межі коливань, знаменник – середні значення

У верхніх горизонтах чорноземів південних, зразки яких відбирались на МЗ Одеської області, валовий вміст фтору коливається в межах 310,0–597,0 мг/кг. Вміст валового фтору в незрошуваних чорноземах південних вищий, ніж на зрошенні, що обумовлено додатковим зволоженням. При зрошенні відбувається поступовий перехід валових форм у розчинні та їх міграція з верхнього шару в глибину ґрунтового профілю. При зрошенні і гіпсуванні кількість валового фтору збільшується, але не значно.

Вміст розчинних форм фтору в орному шарі чорноземів південних МЗ Одещини коливається в широких межах: кислоторозчинного – 4,56–19,95 мг/кг, водорозчинного – 0,49–6,75 мг/кг. Найнижчий рівень фтору мають незрошувані чорноземи, найвищий – зрошувані гіпсовані. Використовуючи класифікацію зрошуваних ґрунтів за

вмістом водорозчинного фтору щодо впливу зрошувальної води на вміст активного фтору (табл. 5.6), можна зробити наступні висновки:

1 – вміст водорозчинного фтору в орному шарі незрошуваних ґрунтів території дослідження має низький рівень;

2 – при зрошенні, і особливо при внесенні фосфогіпсу, вміст фтору підвищується, в окремих випадках сягаючи високого рівня;

3 – розроблену градацію слід урахувувати при раціональному використанні зрошуваних земель, застосуванні добрив і хімічних меліорантів [80].

Таблиця 5.6

Класифікація зрошуваних ґрунтів за вмістом водорозчинного фтору [80]

Вміст водорозчинного фтору, мг/кг ґрунту	Рівень вмісту фтору
3	Низький
3-6	Середній
6-9	Високий

Таким чином, при зрошенні у орному та підорному горизонтах чорноземів відбувається зменшення вмісту валових форм фтору та підвищення розчинних. Зростання вмісту концентрацій рухомих форм фтору у зрошуваних ґрунтах, порівняно з їхнім валовим вмістом, свідчить про підвищення його рухомості, міграційної здатності, посилення небезпеки надходження у рослини, можливості міграції у нижні горизонти ґрунту й підґрунтові води, що потребує постійного контролю для запобігання негативних наслідків в системі «ґрунт-ґрунтові води-рослини».

Дослідження профільного розподілу фтору засвідчили, що вміст валового фтору коливається в межах 320-670 мг/кг, причому на незрошуваних землях його вміст у верхньому шарі значно вищий, ніж на зрошенні. Вниз по профілю ґрунту і лесовій товщі вміст валового фтору збільшується, сягаючи 600-800 мг/кг, (в окремих випадках 1000 мг/кг). Глибше нижньої межі профілю не спостерігалось відмінностей між богарними та зрошуваними ґрунтами.

Для розчинних форм фтору в чорноземах південних, особливо незрошуваних, характерний підвищений вміст у верхньому горизонті, що можна пояснити біологічною акумуляцією цього елемента. У підорному горизонті вміст фтору дещо зменшується. Найвищі концентрації характерні для горизонтів акумуляції карбонатів. Вниз по профілю простежується закономірне збільшення концентрації активного фтору: на глибині 140-150 см його вміст сягає 25-30 мг/кг, що пов'язано зі збільшенням його валових форм. Максимальні значення вмісту фтору приурочені до ґрунтоутворювальних порід.

Про інтенсивне накопичення фтору в ґрунті, впродовж тривалого застосування мінеральних добрив свідчать численні дані вегетаційних і стаціонарних польових дослідів [30, 52, 54, 64, 80, 92, 95, 117, 127-129].

Як зазначалося, багатосторонні дослідження впливу зрошення та гіпсування на вміст фтору в ґрунтах, ґрунтових водах і рослинницькій продукції проводилися в межах Дунай-Дністровської ЗС в польовому досліді. Об'єктом дослідження були чорноземи південні теплої південноєвропейської фації зрошувані слабкомінералізованими водами. У проведених дослідженнях головну увагу приділяли вивченню вмісту активного фтору, оскільки саме ця форма мікроелемента є найбільш токсичною для харчового ланцюга. Для меліорації осолонцьованих чорноземів південних Дунай-Дністровської ЗС використовували фосфогіпс, який містив 2 % (20000 мг/кг) загального фтору і 0,3 % (3000 мг/кг) водорозчинного. Отже, із внесенням 10 т/га фосфогіпсу в ґрунт потрапляє близько 30 кг/га активного фтору, що може спричинити збільшення його вмісту в ґрунтах.

За результатами наших досліджень, під впливом зрошення концентрація валового фтору в орному шарі на ділянці зрошення зменшилась на 60 мг/кг, у підорному 72 мг/кг, що можна пояснити поступовим розчиненням валових форм та тривалою міграцією водорозчинного фтору з верхнього шару до низу ґрунтового профілю. Вміст водорозчинного фтору у орному шарі найнижчим є в незрошуваних чорноземах (табл. 5.7). При зрошенні і особливо при зрошенні і гіпсуванні вміст рухливих форм фтору в орному

горизонті підвищується. При внесенні фосфогіпсу сумісно з гноєм вміст фтору знижується, оскільки органічна речовина гною здатна утворювати важкорозчинні комплекси з фтором.

Таблиця 5.7

**Вміст активного фтору в чорноземах південних
Дунай-Дністровської ЗС, мг/кг**

Глибина, см	Варіант дослідю							
	незрошувані		зрошувані		зрошувані, гіпсовані фосфогіпс (12т/га)		зрошувані, гіпсовані (12 т/га), гній (60 т/га) фосфогіпс	
	1	2	1	2	1	2	1	2
0-10	0,82	5,60	1,19	13,30	1,95	19,95	1,43	15,20
10-20	0,62	6,84	1,00	12,83	1,71	16,58	1,38	14,73
20-30	0,66	4,56	0,95	10,45	1,09	14,73	1,09	13,78
30-40	0,82	6,08	0,92	10,45	0,95	13,78	0,92	12,83
40-50	1,24	6,08	0,89	11,40	0,79	13,30	1,48	12,83

Примітка: 1 – водорозчинний фтор, 2 – кислоторозчинний фтор.

Отже, внесення фосфогіпсу на зрошуваних чорноземах збільшує вміст водорозчинного і кислоторозчинного фтору, проте абсолютні його значення залишаються при цьому нижчими рівня ГДК. Проведені дослідження підтверджують, що незважаючи на низьку розчинність сполук фтору (2,1· 10⁻³ %) у чорноземних ґрунтах при зрошенні відбувається його поступове розчинення, що призводить до збільшення активних форм, особливо кислоторозчинного фтору (майже в 3 рази).

Динаміка вмісту активного фтору в чорноземах південних Дунай-Дністровської ЗС представлена в табл. 5.8. Як видно з таблиці, при зрошенні та особливо при зрошенні і гіпсуванні активність і, відповідно, рухливість фтору у верхньому шарі чорноземів з року в рік зростає, створюючи загрозу забруднення цим елементом геохімічно залежних ландшафтів, природних та ґрунтових вод, рослинницької продукції.

Таким чином,

1 – зрошення чорноземів призводить до перерозподілу фтору в ґрунтовому профілі та збільшення в орному шарі концентрації його активних форм;

2 – систематичне внесення фосфорних добрив і фосфогіпсу у великих дозах спричиняє підвищення вмісту фтору в ґрунтах, особливо його активних форм (водорозчинних та кислоторозчинних);

3 – для солонцюватих чорноземних ґрунтів найбільш екологічно поєднувати внесення гною і фосфогіпсу.

Таблиця 5.8

Динаміка вмісту активного фтору в чорноземах південних Дунай – Дністровської ЗС, мг/кг

Горизонт	Фтор валовий	1 рік		2 рік		3 рік	
		1	2	1	2	1	2
Зрошення							
H _{орн.}	319,2	0,96	9,66	1,05	12,19	1,33	13,7
H	345,8	0,84	8,55	0,91	10,97	1,19	16,6
Hр	372,4	0,84	-	0,82	-	1,62	-
Ph	364,8	1,60	-	0,86	-	1,66	-
P(h)	380,0	2,34	-	2,89	-	2,09	-
Зрошення, гіпсування (12 т/га)							
H _{орн.}	334,4	1,05	10,22	1,58	23,75	2,23	19,9
H	345,8	1,16	8,74	1,38	13,54	2,95	12,3
Hр	334,4	1,24	-	1,43	-	1,66	-
Ph	364,8	1,60	-	1,43	-	1,62	-
P(h)	395,1	2,70	-	2,75	-	1,85	-

Примітка: 1 – водорозчинний фтор, 2 – кислоторозчинний фтор.

Серед негативних наслідків зрошення та внесення фосфорних добрив є накопичення фтору не тільки в ґрунті, а й поверхневих водах. На накопичення фтору в ґрунтових водах впливає ступінь рухливості фторидів (СР) [100], яка може збільшуватися при додатковому зволоженні (зрошенні) та внесенні добрив, які містять сполуки фтору. Ступінь рухливості фторидів розраховується співвідношенням вмісту розчинних форм фтору до їх валового вмісту у ґрунті. Незважаючи на низьку розчинність і рухомість фтору в чорноземних ґрунтах, при внесенні фосфогіпсу ступінь рухливості водорозчинного фтору збільшилася в 2 рази, а кислоторозчинного в 1,5 рази (табл. 5.9).

Для визначення інтенсивності міграції фтору по профілю дослідили його вміст в лізіметричних водах. Вивчення складу лізіметричних вод дозволяє встановити ступінь антропогенного впливу на ґрунтові процеси, виявити закономірності переміщення в ґрунтах забруднюючих речовин, дати оцінку ґрунту як природного фільтру для хімічних елементів та їх сполук, а також встановити їх вплив на склад ґрунтової води, яка формується за рахунок ґрунтового стоку [3].

Степові ландшафти півдня України за геохімічними особливостями належать до кальцієвого класу водної міграції, а ґрунти до кальцій-гумусових степових. З кальцієм фтор утворює важкорозчинні сполуки, тому в чорноземних ґрунтах можуть накопичуватися великі кількості фтору при низькій його активності. Дослідження вмісту фтору в лізіметричних водах показали, що при зрошенні (без внесення добрив) його вміст коливається в межах 0,13-0,22 мг/дм³, що в 1,5-3,0 рази нижче, ніж вміст фтору у зрошувальній воді (0,43 мг/дм³). Таким чином, польові дослідження лізіметричних вод підтвердили високу вбиральну здатність чорноземних ґрунтів по відношенню до сполук фтору, які містяться у зрошувальній воді.

На зрошуваних ділянках, де вносився фосфогіпс, вміст фтору в лізіметричних водах значно збільшився, в окремих випадках сягаючи понад 1 мг/дм³, що зумовлено високою міграційною активністю мікроелемента та додатковим надходженням його сполук з меліорантами (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

Показники ступеня рухливості сполук фтору (%) і коефіцієнта водної міграції в системі ґрунт – лізіметричні води

Горизонт	Фтор в ґрунті				Фтор в лізіметричних водах	
	Водорозчинний		Кислоторозчинний		1 (мг/дм ³)	2*
	1	2	1	2		
Зрошення						
Нори.	1,33	0,0042	11,93	0,037	0,28	0,53
Нп/ори.	1,19	0,0034	10,92	0,032	0,29	0,51
Зрошення, фосфогіпс (12 т/га)						
Нори.	2,95	0,0088	17,08	0,051	0,70	1,27
Нп/ори.	2,23	0,0064	13,54	0,039	1,03	1,82

Примітка: 1 – вміст фтору (мг/кг), 2 – рухливість фтору (%), 2* – коефіцієнт водної міграції

Проведені дослідження підтверджуються розрахунками міграційної активності фтору в лізіметричних водах дослідних ділянок (при зрошенні і внесенні фосфогіпсу). Коефіцієнт водної міграції фтору при внесенні фосфогіпсу збільшився в 2,5-3,5 рази, що може призвести до значного забруднення ґрунтових вод і накопичення його в рослинах.

Отже, при зрошенні і особливо внесенні фосфогіпсу ступінь рухливості сполук фтору в досліджуваних чорноземах підвищується. Рівень вмісту фтору в лізіметричних водах і коефіцієнт водної міграції корелює з його вмістом в ґрунтах і може слугувати джерелом забруднення ґрунтових вод та рослинницької продукції.

Про інтенсивне накопичення фтору в рослинах під час тривалого застосування мінеральних добрив свідчать численні дані вегетаційних і стаціонарних польових дослідів, які засвідчують, що збагачення ґрунтів фторвмісними мінеральними добривами веде до збільшення його вмісту у врожаї сільськогосподарських культур [30, 52, 54, 64, 80, 95, 117, 127, 130].

Система «ґрунт-рослини» складається із підсистем, між якими існують тісні ієрархічні зв'язки. Чорноземи південні за геохімічними особливостями належать до кальцієвого класу водної міграції, а ґрунти до кальцій-гумусових степових. Загальновідомо, що з кальцієм фтор утворює важкорозчинні сполуки, тому в них можуть накопичуватися великі кількості фтору при низькій його активності. Проте, зрошення чорноземів півдня України і пов'язане з ним внесення фосфорних добрив, зокрема фосфогіпсу, як хімічного меліоранта зрошуваних ґрунтів, може призвести до накопичення фтору в ґрунтах та рослинній продукції, що з екологічного погляду є надзвичайно актуальною проблемою.

У зв'язку з великою хімічною активністю та небезпекою для здоров'я рослин і тварин вміст фтору в рослинній продукції нормується. Гранично допустимі концентрації фтору в продуктах харчування рослинного походження (хліб, овочі, фрукти) становить 2,5 мг/кг, у зелених кормах і сіні – 20 мг/кг сухої речовини. Проте, незважаючи на значне розповсюдження фтору в природі та велику хімічну активність його сполук, єдиної думки щодо впливу сполук фтору на ріст і розвиток рослин не існує і дотепер. Окремі

дослідники вважають, що фтор є необхідним елементом для рослин, але потреба в ньому дуже низька і визначається, перш за все, видом рослин [133]. На думку інших [21], фтор не є елементом, необхідним для розвитку рослин. Оскільки сполуки фтору не приймають участі в обміні речовин більшості рослин, то в рослинній клітині не відбувається їх детоксикація, тому і при невеликих концентраціях сполуки фтору можуть мати значну токсичну дію на рослини.

Загальної думки дослідників із приводу залежності вмісту фтору в рослинах від його вмісту у ґрунтах також не вироблено. Природний фтор є важкорозчинним і малодоступним для рослин. Сполуки фтору, які надходять в ґрунт при техногенному забрудненні, навпаки, є легкорозчинні і досить активно накопичуються рослинами. Так, дослідженнями Габовича Р. Д. [24] встановлено, що вміст фтору в рослинах при внесенні в ґрунт суперфосфату в нормі 200 кг/га підвищується незначно. При внесенні в ґрунт 1000 кг/га суперфосфату відбувається значне збільшення вмісту фтору в рослинах. Проте більшість дослідників вважає, що вміст фтору в рослинах не залежить від його вмісту в ґрунтах. Очевидно, цей висновок не є достатньо обґрунтованим, оскільки дослідники користуються результатами визначення в ґрунтах валового фтору, який є малодоступним для рослин. З огляду на це, актуальним є вивчення закономірностей розподілу саме активного фтору в рослинах у зв'язку із вмістом його в ґрунтах, а також виявлення впливу зрошення та хімічної меліорації на вміст фтору в рослинах.

Досліди, проведені нами в польових і виробничих умовах, показали, що зрошення та внесення високих доз фосфогіпсу (12 т/га) суттєво підвищують вміст фтору в рослинах. Як видно з таблиці 5.10, вміст активного фтору в соці рослин знаходиться в прямій залежності від його вмісту в ґрунті, але вирізняється індивідуальними особливостями накопичення його сполук як за видами рослин, так і окремими їх органами.

Збільшення активного фтору в соці всіх досліджуваних рослин та їх органів при зрошенні та внесенні фосфогіпсу склало: у стеблах – 0,5-2 рази, у коренях – 2,5-4 рази та колосках пшениці – більш ніж у 4 рази. Вміст фтору на варіанті фосфогіпс і гній займає проміжне значення між контрольним варіантом і варіантом, де вносився тільки

фосфогіпс. Цю саму закономірність виявлено і при визначенні фтору в ґрунтових зразках і лізіметричних водах.

Отже, якість зрошувальних вод та ступінь забруднення зрошуваних ґрунтів цілком закономірно впливають на концентрацію фтору у сільськогосподарських рослинах і, відповідно, якість продукції.

Для з'ясування зв'язку між вмістом фтору в рослинах і ґрунтах нами використані відносні показники забруднення, запропоновані Льїним В. Б та Степановою М. Д. [53], а саме: показники накопичення і активного забруднення фтору у досліджуваних ґрунтах, показник захисних можливостей ґрунтів (ґрунтовий бар'єр), показники активного забруднення рослин і окремих їх органів та бар'єр системи «ґрунт-рослина».

Показник накопичення фтору на всіх досліджуваних варіантах є нижчим одиниці, що свідчить про незначний вплив валових форм фтору на можливість накопичення його в рослинах (табл. 5.11).

Таблиця 5.10

Вміст фтору в ґрунтах і кліттинному соці рослин

Варіант досліджу	Вміст фтору в ґрунті (мг/кг)			Фтор в рослинах (мг/дм ³)			
	валовий	кислото розчинний	водо розчинний	кукурудза стебло коріння	горох, стебло	овес стебло коріння	пшениця, колоски
Зрошення, контроль							
Норн.	319,2	13,78	1,33	<u>0,06</u>	0,14	<u>0,11</u>	0,16
Нп/орн.	345,8	16,63	1,19	0,12		0,20	
Зрошення+фосфогіпс (12 т/га)							
Норн.	334,4	19,95	2,23	<u>0,12</u>	0,18	<u>0,15</u>	0,74
Нп/орн.	345,8	13,54	2,95	0,48		0,48	
Зрошення+фосфогіпс (12 т/га)+гній (60 т/га)							
Норн.	не визн.	16,07	1,43	<u>0,16</u>	0,15	<u>0,12</u>	0,29
Нп/орн.	не визн.	12,83	1,38	0,36		0,42	

Показники активного забруднення ґрунтів розраховані нами для двох рухливих форм фтору (водорозчинного і кислоторозчинного) і є більшими одиниці у всіх варіантах (табл. 5.11). Особливо високими значеннями характеризується орний горизонт на ділянках, де вносилися

фосфогіпс (3,19-3,52), що свідчить про значне накопичення в ґрунті активних сполук фтору, які можуть надходити в харчовий ланцюг.

Таблиця 5.11

Показники накопичення, активного забруднення фтору та ґрунтовий бар'єр системи «чорноземи південні – рослини»

Горизонт	Накопичення	Активне забруднення		Ґрунтовий бар'єр	
		1	2	1	2
Зрошення, контроль					
Нори	0,84	1,90	2,43	2,26	2,89
Нп/орн	0,83	1,16	2,74	1,40	3,30
Зрошення, гіпсування (12 т/га)					
Нори.	0,88	3,19	3,52	3,63	4,00
Нп/орн.	0,83	2,86	2,23	3,45	2,69
Зрошення, гіпсування (12 т/га)+гній (60 т/га)					
Нори.	не визн.	2,04	2,83	-	-
Нп/орн.	не визн.-	1,34	2,11	-	-

Примітка: 1 – водорозчинний фтор, 2 – кислоторозчинний фтор.

Показник захисних можливостей ґрунтів (ґрунтовий бар'єр) використовують для порівняння здатності різних ґрунтів зберігати елементи-забруднювачі, які надходять в малорухливій формі або переводити їх у таку форму [20].

Чорноземи південні, насамперед завдяки гумусу і глинистим мінералам, вирізняються значною буферністю, яка певною мірою гальмує рух фтору з ґрунту в рослини. Проте в міру накопичення сполук фтору властивості ґрунту, а отже і буферна здатність можуть поступово погіршуватися. Як наведено в табл. 5.12, на всіх досліджених варіантах як для водо-, так і кислоторозчинного фтору ґрунтовий бар'єр у кількісному вираженні змінюється від 1,40 до 3,30 при зрошенні та 2,69-4,00 при внесенні фосфогіпсу. Таким чином, внесення фосфогіпсу сприяє значному накопиченню фтору в рослинах, вирощених на удобрених варіантах.

Оскільки показник активного забруднення для всіх досліджуваних рослин вищий за одиницю, то кількість фтору, внесеного в ґрунт, може спричиняти пригнічення цих рослин, про що особливо свідчать показники активного забруднення коріння кукурудзи і колосся пшениці (4,0 і 4,63 відповідно) та показники активного забруднення стебел – 1,36-2,00 (табл. 5.12).

Таблиця 5.12

Показники активного забруднення рослин фтором та бар'єр системи ґрунт-рослини

Частина (орган рослини)	Активне забруднення	Бар'єр системи ґрунт – рослина		Активне забруднення	Бар'єр системи ґрунт – рослина	
		1	2		1	2
	Зрошення, гіпсування (12 т/га)			Зрошення, гіпсування (12 т/га)+гній (60 т/га)		
Кукурудза						
Стебло	2,0	1,52	1,44	2,67	1,52	1,44
Коріння	4,0	0,76	0,72	3,0	0,76	0,72
Горох, стебло	1,29	2,47	2,73	1,07	2,35	2,22
Овес						
Стебло	1,36	2,35	2,59	1,09	2,23	2,11
Коріння	2,4	1,33	1,47	2,1	1,26	1,20
Пшениця, колоски	4,63	0,69	0,76	1,81	0,65	0,62

Примітка: 1 – водорозчинний фтор, 2 – кислоторозчинний.

Показник «бар'єр системи ґрунт-рослини» тісно пов'язаний з буферною здатністю ґрунту і захисними можливостями рослин. Захисні можливості рослин постійні для кожного виду і відновлюються зі зміною генерації. Цей показник сприяє оцінці умов, які виникають у ґрунті та першій ланці харчового ланцюга внаслідок накопичення елемента-забруднювача. Рослинному організму потрібно прикласти більше зусиль, щоб захистити себе від вторгнення небажаного елемента-забруднювача, якщо ґрунт має слабку буферну здатність [20].

Як видно з даних табл. 5.12, бар'єр системи ґрунт-рослини, розрахований для водо- і кислоторозчинного фтору, свідчить про різну здатність системи ґрунт-рослина (орган) протистояти забрудненню харчового ланцюга. Вищі можливості таких органів рослин, як стебло, оскільки бар'єр системи для цих органів вищий (1,44-2,67), ніж для коріння – 0,72-1,47 та колосків – 0,62-0,76, що вказує на мінімальну здатність (можливо і нездатність), особливо стебел, протистояти забрудненню фтором.

Таким чином, проведені дослідження засвідчують, що:

1 – незважаючи на значне розповсюдження фтору в природі, велику хімічну активність його сполук, необхідність мікроелементу для життєдіяльності рослин однозначно не визначена;

2 – зрошення та внесення фосфогіпсу призводить до накопичення активного фтору в системі «чорноземи південні-рослини». Вміст активного фтору в соці рослин залежить від його вмісту розчинних форм у ґрунті. В рослинах спостерігається більш інтенсивне накопичення фтору, ніж у ґрунті;

3 – досліджені сільськогосподарські рослини та їх органи мають різну здатність протистояти забрудненню фтором харчового ланцюга.

Ґрунтуючись на наведеній в розділі інформації можна спрогнозувати, що за збереження тенденції згортання зрошення та зменшення кількості фосфорних добрив, що вносяться, а також зникнення потреби внесення фосфогіпсу, «фториста небезпека» досліджуваного регіону зійде нанівець [52].

Проте, зрошення є одним із найефективніших засобів підвищення урожайності с/г культур для територій, які знаходяться у зоні посушливого клімату. При оптимальних нормах зрошення покращується також водний і тепловий режим ґрунтів, посилюється їх мікробіологічна активність, підвищується біологічна продуктивність агроландшафтів [80, 92 та ін.].

При відновленні зрошення виникне необхідність внесення добрив та меліорантів. У сучасних умовах найперспективнішим для зрошення є краплинний спосіб поливу, особливо для плодово-ягідних, овочевих культур та винограду, при якому поєднуються поливи із застосуванням засобів хімізації, зокрема із внесенням мінеральних добрив (фертигація), меліорантів і мікроелементів. Внесення добрив з поливною водою не тільки підвищує ефективність добрив для рослин, але впливає і на розчинність різних біологічно активних речовин, в тому числі і сполук фтору. Тому є необхідним проведення постійних моніторингових досліджень вмісту фтору в агроценозах масивів зрошення.

Оскільки надходження фтору з фосфорними добривами, меліорантами та поливною водою створює додаткову небезпеку забруднення цим елементом сільськогосподарської продукції, можна рекомендувати:

- проводити систематичний контроль за вмістом водорозчинного фтору у зрошуваних ґрунтах та рослинницькій продукції;
- на ґрунтах з високим вмістом фтору рекомендується вирощувати найбільш стійкі до забруднення фтором культури – озимі та ярі зернові (пшениця, ячмінь, кукурудза, просо), соняшник [80];
- вносити гній та інші органічні добрива, які значно знижують рівень фтору в ґрунтах та рослинах. При внесенні фторвмісних меліорантів поєднувати їх внесення з гноєм;
- для оцінки стійкості системи «ґрунт-рослини» до накопичення та транслокації фтору пропонується використовувати показники «активного забруднення» та «коефіцієнт концентрації»;
- для екологічної оцінки фтору в системі «ґрунт-рослини» пропонується використовувати показники, запропоновані для екологічної оцінки важких металів: ґрунтовий бар'єр та бар'єр системи «ґрунт-рослини»;
- внести фтор у перелік показників, які підлягають обов'язковому контролю сертифікації сільськогосподарської продукції, оскільки його сполуки виявляють високу токсичну дію на організми тварин і людей.

РОЗДІЛ 6

ОЦІНКА АГРОМЕЛІОРАТИВНОГО СТАНУ ЧОРНОЗЕМІВ МАСИВІВ ЗРОШЕННЯ

У 1988-1992 рр. І. М. Гоголев і Я. М. Біланчин розробили модель оцінки та оптимізації агро меліоративного стану чорноземів МЗ [28; 92, с. 154-168]. Для оцінки стану і агро меліоративної якості чорноземів використовуються показники їх морфології, гумусового, фізичного і водно-фізичного, водно-сольового, фізико-хімічного та агрохімічного станів. Обов'язковим показником оцінки є фактична урожайність планової продукції за умови дотримання рекомендованої агротехніки. Модель включає як індивідуальну, так й інтегральну оцінку стану чорноземів МЗ.

2007 року в Україні розроблено державний стандарт критеріїв і показників оцінювання еколого-агро меліоративного стану (ЕАМС) зрошуваних земель [79]. З використанням цих критеріїв і показників співробітниками ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського» у 2008 р. запропоновано удосконалену класифікацію ЕАМС зрошуваних, вилучених зі зрошення та суміжних незрошуваних ґрунтів і земель [9], проведено узагальнену оцінку сучасного стану земель МЗ України в розрізі адміністративних областей [79, 80, 131]. Зупинимось на характеристиці критеріїв і показників запропонованої моделі оцінювання та класифікації АМС ґрунтів і земель МЗ.

6.1. Критерії і показники оцінювання агро меліоративного стану ґрунтів і земель

Оцінювання стану ґрунтів і земель МЗ – це віднесення їх до певної категорії якості за природними та набутими властивостями. Здійснюється таке оцінювання за комплексом гідрогеологічних, інженерно-геологічних, ґрунтово-меліоративних, агрономічних та еколого-токсикологічних критеріїв і показників стану ґрунтів, зрошувальних і підґрунтових вод (табл. 6.1).

Критерії і показники оцінки еколого-агримеліоративного стану зрошуваних земель [79]

Критерії	Показник
Гідрогеологічні	Середня за вегетаційно-поливний період глибина залягання рівня підґрунтових вод (РПГВ), м, по відношенню до Н _{кр} .
	Глибина залягання РПГВ у передпосівний період, м.
	Середня за міжвегетаційний період глибина РПГВ на рисових системах,
	Мінералізація ПВ, г/дм ³ при РПГВ менше Н _{кр} від Н _{кр} до 5,0 м.
Інженерно-геологічні	Коефіцієнт пористості частки одиниці (орного шару, підорного шару товщі порід).
	Гранулометричний склад.
	Ступінь прояву екзогенних геологічних процесів: підтоплення та затоплення; водна ерозія та дефляція; зсуви та механічна руйнація відходів; просадка та суфозійний карст; вторинна гідроморфізація ґрунтів і порід.
Ґрунтово-меліоративні	Ступінь засолення верхнього метрового шару і зони аерації.
	Ступінь солонцюватості ґрунтів.
	Глибина залягання першого від поверхні сольового горизонту, м.
	Глибина залягання солонцевого горизонту, м.
	Гранулометричний склад, %.
	Щільність ґрунту, г/см ³ .
	Агрегатний склад ґрунту (в орному шарі).
	Найменша вологоємність, %.
	Максимальна гігроскопічність, %.
	Вологість тривкого пов'язання, %.
	Органічна речовина, %.
	Мінеральний азот, мг/кг, з реакцією: кислою; нейтральною; лужною.
	Калій у ґрунтах, мг/кг, з реакцією: кислою; нейтральною; лужною.
	Показники родючості ґрунтів.
Якість води для зрошення.	
Показники забруднення	Загальне забруднення зрошувальних, ґрунтових, підземних і скидних вод.
	Забруднення ґрунтів, мг/кг: цинк; марганець; мідь; кобальт; бор; молібден; кадмій; свинець; ртуть.
Агрономічні	Залишки пестицидів, мг/кг: ДДТ і його метаболіти; гексахлоран (сума ізомерів); 2,4 Д – амінна сіль.
	Продуктивність сільськогосподарських культур, т/га.
	Якість рослинної продукції.

Запропоновану Інститутом ґрунтознавства та агрохімії ім. Соколовського класифікацію стану ґрунтів і земель МЗ з використанням цих критеріїв і показників наведено у табл. 6.2.

Таблиця 6.2

Класифікація еколого-агримеліоративного стану ґрунтів і земель масивів зрощення [9]

Показники	Стан земель		
	добрий	задовільний	незадовільний
Якість зрошувальних вод	I клас за всіма критеріями	I клас (II кл. за окремими показниками)	II-III класи
Середня за вегетаційно-поливний період глибина залягання рівня підґрунтових вод (РПГВ) відносно до $H_{кр}$, м	більше 5,0	5,0- $H_{кр}$.	менше $H_{кр}$.
Мінералізація підґрунтових вод при РПГВ від 5,0м до $H_{кр}$, г/дм ³	-	менше 3,0	більше 3,0
Ступінь засолення метрового шару й зони аерації (при РПГВ >5,0)	незасолений	слабкий	середній і сильний
Ступінь солонцюватості ґрунту	несолонцюватий	слабкий	середній і сильний
Ступінь підлуження ґрунту	непідлужений	слабкий	середній і сильний
Агрофізичні властивості ґрунту (шар 0-30 см): - структурно-агрегатний склад, % повітряно сухі агрегати (0,25-10 мм) водостійкі агрегати (>0,25 мм) - рівноважна щільність, г/см ³ важкі ґрунти легкі ґрунти	більше 60 більше 35 менше 1,3 менше 1,3	40-60 25-35 1,3-1,6 1,3-1,7	менше 40 менше 25 більше 1,6 більше 1,7
Гумусовий стан (шар 0-30 см) - зменшення вмісту гумусу, % від вихідного	до 10	10-20	більше 20
Ступінь забруднення: - ґрунту - рослинної продукції	незабруднений (фоновий уміст токс. речовин) незабруднена	слабкий і середній (1-3 ГДК) 1-3 ГДК і МДР	сильний і дуже сильний (більше 3 ГДК) більше 3 ГДК і МДР
Урожайність сільськогосподарських культур	на рівні запрограмованої	зниження до 15%	зниження більше 15%

Згідно із наведеною у табл. 6.2 класифікацією площа земель МЗ України доброго меліоративного стану складає 459,9 тис. га (21 % площі), задовільного стану – 1380,6 тис. га (63,1 %) і незадовільного – 346,7 тис. га (15,9 % площі МЗ) [80]. До площ із незадовільним меліоративним станом віднесені землі та ґрунти МЗ, які поливаються водами ІІІ класу, мають сильний чи середній ступінь засолення і/або солонцюватості в шарі 0-1 м, є підтопленими (РПГВ менше критичного). Задовільним АМС характеризуються землі та ґрунти, що мають слабкий рівень засоленості чи солонцюватості в шарі 0-1 м, поливаються водами ІІ класу (обмежено придатними для зрошення) чи знаходяться в автоморфно-гідроморфних умовах (РПГВ – від критичного до 5 м). В інших випадках агроеліоративний стан ґрунтів і земель вважається добрим.

На МЗ Одеської області площа земель і ґрунтів доброго меліоративного стану складає 27 %, задовільно меліоративного стану – 56 % площі МЗ і незадовільного стану – 17 % площі. Основними причинами порівняно високої долі земель незадовільного стану в області є досить значна площа земель із РПГВ менше 3 м, наявність солонцюватих і засолених в межах 0-1 м товщі ґрунтів – головню слабого ступеня в обох випадках [80].

В останні роки прослідковується тенденція до поліпшення меліоративного стану ґрунтів і земель МЗ, що зумовлено, поперше, вилученням зі зрошення земель незадовільного стану і переведенням їх у незрошувані; по-друге, переходом на водоощадні режими зрошення (зокрема краплинне) і, як наслідок, зменшенням антропогенно-іригаційного навантаження на ґрунти МЗ [12, 14-16, 42, 49, 52, 70, 80, 123 та ін.].

6.2. Інтегральна оцінка агроеліоративного стану чорноземів масивів зрошення за ступенем їх деградації

Наведені вище та у попередньому розділі матеріали ландшафтно-і ґрунтово-геохімічних досліджень на МЗ області засвідчують, що в сучасних господарсько-економічних умовах регіону прослідковуються зміни природних ландшафтно-геохімічних

та ґрунтових режимів і процесів, а також зумовлених ними показників і характеристик морфології, речовинно-хімічного складу і властивостей чорноземів, частіше в напрямку погіршення-деградації. Ступені (рівні) деградації чорноземів за М. Б. Хитровим [134] класифікуються за рівнем відхилення від оптимуму основних параметрів ґрунту, які є визначальними для формування родючості:

- недеградовані чорноземи: ґрунти, продуктивність яких відповідає їхній природній родючості (відхилення ґрунтових властивостей і продуктивності від оптимальних до 5 %, тобто в межах можливої методичної похибки);
- слабodeградовані чорноземи: погіршення властивостей і режимів унаслідок негативних процесів, спричинених зрошенням, виражене в слабкому ступені за існуючими градаціями, зниження продуктивності перевищує 20 %;
- середньodeградовані чорноземи: середній ступінь прояву негативних ґрунтових процесів, зниження продуктивності в межах 20-50 %;
- сильноdeградовані чорноземи: сильний ступінь прояву несприятливих ґрунтових процесів, зниження рівня родючості понад 50 %.

Тенденції і закономірності зміни показників стану ґрунтів степової зони в умовах іригації всебічно проаналізовані у публікації Н. Г. Мінашиної [78]. Автором виділяються чотири послідовні стадії деградації чорноземів в умовах зрошення, які сутнісно відповідають переліченим вище чотирьом ступеням деградації ґрунтів за М. Хитровим.

Перша стадія деградації чорноземів при зрошенні характеризується втратою ґрунтом до 5 % обмінно-увібраного кальцію, незначним зростанням його лужності. При цьому морфологічно ознаки деградації не проявляються, втрати урожаю не суттєві.

Друга стадія деградації – подальше зменшення кількості обмінного кальцію, поява перших морфологічних ознак структурно-текстурної перебудови ґрунтової маси орного горизонту (знеструктурення, брилистість зложення, тріщинуватість при висиханні). Зниження урожайності до 10-25 % від урожаю на

недеградованих ґрунтах. На цій стадії деградації величина урожайності може регулюватись агротехнічними прийомами, внесенням хімічних меліорантів та підвищених норм добрив.

Третя стадія деградації – втрата 15-30 % обмінного кальцію від вихідного і заміна його магнієм, а частково і натрієм. При цьому зростає лужність ґрунтів, орний шар поступово спливає, в результаті має місце брилоутворення при висиханні. Поверхня ґрунту деформується, pojawiaються щілини, мікрогорбочки і заглиблення, поверхня брил і гребенів покривається білесою присипкою та кіркою. Суттєво погіршується фільтраційна здатність ґрунтів. Сходи рослин нерівномірні, урожайність знижується на 25-50 % порівняно із недеградованим фоном. Ділянки із ґрунтами цієї стадії деградації доцільно виводити зі зрошення.

На *четвертій стадії* уже явно виражені ознаки одного чи декількох видів деградації чорноземів під впливом зрошення: злитизації, осолонцювання, осолодіння, а в умовах близького РПГВ – засолення, оглеєння і заболочення. Такі ділянки із комплексами і поєднаннями ґрунтів середнього і сильного ступеня солонцюватості, засоленості і заболоченості слід вивести зі зрошення. Подальший розвиток ґрунтових процесів тут відбувається поза зрошенням. Якщо немає підтоку води зі сторони, РПГВ поступово знижується, при цьому верхній ґрунтовий горизонт під дією атмосферних вод поступово знесолюється, посилюється процес його осолонцювання. Якщо має місце підтік ПВ, ґрунти поступово еволюціонують у засолені різновиди.

Розроблені в останні десятиріччя й охарактеризовані вище схеми класифікації-оцінювання АМС ґрунтів і земель МЗ з уточненнями за результатами досліджень останніх років покладено в основу запропонованої С. А. Балюком з співробітниками [9] інтегральної класифікації стану ґрунтів МЗ за ступенем їхньої деградації (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Інтегральна класифікація ґрунтів масивів зрошення за ступенем деградації [9]

Показники	Недегра- дований	Ступінь деградації		
		Слабкий	Середній	Сильний
Засолення, 0-50 см				
Уміст токсичних солей, eCl ⁻ , ммоль/100 г ґрунту	< 0,3	0,3-1,5	1,5-3,5	> 3,5
Ca ²⁺ :Na ⁺ у водній витяжці	> 2,5	2,5-1,0	1,0-0,5	< 0,5
Осолонцювання, 0-30 см				
Na ⁺ +K ⁺ , % від суми катіонів, важкі ґрунти	< 3	3-6	6-10	> 10
Na ⁺ +K ⁺ , % від суми катіонів, легкі ґрунти	< 5	5-8	8-12	> 12
$\frac{\alpha Na}{\sqrt{\alpha Ca}}$	< 1	1-3	3-7	> 7
Фактор дисперсності за Качинським, %	< 10	10-20	20-30	> 30
Підлуження, 0-30 см				
pH _v	< 7,8	7,8-8,5	8,5-9,0	> 9,0
HCO ₃ ⁻ – Ca ²⁺ , ммоль /100 г ґрунту	< 0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	> 2,0
CO ₃ ²⁻ , ммоль /100 г ґрунту	< 0,1	0,1-0,3	0,3-0,9	> 0,9
pH-pNa	< 4,0	4,0-5,0	5,0-5,5	> 5,5
Гумусовий стан, 0-50 см				
Зменшення вмісту гумусу, %	0	0-10	10-20	> 20
Агрофізичний стан, 0-30 см				
Уміст повітряно-сухих агрегатів 0,25-10 мм	> 70	60-70	40-60	< 40
Уміст водостійких агрегатів > 0,25 мм	> 45	35-45	25-35	< 25
Рівноважна щільність будови, г/см ³ , важкі ґрунти	< 1,3	1,3-1,4	1,4-1,6	> 1,6
Рівноважна щільність будови, г/см ³ , легкі ґрунти	< 1,3	1,3-1,5	1,5-1,7	> 1,7
Забруднення, 0-100 см				
Уміст важких металів, еквівалентів цинку, мг/кг ґрунту	< 25	25-50	50-100	> 100
Водорозчинний фтор, мг/кг ґрунту	< 6	6-10	10-20	> 20

При цьому зазначимо, що при слабкому ступені деградації ґрунтів урожайність основних культур знижується на 15-20 %, при середньому – на 20-30 % і сильному – на 30-50 % і більше [110].

РОЗДІЛ 7

ЧОРНОЗЕМИ В УМОВАХ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Краплинне зрошення – це спосіб поливу, при якому вода невеликими порціями подається до коренів рослин з надземних чи підземних трубопроводів крізь отвори в поливних стрічках або трубках, прокладених у землі. При цьому вода попадає безпосередньо в прикореневу зону рослин у відповідності з біологічними особливостями їх водоспоживання та в будь-який планований час. Важливою особливістю краплинного зрошення є внесення з поливною водою розчинених добрив і мікроелементів (фертигація), регуляторів росту та засобів захисту рослин (гербігація, інсектигація, фунгігація та ін.).

В Україні цей спосіб поливу з 80-х років минулого сторіччя починають використовувати при зрошенні садів і виноградників. З 1997 р. починається новий етап примінення технологій краплинного зрошення в овочівництві відкритого ґрунту. Великомасштабного примінення в Україні краплинне зрошення набуло з 2004 р., коли площі його досягли 25,0 тис. га. Відтоді відмічається позитивна динаміка зростання площ краплинного поливу – у 2010 р. вона досягла майже 48 тис. га [60]. Водночас, не зважаючи на економічну кризу, очевидна подальша динаміка зростання площ таких земель: за оперативними даними 2011 р. налічується вже 52,5 тис. га (більше 5 тис. га на Одещині). З них близько 30 % припадає на багаторічні плодові, ягідні культури та виноград, а 70 % складають однорічні просапні культури (овочі, картопля, баштанні та ряд технічних культур). Це біля 7-8 % від загальної площі фактично зрошуваних земель в Україні. Краплинне зрошення у структурі сільськогосподарського виробництва України займає одне з провідних місць за показниками економічної ефективності та екологічної безпеки [110, 138].

На сьогодні технічна та технологічна сторона застосування означеного способу вологозабезпечення рослин є досить вивченою [60, 88, 94, 112, 114, 135, 138, 139 та ін.]. Водночас різні аспекти впливу краплинного зрошення на направленість і

швидкість змін ґрунтових процесів та режимів, оцінка стійкості ґрунтів до цього способу поливу залишаються слабо вивченими порівняно із зрошенням дощуванням. Причина цього, ймовірно, у невеликій тривалості (всього 30-40 років) примінення цього виду зрошення, неоднозначності направленості та інтенсивності ґрунтоутворювальних процесів, їх генетичних наслідків у зоні зволоження ґрунту та за її межами. Опубліковані матеріали дослідження впливу краплинного зрошення на чорноземні і темно-каштанові ґрунти [88, 94, 111, 113, 114 та ін.] однозначно засвідчують певні зміни при зрошенні їх засоленості, складу ГВК та агрофізичних властивостей (структурно-агрегатного складу, щільності зложення). Виразно прослідковуються відмінності зміни речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів залежно від якості поливної води. При використанні для поливу вод підвищеної мінералізації суттєво зростає вміст водорозчинних солей та увібраного натрію, в певній мірі погіршуються (деградують) показники агрофізичних характеристик ґрунтів у зоні зволоження під краплинними водовипусками порівняно із варіантами зрошення прісними водами.

Дослідження впливу краплинного зрошення на показники стану чорноземів проводились в межах Нижньодністровської ЗС на землях СП «Гран» та «Добра городина» Біляївського району. В СП «Гран», починаючи з 1996-1997 рр., для поливу персикового саду застосовується краплинне підґрунтове зрошення (краплинні трубопроводи на глибині 30 см). В ці ж роки в СП «Добра городина» починають застосовувати поверхнєве краплинне зрошення для поливу овочевих культур. В господарствах система краплинного зрошення Т-Таре американської фірми Т-Systems.

Для поливу використовується вода з р. Дністер сульфатно-гідрокарбонатного магнієво-кальцієвого хімізму (гідрокарбонатно-кальцієвого), прісна (мінералізація < 0,5 г/дм³), водневий показник 7,5-7,8, концентрація токсичних іонів \cong 4 ммоль/дм³. Токсичних лужних іонів CO_3^{2-} в дністровській воді не виявлено. За агрономічними показниками (відносно небезпеки вторинного засолення, підлуження, осолонцювання ґрунтів, токсичного впливу на рослини) вода відноситься до І класу, тобто придатна

для зрошення без обмежень [35]. Визначення строків поливу та величини поливної норми у названих господарствах проводять за допомогою тензіометра. Верхню межу становить вологість, яка відповідає найменшій вологоємності, а нижню – вологість на рівні 70-80 % НВ. Нижня межа залежить від виду рослин, фази їх розвитку, ґрунтових та погодних умов.

З метою оптимізації поживного режиму з поливною водою (в переважній більшості поливів) вносять розчинені добрива і мікроелементи. На території дослідження оптимізація поживного режиму при краплинному зрошенні здійснюється лише мінеральними добривами. Основні види мінеральних добрив представлені фосфорними, азотними, калійними – як простими, так і комплексними.

Наведемо результати дослідження впливу краплинного зрошення (поверхневого і підґрунтового) протягом 20 років на динаміку та спрямованість змін агрофізичних, фізико-хімічних властивостей, сольового і поживного режимів чорноземів південних (табл. 7.1), більша частина яких була висвітлена у наших недавніх публікаціях [50, 135, 136]. Для реалізації досліджень було проведено профільно-морфологічне вивчення зрошуваних краплинним способом (поверхневим і підґрунтовым) і незрошуваних чорноземів. Для встановлення сезонної динаміки на стаціонарних ділянках (овочева сівозмінна) відбирались зразки ґрунтів двічі на рік – у вегетаційно-поливний і післяполивний періоди. Зважаючи на локальний характер зволоження ґрунту при краплинному зрошенні, зразки відбирались під краплинним водовипуском та в середині міжрядь.

Досліджувані чорноземи південні є незасоленими. Сольовий режим ґрунтів за краплинного зрошення характеризується тенденцією до вилугування водорозчинних солей за межі верхнього півметрового шару під впливом поливів прісною водою (І клас якості) і атмосферних опадів (табл. 7.1). У вегетаційно-поливний період в ряду з поверхні сума солей зростає до 0,06 %, а в шарі 30-50 см відбувається розсолення ґрунту, тоді як в міжрядді сума солей поступово збільшується вниз по профілю від 0,04 до 0,05 %. В період поливу на поверхні часточок ґрунту висхідним ґрунтовим розчином формуються вицвіти солей, які підтягуються разом з вологою до поверхні ґрунту при її випаровуванні (сума солей \cong 0,3 %).

Таблиця 7.1

Характеристика показників стану чорноземів південних

Генетичні горизонти	Глибина, см	pH водний	pH суспензії	Сума солей, %	Ca ²⁺ , Na ⁺ у водній витяжці	CaCO ₃ , %	Гумус, %	Сума увіраних катіонів, ммоль/100 г ґрунту	Na ⁺ + K ⁺ від суми увіраних катіонів, %	Ca ²⁺ , Mg ²⁺ Щільність будови, г/см ³	Вміст гранулометричних фракцій, %			Фактор дисперсності за Качинським, %	Коефіцієнт оглинювання за І.А.Крупицьким		
											>0,05 мм	<0,01 мм	<0,001 мм				
Розріз Д-6-12	<i>H_{орн}</i>	0-28	7,5	8,3	0,045	7,5	0,00	2,72	35,31	2,0	2,4	1,24	10,11	48,7	25,6	8,2	0,9
	<i>H_{н/орн}</i>	28-36	7,5	8,3	0,040	8,7	0,43	2,38	34,32	1,5	2,1	1,37	7,82	47,7	27,7	6,1	0,8
	<i>PH_k</i>	45-55	7,8	8,3	0,065	17,3	12,11	1,14	25,00	1,6	2,0	1,35	5,91	56,2	29,2	10,0	1,0
	<i>P_{нсаСО3}</i>	75-85	7,8	8,4	0,056	9,5	19,90	0,54	23,38	1,6	1,2	не визн.	7,87	59,4	33,2	10,0	1,0
	<i>P_k</i>	105-115	8,0	8,5	0,061	9,5	23,36	не визн.	22,80	1,8	1,4	не визн.	8,54	59,3	33,4	не визн.	1,0
Розріз Д-5-12	<i>H_{орн}</i>	0-27	7,3	7,4	0,036	6,5	0,00	3,22	31,95	2,3	2,3	1,35	12,24	46,8	24,8	11,7	0,9
	<i>H_{н/орн}</i>	28-38	7,0	7,2	0,023	4,0	0,00	2,77	29,41	2,1	2,1	1,40	9,08	49,9	27,2	13,8	0,9
	<i>H_p</i>	39-49	7,0	7,2	0,023	2,8	0,00	2,33	32,26	2,0	2,2	1,38	7,82	49,9	28,5	16,1	0,9
	<i>PH_k</i>	60-70	7,7	8,2	0,056	8,8	12,98	0,94	26,83	1,6	1,7	не визн.	7,46	53,9	29,5	11,3	1,0
	<i>P_{нсаСО3}</i>	85-95	7,8	8,4	0,062	5,5	14,28	0,69	24,86	1,9	2,6	не визн.	6,44	55,9	30,6	5,4	1,0
Розріз Д-7-12	<i>P_k</i>	125-135	7,9	8,5	0,063	5,0	27,25	не визн.	18,59	2,2	1,3	не визн.	7,11	61,2	37,0	не визн.	1,0
	<i>H_{орн}</i>	0-30	7,1	7,3	0,026	0,7	0,00	2,62	31,38	3,1	1,3	1,35	7,60	53,8	34,0	7,4	0,9
	<i>H_{н/орн}</i>	30-38	6,8	7,3	0,022	0,9	0,00	1,93	31,15	2,4	1,9	1,47	6,76	54,6	32,8	9,0	1,1
	<i>H_p</i>	38-54	7,5	8,0	0,047	2,6	0,00	1,34	30,01	2,1	1,6	1,51	5,50	55,0	33,6	10,0	1,1
	<i>PH_k</i>	54-65	7,8	8,4	0,059	5,3	11,03	0,98	28,93	1,9	3,9	не визн.	7,43	58,4	34,6	6,0	1,2
<i>P_{нсаСО3}</i>	65-92	7,8	8,4	0,070	3,3	14,70	0,64	26,32	2,0	2,2	не визн.	5,34	60,9	35,9	13,9	1,3	
	<i>P_k</i>	92-125	7,8	8,5	0,061	3,1	9,30	не визн.	32,15	1,7	1,3	не визн.	7,20	58,1	38,0	не визн.	1,0

Примітка: розріз Д-5-12 – підрунгове краплине зрошення (периковий сад); розріз Д-6-12 – богара; розріз Д-7-12 – поверхнєве краплине зрошення (овочева сівозмїна).

Сольові профілі чорнозему південного зрошуваного краплинним способом на протязі майже 20 років представлено на рис. 6.

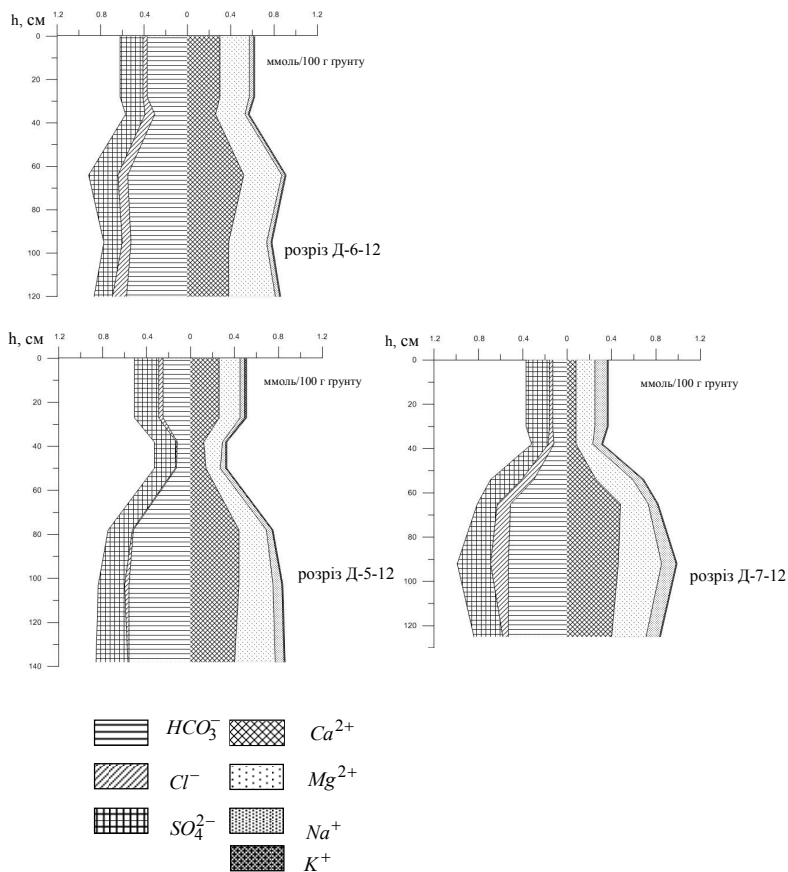


Рис. 6. Сольові профілі чорноземів південних: незрошуваного – розріз Д-6-12; зрошуваного краплинним способом: розріз Д-5-12 – підґрунтове (персиковий сад), розріз Д-7-12 – поверхнєве (овочева сівозмiна)

Як бачимо з рисунка, найбільші відмінності в іонному складі солей за краплинного зрошення (підґрунтового та поверхнєвого) відмічаються до глибини 50 см, а вниз по профілю ці показники майже вирівнюються. Значно зменшується вміст гідрокарбонат-іону, хлоридів, магнію та кальцію. При застосуванні краплинного поливу на полі овочевої сівозмiни частка натрію зростає більш ніж у 2 рази.

У якісному складі водорозчинних солей під впливом поверхневого краплинного зрошення простежується тенденція до зменшення співвідношення $\text{Ca}^{2+}:\text{Na}^+$ до значень менше 1,0 в шарі ґрунту 0-40 см (табл. 7.1, розріз Д-7-12), що дає підстави характеризувати ці ґрунти як потенційно деградовані за небезпекою іригаційного осолонцювання. Рівень солонцюватості орного шару ґрунту сягає межі слабкого (3,1 % $\text{Na}^+\text{+K}^+$). В умовах підґрунтового краплинного зрошення співвідношення $\text{Ca}^{2+}:\text{Na}^+$ розширюється (табл. 7.1, розріз Д-5-12). Згідно оцінки ЕАМС за співвідношення $\text{Ca}^{2+}:\text{Na}^+ > 2,5$, чорноземи, зрошувані вказаним способом, відносяться до недеградованих за небезпекою іригаційного осолонцювання.

При краплинному зрошенні спостерігається зниження рівня рН в шарі ґрунту 0-50 см порівняно з богарою (табл. 7.1), що спричинено, вірогідно, застосуванням фертигації (локального способу удобрення).

Суттєві зміни водного режиму чорноземів південних в результаті краплинного зрошення протягом 20 років спричинили зміни їхньої карбонатності. При зрошенні знижується лінія скипання від НСІ з 43 см на богарі до 50-54 см на зрошуваних ділянках.

Змінюється також склад увібраних катіонів чорноземів південних та знижується ємність катіонного обміну (табл. 7.1). Більш суттєві зміни у складі ГВК при поверхневому зрошенні. На полі овочевої сівозміни звужується співвідношення обмінних $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ в шарі 0-50 см до 1-2:1.

Незалежно від агроеліоративного стану (богара – розріз Д-6-12, підґрунтове краплинне зрошення – розріз Д-5-12, поверхнєве краплинне зрошення – розріз Д-7-12) досліджувані ґрунти характеризуються типовим для чорноземів груповим та фракційним складом гумусу (табл. 7.2). У більшості випадків вони мають фульватно-гуматний тип гумусу із значною часткою гуміну (32-47 %). Сума гумінових кислот (ГК) складає від 24,2 до 41,9 % від карбону загального. Частка фульвокислот (ФК) дещо менша – 23,2-30,8 %. Серед фракцій переважають ГК-2 і ФК-2, зв'язані з Ca^{2+} – відповідно 15,2-30,6 і 9,8-18,0 % від $\text{C}_{\text{заг}}$.

Попередню оцінку гумусового стану чорноземів південних в умовах краплинного зрошення можна зробити за даними таблиць 7.2 і 7.3. У гумусованій частині профілю досліджувані ґрунти мають низький, а в деяких випадках – дуже низький вміст гумусу. При цьому в умовах

Таблиця 7.2
Грунтовий і фракційний склад гумусу чорноземів південних в умовах краплинного зрошення (С, % від С_{зат})

Грунтові розрізи	Глибина, см	С _{зат} , %	Фракції ГК			Фракції ФК			Гумін			
			1	2	3	сума	1а	1		2	3	сума
Розріз Д-6-12*	0-28	1,58	0,6	24,1	12,0	36,7	2,5	3,2	17,1	7,6	30,4	32,9
	28-36	1,38	0,7	25,4	10,1	36,2	2,9	2,2	15,2	7,3	27,5	36,2
	36-64	0,66	0,0	15,2	9,1	24,2	6,1	1,5	13,6	9,1	28,8	47,0
Розріз Д-5-12*	0-27	1,86	2,7	26,9	10,8	40,3	2,2	2,2	11,3	8,1	23,7	36,0
	28-38	1,60	1,9	30,6	9,4	41,9	2,5	1,9	13,8	7,5	25,6	32,5
	39-49	1,35	0,0	22,2	6,7	28,9	3,0	1,5	15,6	8,2	28,2	43,0
Розріз Д-7-12*	0-30	1,52	3,3	28,3	7,9	39,5	2,6	3,3	15,1	5,3	26,3	34,2
	30-38	1,12	0,9	25,9	8,0	34,8	1,8	6,3	9,8	5,4	23,2	42,0
	41-51	0,78	1,3	18,0	6,4	25,6	2,6	3,9	18,0	6,4	30,8	43,6

Таблиця 7.3

Показники гумусового стану чорноземів південних в умовах краплинного зрошення

Грунтові розрізи	Глибина, см	Вміст гумусу, %	C:N	$\frac{C}{C_{org}}$	Тип гумусу	Ступінь гуміфікації органічної речовини, $\frac{C_{ГК}}{C_{зат}} \times 100\%$	Вміст «вільних» ГК, % від суми ГК	Вміст ГК зв'язаних з Са, % від суми ГК	Вміст міцно зв'язаних ГК, % до суми ГК	Негідролозованний залишок, % від С _{зат}							
											8,3	1,2	ФГ	В	ДН	В	В
Розріз Д-6-12*	0-28	2,72	Н	8,3	С	36,7	В	1,6	ДН	65,7	В	32,9	Н				
	28-36	2,38	Н	9,2	С	36,2	В	1,9	ДН	70,2	В	27,9	Н				
	36-64	1,14	ДН	не визн.	0,8	ГФ	24,2	С	0,0	ДН	62,8	В	37,6	В			
Розріз Д-5-12*	0-28	3,22	Н	9,3	С	1,7	ФГ	40,3	ДВ	66,7	В	26,8	В	36,0	Н		
	28-38	2,77	Н	10,7	С	1,6	ФГ	41,9	ДВ	73,0	В	22,4	В	32,5	Н		
	39-49	2,33	Н	9,6	С	1,0	ФГ	28,9	С	0,0	ДН	76,8	В	23,2	В		
Розріз Д-7-12*	0-30	2,62	Н	9,5	С	1,5	ФГ	39,5	В	8,4	ДН	71,6	В	20,0	В	34,2	Н
	30-38	1,93	ДН	10,2	С	1,5	ФГ	34,8	В	2,6	ДН	74,4	В	23,0	В	42,0	С
	41-51	1,34	ДН	7,8	С	0,8	ГФ	25,6	С	5,1	ДН	70,3	В	25,0	В	43,6	С

Примітка: розріз Д-5-12 – підгрунтове краплинне зрошення (персиковий сад); розріз Д-6-12 – богара; розріз Д-7-12 – поверхнєве краплинне зрошення (овочева сівозміна). ДН – дуже низький; Н – низький; С – середній; В – високий; ДВ – дуже високий. Г – гуматний, ФГ – фульватно-гуматний; ГФ – фульватно-фульватний.

підґрунтового зрошення його частка помітно зросла порівняно з богарою, тоді як при зрошенні в овочевій сівозміні вміст гумусу зменшився і характеризується дуже низькими значеннями (у відповідності до [90, с. 386-387]). У всіх досліджуваних варіантах тип гумусу фульватно-гуматний, але при цьому простежується чітка тенденція до його гуматизації: відношення $C_{гк} : C_{фк}$ зросло до 1,6-1,7 при підґрунтовому краплинному зрошенні і до 1,5 в умовах овочевої сівозміні порівняно з 1,2-1,3 на богарі. Згідно із цими ж критеріями оцінки показників гумусового стану характеризовані ґрунти мають середню збагаченість гумусу нітрогеном з тенденцією до її зростання при краплинному зрошенні як під садом, так і на овочевому полі. Слід відзначити також тенденцію до збільшення ступеня гуміфікації органічної речовини, особливо при підґрунтовому краплинному зрошенні в саду. Тут цей показник зростає до «дуже високого». На фоні загальної гуматизації гумусу при краплинному зрошенні слід відзначити доволі негативну тенденцію до зростання частки «вільних» гумінових кислот (ГК-1). У всіх випадках їх вміст оцінюється як «дуже низький», але, якщо в богарних умовах він складає 1,6-1,9 % від суми ГК, то при краплинному зрошенні зростає у 2-4 рази, досягаючи значень 4,5-6,7 % під садом і 2,6-8,4 % під овочевими культурами. При цьому чітко простежується тенденція до зменшення при краплинному зрошенні частки міцно зв'язаних ГК-3 – від 27,9-37,6 % на богарі до 22,4-26,8 під садом і 20,0-25,0 % в овочевій сівозміні, залишаючись на рівні «високого» вмісту. «Високим» залишається і вміст гумінових кислот, зв'язаних з Ca^{2+} , з тенденцією до зростання при краплинному зрошенні. Таким чином, відмічена гуматизація гумусу відбувається за рахунок фракцій ГК-1 і ГК-2.

Певне інформацію про профільний розподіл ГК і ФК в чорноземах при краплинному їх зрошенні дає рис. 7. Зокрема, глибина перетину кривих їх розподілу: в обох варіантах зрошення вона на 5-10 см вище, ніж в богарних аналогах. Причини і наслідки цієї тенденції мають бути досліджені проведенням подальшого моніторингу агроеліоративного стану ґрунтів в умовах краплинного зрошення. Дані щодо вмісту залишку, що не гідролізується, також не дозволяють зробити однозначних висновків про його динаміку з тих же причин.

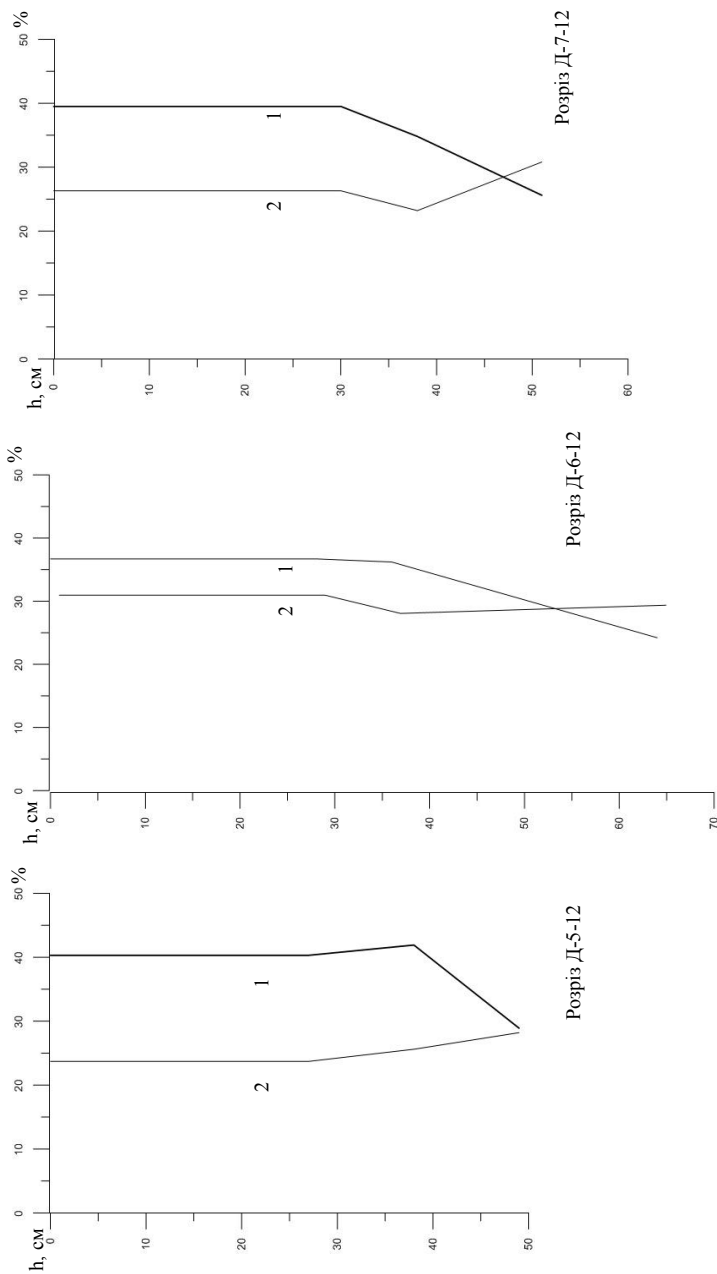


Рис. 7. Профільний розподіл гумінових (1) і фульвокислот (2) в досліджуваних чорноземах південних, % від $C_{\text{зат}}$.

Примітка: розріз Д-5-12 – підпругтве краплине зрошення (персиковий сад); розріз Д-6-12 – богара, розріз Д-7-12 – поверхнєве краплине зрошення (овочева сівозміна)

Гранулометричний аналіз досліджуваних чорноземів засвідчує, що поверхневе краплинне зрошення призводить до збільшення вмісту мулистої фракції. Вона розподілена по профілю не рівномірно – з поверхні зменшується, а з 50 см поступово збільшується до породи. Кількість мулистої фракції в чорноземах варіює в межах 32,8-38,0 % (див. табл. 7.1). Ця тенденція до оглинення відбувається за рахунок фракції дрібного піску та грубого пилу. Інтенсивніше процеси оглинення відбуваються при поверхневому краплинному зрошенні. Коефіцієнт оглинювання тут варіює в межах 1,0-1,3, тоді як в незрошуваних чорноземах він не перевищує 1,0. Фактор дисперсності, що характеризує ступінь диспергованості мікроагрегатів, після 20 років примінення краплинного зрошення свідчить про хорошу структуру досліджуваних ґрунтів.

Результати визначення структурного стану ґрунтів, представлені в табл. 7.4, дають підстави стверджувати, що чорноземи території досліджень загалом характеризуються задовільною структурою. Серед окремих груп агрегатів домінують агрегати розміром більше 10 мм. Їх вміст в межах гумусового горизонту складає трохи менше половини суми всіх агрегатів. За шкалою оцінки структурного стану досліджувані чорноземи південні характеризуються задовільним станом [98]. Вміст агрегатів розміром 0,25-10 мм складає від 51 % в підорному горизонті до 54 % в орному. Серед мезоагрегатів переважають грудкуваті агрегати і в незначній кількості присутні зернисті і горіхуваті. Найбільш агрономічно цінні агрегати розміром від 0,25 до 5 мм складають близько 65-70 % суми мезоагрегатів розміром 0,25-10 мм, або в середньому близько 40 % від суми всіх агрегатів. Коефіцієнт структурності дещо перевищує 1, що цілком природно для сучасного агрегатного стану оброблюваних ґрунтів (табл. 7.4).

Однією із важливих властивостей структурних агрегатів є їх водостійкість. Сума водостійких агрегатів в профілі досліджуваних ґрунтів дещо перевищує 30 %. За сумарним вмістом водостійких агрегатів більше 0,25 мм досліджувані ґрунти оцінюються задовільною водостійкістю [98].

Під впливом краплинного зрошення зростає щільність чорноземів південних з 1,35 г/см³, в шарі ґрунту 0-30 см, до 1,47-1,51 г/см³ нижче по профілю (табл. 7.1). За такої щільності меліоративний стан чорноземів оцінюється як задовільний, ступінь деградації слабкий.

Структурно-агрегатний стан чорнозему розрізу Д-7-12 в умовах краплинного зрошення

(чисельник – сухе просіювання; знаменник – мокре просіювання)

Генетичні горизонти, глибина, см	Розмір агрегатів в мм; вміст в %								Сума агрегатів 0,25-10 мм (0,25-5 мм)	Коef. структурності	Сума водостійких агрегатів >0,25 мм	Показник водостійкості, %	Коef. водостійкості	
	> 10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25						< 0,25
$H_{орн}$ 0-30	44,0	8,3	7,1	$\frac{9,7}{1,3}$	$\frac{8,2}{1,0}$	$\frac{15,1}{2,8}$	$\frac{2,7}{8,4}$	$\frac{2,8}{20,3}$	$\frac{2,1}{66,2}$	53,9 (38,5)	1,17	33,8	521,8	0,34
$H_{н/орн}$ 30-38	47,4	10,5	8,2	$\frac{10,5}{2,3}$	$\frac{7,9}{1,4}$	$\frac{9,9}{1,4}$	$\frac{2,5}{7,6}$	$\frac{1,9}{18,8}$	$\frac{1,2}{68,5}$	51,4 (32,7)	1,06	31,5	600,0	0,32

Зважаючи на локальний характер зволоження ґрунтів при краплинному способі поливу, нами досліджувались також зміни сольового та поживного режиму ґрунтів, їх гумусності і складу ГВК протягом вегетаційного періоду в ряду та міжрядді. Дослідження проводились в умовах овочевої сівоzmіни. За період досліджень на дослідній ділянці вирощувались томати, перець солодкий, цибуля ріпчаста (2 роки). Технологія вирощування цих культур різна (система удобрення, схема посадки та розміщення краплинних трубопроводів).

Найбільшою неоднорідністю в умовах краплинного зрошення характеризуються сольовий та поживний режими чорноземів південних. Засоленість їх в умовах зрошення характеризується сезонно-пульсаційним режимом, що пов'язано з формуванням періодично-промивного водного режиму. Примінення зрошувально-удобрювального поливу спричиняє значний вплив на поживний режим ґрунтів, і більше саме система удобрення, а не зрошення загалом.

Наведемо аналіз просторової неоднорідності показників засоленості, карбонатності, вмісту увібраного натрію та забезпеченості елементами живлення ґрунтів за краплинного зрошення (табл. 7.5).

Таблиця 7.5

Оцінка варіабельності агрохімічних показників чорноземів в умовах краплинного зрошення (коефіцієнт варіації V, %)

Термін спостережень	Хлориди	Сульфати	Увібраний натрій	Нітратний азот, N-NO ₃	Аміачний азот, N-NH ₄	Рухомий фосфор, P ₂ O ₅	CaCO ₃ , %
Глибина відбору зразків ґрунту 0-30 см							
1	102,9	44,9	62,3	40,2	108,0	13,3	0,0
2	53,7	38,4	30,5	49,9	28,2	31,5	0,0
3	57,4	26,5	20,4	74,9	42,1	32,6	0,0
4	65,2	27,2	70,9	74,5	26,8	31,8	0,0
5	115,4	46,6	14,4	24,0	15,3	17,0	0,0
6	61,9	30,1	7,9	40,0	40,7	7,8	0,0
Глибина відбору зразків ґрунту 30-50 см							
1	48,1	28,7	36,9	62,8	17,2	64,9	143,0
2	54,4	36,1	27,4	51,4	65,5	145,9	85,1
3	59,6	23,1	18,6	73,8	35,5	62,7	97,4
4	48,2	22,8	42,6	51,8	27,7	36,8	199,2
5	98,4	14,2	37,6	49,1	22,9	101,1	50,2
6	36,9	13,4	14,0	138,5	48,1	8,0	67,7
Глибина відбору зразків ґрунту 50-70 см							
1	43,0	41,9	31,3	42,4	14,9	31,7	39,3
2	48,7	27,8	25,8	38,7	77,6	192,4	25,2
3	41,2	19,8	19,5	114,2	40,6	38,2	45,6
4	32,4	17,3	75,7	52,6	11,2	83,0	52,8
5	35,1	14,8	67,1	18,6	30,3	49,7	44,4
6	58,9	20,9	5,9	112,3	49,5	0,0	19,5
Глибина відбору зразків ґрунту 70-100 см							
1	57,7	36,1	79,2	10,8	57,7	41,5	17,1
2	49,0	33,3	21,0	32,6	71,2	19,4	7,0
3	47,5	28,9	17,3	117,4	37,1	30,5	12,1
4	36,4	25,8	48,8	40,4	22,1	26,9	10,9
5	59,1	21,4	47,3	38,3	51,3	177,2	7,5
6	45,5	11,4	14,4	114,4	0,0	2,4	5,0

Примітка: 1 – 2.06.11 р.; 2 – 1.11.11 р.; 3 – 19.06.12 р.; 4 – 26.04.13 р.; 5 – 17.07.13 р.; 6 – 06.11.13 р.

Статистична обробка результатів аналізів засвідчує незначну відмінність величини коефіцієнта варіації в ряду та міжрядді. В межах дослідної ділянки та по профілю ґрунтів високо варіабельними є вміст хлоридів, сульфатів, увібраного натрію, нітратних та аміачних форм азоту, рухомого фосфору, карбонатів. Значна просторова нео-

днорідність підтверджується коефіцієнтом варіації вище 25 % по всій глибині відбору зразків ґрунтів за виключенням карбонатів. Вміст карбонатів є високо варіабельним лише в шарі 30-70 см, тобто в зоні інтенсивного промочування. Висока варіація (як це констатується відносно просторової неоднорідності зазначених вище показників) є наслідком дії антропогенних чинників, а саме локального зрошення та внесення мінеральних добрив. Протягом осінньо-зимового періоду коефіцієнт варіації за вмістом вказаних показників не знижується.

Примінення поверхневого краплинного зрошення, як зазначається вище, призводить до певного погіршення АМС чорноземів та зростання варіабельності показників їх родючості. Так, на стані посіву ярого ячменю в перший рік після припинення зрошення надзвичайно чітко проявляється залишковий ефект зволоження і удобрення ґрунту попередніх років вирощування овочевих культур. Строкатість посіву ячменю проявляється в більшій висоті рослин, й особливо у краще сформованому їхньому колосі на місці бувшого ряду (рис. 8).

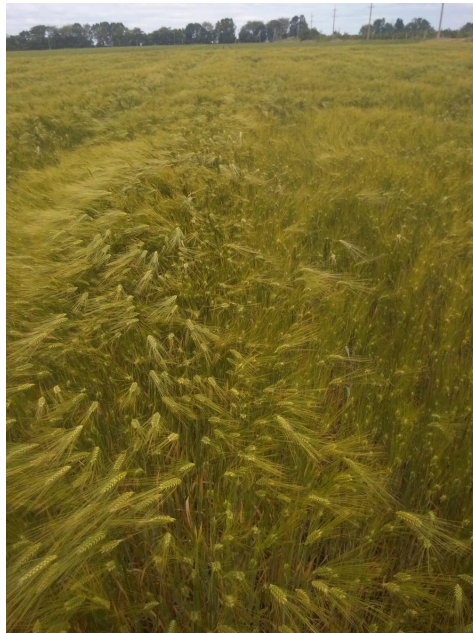


Рис. 8. Залишковий ефект примінення краплинного зрошення (посіви ярого ячменю в 1-й рік після припинення краплинного зрошення)

Застосування краплинного зрошення є істотним чинником підвищення врожайності вирощуваних культур. Підґрунтовий спосіб поливу персикового саду, порівняно з незрошуваним аналогом сприятливо впливає на загальний розвиток дерев та підвищення врожайності у 2 рази із одночасним збереженням основних ґрунтових показників на екологічно безпечному рівні.

Урожайність вирощуваних культур на полях СП «Добра городина» за досліджуваний період становила: томатів – 70, цибулі ріпчастої – 100, перцю солодкого – 50 т/га. Але, як показали результати досліджень, примінення краплинного способу поливу овочевих культур протягом 20 років призвело і до певного погіршення АМС чорноземів та високої варіабельності показників їх родючості. У зв'язку з цим, необхідним є удосконалення технології вирощування сільськогосподарських культур з приміненням поверхневого краплинного зрошення, а саме обґрунтування раціональної структури сівозмін, застосування агрозаходів, спрямованих на підвищення вмісту органічної речовини і збереження ґрунтової структури, внесення кальцієвмісних меліорантів. При цьому актуальною залишається необхідність подальшого ведення моніторингу стану чорноземів регіону в умовах краплинного зрошення.

РОЗДІЛ 8

РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЧОРНОЗЕМІВ МАСИВІВ ЗРОШЕННЯ ОБЛАСТІ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇХ РОДЮЧОСТІ

Наведені у попередніх розділах цієї монографії матеріали майже 50-річних ґрунтово-генетичних досліджень на МЗ області засвідчують, що найбільш ефективними і стабільними заходами з інтенсифікації аграрного виробництва у регіоні в нинішніх природно-господарських умовах є зрошення та оптимізація поживного режиму рослин. Разом з тим матеріали досліджень дають підстави для висновку про загальну тенденцію до погіршення АМС чорноземів і земель МЗ як в умовах широкомасштабної іригації 1970-1990-х років, так й істотного зменшення площ фактичного зрошення та інтенсивності поливів в останні 20 років.

Найсуттєвіше погіршення стану ґрунтів і земель масивів, де для зрошення використовувались чи використовуються і нині води умовно задовільної, а часто й незадовільної іригаційної якості II і III класів відповідно на фоні низької агро меліоративної культури землеробства. У зв'язку з цим стратегічним напрямом подальшого розвитку іригації в регіоні та Україні загалом, використання ґрунтів і земель у сучасних умовах є екологізація виробничої і природоохоронної діяльності та її еколого-економічна доцільність, в т. ч. і технологічних впливів на довкілля. Ця проблема може бути розв'язана шляхом диференціації земель за природними та еколого-агро меліоративними умовами з наступним формуванням адресних систем комплексного захисту меліорованих земель від процесів деградації та шкідливої дії вод, заходів з охорони та підвищення родючості ґрунтів, створення відповідного науково-методичного інструментарію для їхньої реалізації [80, 92, 131].

Зважаючи на висловлене, починаючи з 80-х років минулого століття, активізується розробка концептуальних засад екологічно безпечного зрошення чорноземів, які уже з 90-х років одержують статус «агроекологічної концепції зрошення чорноземів» [1, 31]. У ці ж і наступні роки розробляються також наукові основи

екологічно безпечного землеробства на МЗ, в т. ч. і з врахуванням соціально-економічних і агрогосподарсько-меліоративних умов сьогодення [7, 8, 52, 92, 110 та ін.], які у найбільш повному вигляді висвітлені у науковому виданні 2009 р. за редакцією С. А. Балюка, М. І. Ромащенко та В. А. Сташука [80].

Зважаючи на це, екологічні вимоги до зрошення, поряд із оптимізацією параметрів ЕАМС геосередовища, повинні забезпечити збереження базових властивостей ґрунтів. До переліку основних ґрунтово-меліоративних показників геосередовища, що визначають його геоєкопотенціал, слід включити якість зрошувальної води, гранулометричний і мінералогічний склад ґрунту, його основні агрофізичні властивості, карбонатність і засоленість ґрунтопідґрунтя, ємність та склад ГВК, вміст і склад гумусу, процеси їхньої трансформації та деградаційних змін, еколого-меліоративні наслідки для геоєкосередовища зумовлені цими змінами [51, 75]. Другими словами, зрошення в сучасних агрогосподарсько-економічних умовах повинно бути локально-оазним, адаптивно-ландшафтним, переведеним на екологічно безпечні системи землеробства, що максимально враховують ландшафтно-геохімічні особливості території, ЕАМС ґрунтів і земель, направленість сучасних ландшафтно-геохімічних і ґрунтоутворювальних процесів та закономірності їхнього розвитку на МЗ [6, 8, 17, 80, 110, 131].

У сучасній практиці зрошуваного землеробства, залежно від технологічних, економічних та еколого-агромеліоративних умов зрошення, рекомендуються [131] біологічно оптимальний, водозберігаючий та ґрунтозахисний режими зрошення (табл. 8.1). При *біологічно оптимальному режимі* впродовж усього вегетаційного періоду забезпечується у повному обсязі потреба рослин у волозі при збереженні рівня родючості ґрунтів та зниженому негативному навантаженні на природно- і ґрунтово-меліоративне середовище.

Таблиця 8.1

Загальна характеристика та умови застосування різних типів зрошення [131, с. 12]

Типи режиму зрошення	Рівень вологозапасів у ґрунті протягом зрошувального сезону	Ступінь задоволення екологічних вимог		Ступінь задоволення економічних вимог		Вплив технологій поливу	Умови застосування
		інфільтраційні втрати вологи	ЕАМС	втрати врожаю	збереження агроресурсів		
Оптимальний	Оптимальний протягом усього вегетаційного сезону	-	-	-	+	+	При високому рівні ресурсозабезпечення та доброму ґрунтово-екологічному стані, I клас поливної води
Водозберігаючий	Вологість ґрунту знижується на 5-10 % від нижнього оптимального рівня у некритичні фази розвитку с.-г. культур	-	-	+	+	+	При дефіциті ресурсів і задовільному ґрунтово-екологічному стані, II клас поливної води
Ґрунтозахисний	Вологість ґрунту знижується на 10-20 % від нижнього оптимального рівня у некритичні фази розвитку с.-г. культур. Скорочується кількість і норми поливів, інтенсивність дощування, розмір краплин. Поливні норми подаються порційно	-	+	+	+	-	В умовах незадовільного ґрунтово-екологічного стану, низької якості поливної води, вторинного осолонцювання, високому РПГВ

Водозберігаючий режим зрошення планується в умовах дефіциту ресурсів забезпечення поливів за оптимальною схемою або за стратегії мінімізації витрат поливної води на одиницю урожаю. І нарешті, *ґрунтозахисний режим зрошення* рекомендується застосовувати в умовах незадовільного АМС ґрунтів і земель МЗ з метою їх охорони та покращення стану. Певні обмеження щодо режимів зрошення для ґрунтів і земель певних категорій стійкості

у різних еколого-агромеліоративних умовах визначаються відповідно до табл. 8.2.

Таблиця 8.2

Обмеження щодо режимів зрошення при використанні ґрунтів і земель різного еколого-агромеліоративного стану
[77, 131]

Еколого-агромеліоративний стан	Якість поливних вод, клас	Рекомендований тип режиму, лімітуючі чинники
Категорія стійкості земель		
Добрий	I	Оптимальний екологічно безпечний за наявності ресурсів; водозберігаючий екологічно безпечний – при обмеженості ресурсів
Стійкі	II	Водозберігаючий на фоні заходів з хімічної меліорації води
	III	Спеціалізована технологія поливів
Задовільний	I	Оптимальний екологічно безпечний за наявності ресурсів; водозберігаючий – при їх обмеженості на фоні щорічного посиленого контролю за станом ґрунтів і земель
Умовно стійкі	II	Водозберігаючий на фоні заходів з хімічної меліорації води та посиленого контролю за станом ґрунтів і земель
	III	Спеціалізована технологія поливів
Задовільний із загрозою погіршення	I	Водозберігаючий екологічно безпечний – на фоні адаптованих засобів і технологій зрошення, попереджувальних природоохоронних заходів та систематичного контролю за станом ґрунтів і земель
	II	Ґрунтозахисний на фоні заходів з хімічної меліорації води і ґрунтів, адаптованих засобів і технологій зрошення, попереджувальних природоохоронних заходів та систематичного контролю за станом ґрунтів і земель
Умовно нестійкі	III	Спеціалізована технологія поливів з обмеженням використання води
Незадовільний	I	Ґрунтозахисний на фоні адаптованої технології зрошення та диференційованої системи комплексного захисту території за спеціально розробленими програмами або проектами
	II, III	Обмеження на використання
Дуже незадовільний	-	Проведення зрошення недоцільне; виведення земель із обігу, консервація з подальшою ренатуралізацією або докорінною меліорацією. Зміни цільового призначення земель
Дуже нестійкі		

Як зазначалось у розділі 6 нашого видання, еколого-агромеліоративна класифікація та оцінка стану зрошуваних, виведених зі зрошення та прилеглих до них земель здійснюється за результатами комплексного просторового оцінювання стану і стійкості ґрунтів і земель, визначення зон підвищеного ризику

проявів деградації чи шкідливої дії вод з метою обґрунтування диференційованої системи заходів щодо захисту ґрунтів і земель від деградації. Найчастіше чинниками погіршення їхнього стану є процеси підтоплення та заболочування, забруднення ґрунтів і вод, комплекс процесів деградації показників складу і властивостей ґрунтів та зниження їх родючості. Наводимо [80] схему типізації земель МЗ за природно-меліоративними умовами і напрямом деградаційних процесів та комплексом заходів з їх захисту від деградації (табл. 8.3). Згідно із цією схемою типізації виділяються наступні основні групи земель і ґрунтів МЗ за природно-меліоративними умовами та напрямом деградаційних процесів:

- *модальні*, не ускладнені негативними процесами, потенційно стійкі до їхніх проявів;
- *потенційно нестійкі* до прояву деградаційних процесів;
- *фактично нестійкі* до деградаційних процесів та в різній мірі ускладнені їх проявами.

У світлі викладеного вище в сучасних агро-меліоративних умовах на МЗ регіону важливого значення набувають розробка і впровадження водозберігаючих режимів і способів зрошення, зокрема різних способів мікрозрошення – краплинного поливу, мікродощування тощо. Один із шляхів мінімалізації водонадходження в ландшафти і водозбереження – зменшення шару зволоження до 30-50 (в окремих випадках до 70) см залежно від фази розвитку рослин та РПГВ, що дозволяє знизити поливні норми до екологічно безпечних на півдні України 200-500 м³/га пересічно (табл. 8.4).

У світлі наведеної вище оцінки сучасної ландшафтно-геохімічної і агроґрунтово-меліоративної ситуації на МЗ Одещини у зв'язку із виведенням зі зрошення значних площ та суттєвим зниженням рівня інтенсифікації землеробства, широким проявом негативних процесів і явищ у агроландшафтах і ґрунтах потрібно принципово переглянути підходи до організації землекористування та управління родючістю чорноземів. Ці підходи мають враховувати якість поливних вод, ландшафтно-екологічні та ґрунтово-генетичні наслідки широкомасштабного зрошення земель у попередні роки водами різної іригаційної якості, сутність і закономірності сучасних процесів у ландшафтах і ґрунтах, що спричиняють посилення

Таблиця 8.3
Диференціація земель за умовами їхнього використання та комплексного захисту від деградації [80]

Таксономія земель за природно-меліоративними умовами та напрямом деградаційних процесів		Еколого-технологічна група земель		Рекомендований склад заходів та обмеження щодо технологічного впливу
Технологічна група земель	Еколого-меліоративний стан	Фактичний ступінь деградації		
1	2	3	4	
Модальні Землі з природним автоморфним режимом ґрунтоутворення, потенційно стійкі до процесів деградації (вододільні простори, плакори)	Добрий	Прояви негативних процесів відсутні		Загальнорекомендований для даної зони комплекс агротехнічних прийомів та операцій з вирощування сільськогосподарських культур. Технологія змінних норм внесення інгредієнтів на рівні управління поживним і водним режимами. Обмеження агротехнологічного впливу поширюються на якість поливних вод і систему захисту рослин
Модальні Землі з природним гідроморфним режимом ґрунтоутворення, потенційно стійкі до процесів деградації (заплави, дельти річок і великих балок)	Добрий, задовільний	Прояви негативних процесів відсутні		Загальнорекомендований для даної зони комплекс агротехнічних прийомів та операцій з вирощування сільськогосподарської продукції. Технологія змінних норм внесення інгредієнтів на рівні управління поживним і водним режимами. Обмеження агротехнологічного впливу поширюються на якість поливних вод і систему захисту рослин. Додатковий контроль за РПП, мінералізуючою ПВ, вмістом водорозчинних солей, увібраними основами, реакцією середовища ґрунту

Продовження табл. 8.3

1	2	3	4
<p>Техногенно підтоплені землі Землі потенційно нестійкі до підтоплення в умовах зрошення та процесів вторинної гідроморфізації, засолення, осолонцювання, пов'язаних з ним (вододільні простори, плакори, низькі надзаплавні тераси, поли і мікрозаплавні, зони розвантаження підземних вод)</p>	<p>Задовільний</p> <p>Задовільний із загрозою погіршення</p> <p>Незадовільний</p>	<p>Фактичні прояви відсутні, тенденція до підтоплення</p> <p>Періодично та сезонно підтоплювані</p> <p>Підтоплювані протягом вегетаційного періоду</p>	<p>Адаптовані режими зрошення. Обмеження щодо якості поливних вод. Посилені щорічний контроль за станом земель на початку і в кінці вегетаційного періоду</p> <p>Спеціалізована технологія захисту та використання земель, що підтоплюються, яка включає адаптований до певних умов території комплекс інженерних, агротехнічних, агрометеліоративних та інших заходів, зокрема:</p> <ul style="list-style-type: none"> • дренаж ПВ і регулювання поверхневого стоку; • системи господарського використання земель з високим рівнем підпрунтових вод; • системи обробітку ґрунту; • спеціалізацію сівозмін та систем боротьби з бур'янами на підтоплених землях. <p>Елементи точного землеробства щодо:</p> <ul style="list-style-type: none"> • диференціації режимів зрошення сільськогосподарських культур на підтоплених землях залежно від РППВ; • системи удобрення сільськогосподарських культур на землях з білизим РППВ; • хімічної меліорації підтоплених земель
<p>Природно підтоплені землі (зашлави, дельти річок та днища балок, поли, низькі надзаплавні тераси, зони розвантаження підземних вод)</p>	<p>Дуже незадовільний</p> <p>Задовільний із загрозою погіршення</p> <p>Незадовільний і дуже незадовільний</p>	<p>Постійно підтоплювані</p> <p>Періодично та сезонно підтоплювані</p> <p>Постійно підтоплені</p>	<p>Виведення земель із зрошення, ренатуралізація, докорінна меліорація або консервація земель</p> <p>Спеціалізована технологія захисту та використання земель, що підтоплюються. Елементи точного землеробства, адаптовані до умов конкретної території. Обмеження щодо техніки та режимів зрошення</p> <p>Виведення земель зі зрошення, ренатуралізація, докорінна меліорація або консервація земель</p>

Закінчення табл. 8.3

1	2	3	4
<p>Засолені землі Землі потенційно нестійкі до процесу вторинного засолення (вододільні простори, поди, мікронападини, заплави та дельти річок, низькі надзаплавні тераси та приморські зони)</p>	<p>Задовільний</p>	<p>Незасолені з «сльдами» соди</p>	<p>Комплекс запобіжних заходів з поліпшення якості поливних вод. Спеціалізовані сівозміни</p>
	<p>Задовільний із загрозою погіршення</p>	<p>Слабозасолені</p>	<p>Спеціалізований комплекс заходів і технологій рослинництва із запобігання або ліквідації засолення, диференційований щодо ступеня прояву процесу та адаптований до конкретних (базових) характеристик природно-меліоративних умов території. Елементи точного землеробства щодо: • системи поливів і промивок; • системи улобрення сільгоспкультур; • хімічної меліорації ґрунтів. Обмеження щодо якості поливних вод, глибини залягання та хімізму підґрунтових вод</p>
	<p>Дуже незадовільний</p>	<p>Дуже сильнозасолені, солончаки</p>	<p>Виведення із сільгоспвикористання та консервація. Докорінна меліорація або ренатуралізація земель</p>
<p>Осолоньовані землі Землі потенційно нестійкі до процесів вторинного осолоньовання ґрунтів (вододільні простори, плакори, низькі надзаплавні тераси, поди, западини, заплави та дельти)</p>	<p>Задовільний із загрозою погіршення</p>	<p>Слабосолонцюваті</p>	<p>Спеціалізовані комплекси заходів хімічної меліорації, системи обробки ґрунту та використання осолоньованих земель, адаптовані до певних природно-меліоративних умов території. Елементи точного землеробства щодо внесення добрив та хімеліорантів, зрошення</p>
	<p>Незадовільний</p>	<p>Середньосолонцюваті</p>	<p>Обмеження на якість поливних вод і норми зрошення</p>
	<p>Дуже незадовільний</p>	<p>Сильносолонцюваті та солонці</p>	<p>Виведення земель із сільгосподарського використання та консервація, ренатуралізація або реорганізація ландшафту</p>

**Екологічно безпечні і науково обґрунтовані норми
вегетаційних поливів, м³/га [80]**

Культура	Поливна норма (нетто) при рівнях підґрунтових вод, м		
	> 3,0	2,0-2,5	1,0-1,5
Озима пшениця, ячмінь, жито, ріпак, тритикале, післяукісна та післяжнивна кукурудза, люцерна в рік сівби	300-500	300-400	200-250
Кукурудза на зерно і силос, сорго, соя, цукрові та кормові буряки, соняшник	400-500	300-400	250-300
Люцерна минулих років на корм та насіння	500-600	250-300	-
Злакові багаторічні трави, злакові суміші, ярі пшениця та ячмінь, картопля й овочеві культури	300-400	300-350	250-300

строкатості ґрунтово-агромеліоративних умов території. У зв'язку з цим комплекс інженерно-технічних, агроеліоративних та агротехнічних заходів з охорони та поліпшення АМС чорноземів і земель МЗ повинен постійно адаптуватися до мінливості природних і агрогосподарсько-виробничих чинників. Головними складовими цього комплексу заходів за результатами наших досліджень та із залученням численних публікацій з цього питання [8, 17, 52, 80, 92, 105, 110, 131 та ін.] повинні стати:

- *реконструкція і модернізація зрошувальних систем з урахуванням їх інженерно-технічного стану та еколого- і ґрунтово-агромеліоративної ситуації;*

- *переведення зрошення земель на локально-вибіркові адаптивно-ландшафтні та екологічно безпечні (компенсаційні) системи зрошувального землеробства, в т. ч. і системи краплинного поливу, із впровадженням водозберігаючих і ґрунтозахисних режимів зрошення і способів поливу сільськогосподарських культур, які максимально враховують особливості ландшафтно-геохімічної ситуації, ЕАМС ґрунтів і земель, якість поливних вод, сутність, спрямованість і закономірності сучасних процесів і режимів у чорноземах МЗ. Про все це більш детально уже йшлося вище;*

- *вилучення зі зрошення земель, що поливаються чи поливались раніше водами III класу іригаційної якості, а тимчасово і тих, для поливу яких використовуються води II класу якості без примінення комплексу запобіжних агроеліоративних заходів. Консервації підлягають також окремі ділянки зрошуваних земель, що перебувають у кризовому АМС (рис. 9);*

- *відновлення робіт з хімічної меліорації зрошуваних земель та покращення якості поливних вод на принципово нових засадах. Фактичний сучасний ЕАМС ґрунтів і земель МЗ характеризується наявністю значних площ, що зазнали осолонцювання та агрофізичної деградації (підвищення ступеня дисперсності, гідрофільності, щільності, мобільності карбонатів, гумусу та мінеральних колоїдів, погіршення структурно-агрегатного стану та фільтраційної здатності) під впливом зрошення, особливо водами незадовільної та умовно задовільної іригаційної якості. Хімічна меліорація їх у сучасних умовах має проводитись диференційовано і базуватись на наступних концептуальних засадах:*

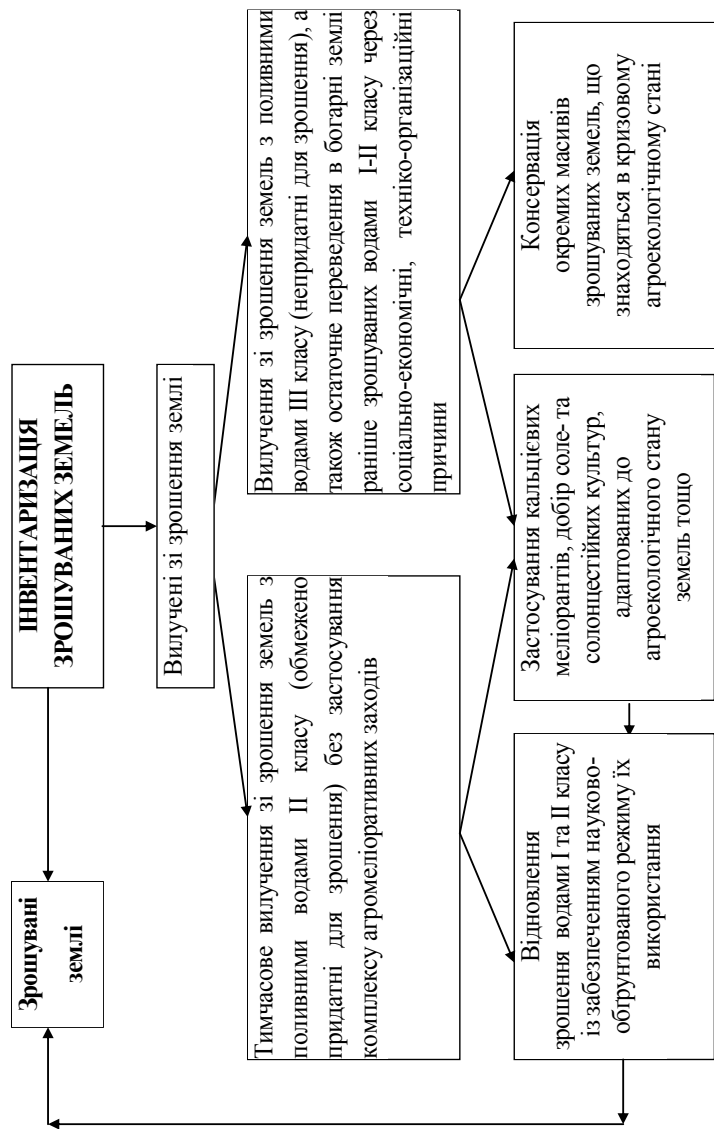
- *врахування якості поливних вод і ступеня солонцюватості ґрунтів. В першу чергу, хімічна меліорація повинна проводитись на землях, що мають ґрунти сильного і середнього ступеня солонцюватості. На ґрунтах слабого ступеня солонцюватості хімічну меліорацію необхідно проводити при низькій їх буферності щодо осолонцювання;*

- *дотримання вимог ресурсозбереження – внесення меліорантів з поливною водою та локально у ґрунт в періоди максимального солонцепроявлення (навесні, восени);*

- *максимального використання місцевих кальцієвмісних речовин і сполук, у тому числі промислових відходів (карбонатні шлами, крейда, вапняк та ін.) після проведення відповідної екологіко-токсикологічної їх оцінки;*

- *максимального використання внутрішньоґрунтових запасів кальцієвих солей шляхом проведення меліоративної плантажної оранки один раз в 1-3 ротації сівозміни. При проведенні такої оранки слід враховувати не лише глибину залягання та вміст карбонатів, але й важких металів і фтору;*

- *оскільки використання для зрошення вод незадовільної іригаційної якості – основна першопричина деградаційних змін чорнозе-*



Характер використання вилучених зі зрошення земель

Рис. 9. Принципи вилучення земель зі зрошення та раціонального їх використання [1]

мів області під впливом зрошення [52, 80, 92, 105 та ін.], проблема якості поливної води в умовах масивів зрошення півдня України потребує першочергового вирішення. Вода для зрошення, особливо чорноземів, повинна відповідати нормативним критеріям якості [35]. У випадку невідповідності в числі ефективних прийомів покращення іригаційної якості води – внесення кальцієвих солей (зокрема гіпсу) та кислот з метою поліпшення хімічного складу, зниження її лужності та нейтралізації соди;

- *проведення спеціальних агротехнічних прийомів обробітку ґрунтів* з метою зменшення негативних наслідків їх іригаційної солонцюватості та агрофізичної деградації – систематичні механічні обробітки та розпушування чорноземів МЗ, періодичне нарізання щілин перед посівом озимих культур на глибину 50-60 см через 2-4 м, руйнування поверхневої кірки в процесі обробітку ґрунту при посівах та догляді за посівами, мульчування поверхні ґрунту тощо;

- *формування раціональної структури посівних площ і сівозмін.* Адаптивне землеробство передбачає вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням біокліматичного потенціалу території та її ландшафтної структури, наявності чи відсутності зрошення або припинення його в останні 17-20 років, агроеліоративного стану ґрунтів. Нинішня структура посівних площ не в повній мірі відповідає названим умовам, оскільки в ній висока частка належить культурам, які слабо реагують на зрошення (соняшник, ярий ячмінь). Практика засвідчує, що в структурі посівів на зрошуваних землях пріоритет повинен віддаватися культурам чутливим до зрошення – люцерні, озимій пшениці та озимому ячменю, кукурудзі на зерно і зелений корм, сої, кормовим бурякам, овочевим культурам, поукісним і поживним багатокомпонентним сумішкам. Частка посівів люцерни у сівозмінах повинна складати не менше 25-30 %, що забезпечуватиме ґрунтомеліоративну та ґрунтозахисну функцію сівозмін у сучасних агроеліоративно-господарських умовах МЗ. На полях без зрошення пріоритет має віддаватися посухо-, соле- та солонцестійким культурам – зерновим та зернобобовим, соняшнику, ріпаку, сорго, суданській траві, буркуну, баштанним культурам та іншим;

- *внесення органічних і мінеральних добрив.* У забезпеченні рослин поживними речовинами та підтриманні бездефіцитного балансу

гумусу в ґрунтах пріоритет повинен бути за внесенням на поля органічних добрив, чим забезпечується підвищення «життєздатності» ґрунту та його біологічної активності. За сучасних умов дефіциту органічних і мінеральних добрив набувають актуальності ресурсозберігаючі способи їх застосування. Основою ресурсозбереження при відновленні запасів ґрунтової органіки та забезпеченні бездефіцитного балансу гумусу є застосування, поряд із традиційними, нетрадиційних органічних добрив (лігнін, сапропель, осади стічних вод, відходи фітохімічного виробництва тощо) та сидератів, тобто заорювання подрібненої зеленої маси вирощуваних культур (буркун, бобові трави, жито, ріпак, вика ярова, сарадела, гірчиця біла та ін.). Як органічне добриво доцільно застосовувати подрібнену солому, стебла кукурудзи та соняшнику, бурякову гичку. За даними інституту землеробства УААН, в умовах регіону приорювання соломи, стебел кукурудзи у 2-3 рази ефективніше, ніж внесення гною [140]. Зважаючи на це, слід залишати на полі більшу частину побічної продукції і заборонити спалювання стерні. Оптимальна норма внесення органічних добрив (традиційних і нетрадиційних) на МЗ регіону – 30 т/га в 2-3 роки.

Мінеральні добрива рекомендується вносити лише під пріоритетні культури, чим досягається максимальна агрономічна та економічна ефективність їх застосування. Вносити мінеральні добрива доцільно з поливною водою, зокрема при краплинному зрошенні, а також локально в ґрунт. В останньому випадку норма внесення добрив знижується на 30-50 % [105]. Слід уникати використання хімічно і фізіологічно лужних та хлорвмісних видів мінеральних добрив, а також обмежити примінення калійних добрив під посіви технічних культур.

Для поліпшення ЕАМС земель слід включати також заходи з охорони водних, ґрунтових і рослинних ресурсів від забруднення фтором, що можливо за умови проведення систематичного контролю за вмістом водо- і кислоторозчинного фтору в агроценозах МЗ. При подальшому зрошенні чорноземів та застосуванні засобів хімізації поєднувати їх з внесенням органічних добрив, що сприятиме зниженню рівня токсичності сполук розчинних форм фтору в ґрунтах, поверхневих і підґрунтових водах та рослинах.

З метою вирощування екологічно чистої рослинницької продукції та запобігання токсичного впливу мікроелемента на організми тварин і людей рекомендується внести фтор у перелік показників, які підлягають обов'язковому контролю сертифікації сільськогосподарської продукції.

Висвітлені у попередніх розділах матеріали дослідження та оцінки впливу різних технологій зрошення на речовинно-хімічний склад, властивості і рівень родючості чорноземів МЗ, їхньої ґрунтоохоронної і агромеліоративної ефективності однозначно свідчать про еколого-економічну доцільність і перспективність краплинного способу поливу, першочергово овочевих і плодово-ягідних культур. Завдяки можливості дозованої подачі води і розчинених у ній поживних речовин і мікроелементів та засобів захисту і регуляції росту рослин, а також локального зволоження лише кореневмісного шару ґрунту, краплинний спосіб поливу в найбільшій мірі відповідає вимогам енерго- і ресурсозбереження, а також, що особливо важливо, еколого-ґрунтозахисній безпеці і доцільності зрошення. В результаті величина зрошувальної норми знижується в 1,2-3,2 рази (табл. 8.5), а урожайність у рази вища порівняно із зрошенням дощуванням. Це дає підстави рекомендувати краплинний спосіб поливу в практику зрошуваного землеробства як еколого і економічно доцільніший, порівняно із традиційним нині в Україні зрошенням дощуванням чи поверхневими способами.

Таблиця 8.5

Порівняльна оцінка величин зрошувальних норм за краплин-ного способу поливу та дощування [80, с. 330]

Культура	Зрошувальна норма, м ³ /га		Економія води за краплинного способу поливу, м ³ /га/разів
	при краплинному зрошенні	рекомендована при дощуванні	
Томати розсадні	1220	3500	2280/2,9
Картопля весняного строку садіння	1450	2200	750/1,5
Картопля літнього строку садіння	2100	3300	1200/1,6
Морква	2485	3200	715/1,3
Кукурудза цукрова	2400	2850	450/1,2
Капуста білоголова	1080	3500	2420/3,2

Результати досліджень засвідчили, що найоптимальнішим у використанні вологи рослинами в умовах краплинного зрошення є диференційований рівень передполивної вологості ґрунту 70-85 % НВ за фазами розвитку. В Інституті водних проблем і меліорації НААН України під керівництвом акад. Ромащенко М. І. розроблено і впроваджуються в практику біологічно оптимальні режими краплинного зрошення вирощуваних культур за фазами їх розвитку (табл. 8.6).

Таблиця 8.6

Передполивна вологість ґрунту, поливні норми в рік 75 %-ї забезпеченості опадами, рекомендовані глибини зволоження і схеми садіння овочевих та плодово-ягідних культур при краплинному зрошенні [80, с. 330-332]

Культура	Схема висіву (садіння), см	Фаза розвитку рослин	Вологість ґрунту, % НВ	Рекомендована глибина зволоження, см	Поливна норма, м ³ /га
Томати розсадні	140+40×35	Висадження розсади – цвітіння	80	20-25	50-60
		Цвітіння – зав'язування плодів	85	25-30	70-90
		Зав'язування плодів – кінець вегетації	70	35-40	80-100
Огірки	160×30	Висів – початок цвітіння	75-80	10-20	30-40
		Початок цвітіння – зав'язування плодів	75-80	20-30	40-50
		Зав'язування плодів – кінець вегетації	85-90	30-35	40-50
Капуста білоголова	90+50	Висадження розсади – утворення головок	80	25-30	80-100
		Утворення головок – кінець вегетації*	90	30-40	90-110
Перець солодкий	90+50×35 (1,40 м)	Висадження розсади – початок плодоношення	90	25-30	70-80
		Початок плодоношення – кінець вегетації	80	30-40	80-100
Цибуля ріпчаста	8+20+8+20+8+20+8+68 (1,60 м)	Сівба – утворення цибулин	85	10-20	30-35
		Утворення цибулин – дозрівання цибулин	75	20-25	45-50
		Дозрівання цибулин – кінець вегетації*	70	25-30	75-100
Морква	30+30+30+70 (1,60 м)	Сівба – утворення коренеплодів	80	20-30	60-80
		Утворення коренеплодів – кінець вегетації*	70	35-45	160-180

Закінчення табл. 8.6

Культура	Схема висіву (садіння), см	Фаза розвитку рослин	Вологість ь ґрунту, % НВ	Рекомендована глибина зволоження, см	Поливна норма, м3/га
Буряки столові	40+40+40+60 (1,80 м)	Сівба – утворення коренеплодів	80	25-35	65-90
		Утворення коренеплодів – кінець вегетації*	70	45-50	175-200
Кабачки	140×70	Висадження розсади – початок цвітіння	80	15-20	35-40
		Початок цвітіння – зав'язування плодів	85	20-25	35-40
		Зав'язування плодів – масове плодоношення	75	25-35	60-80
Баклажани	100+40×35	Висадження розсади – початок плодоношення	75	20-30	70-80
		Початок плодоношення – кінець вегетації	80	35-40	80-100
Часник	60+20×6 (1,60 м)	Сходи – утворення цибулин	80	20-25	35-40
		Утворення цибулин – кінець вегетації*	70	25-30	65-80
		В осінній період (для озимого часнику)	70	25-30	65-80
Цукрова кукурудза	70+70×0,40	Сівба – утворення зерна	70	15-25	60-80
		Утворення зерна – кінець вегетації	80	35-45	100-120
Яблуня на М-9	4,0×1,0	У I половині вегетації	80	50-60	50-75
		У II половині вегетації	70	50-60	75-100
Персик на М-9	4,0×1,5	У I половині вегетації	80	50-60	40-60
		У II половині вегетації	70	50-60	70-90
Виноград столовий	3,0×1,5	Ріст пагонів – початок росту ягід	85	60-70	75-100
		Початок росту ягід – досягання ягід	80	60-70	100-125
		Досягання ягід – збір урожаю*	70	60-70	150-175
Суниця	0,9×0,2	Протягом вегетації	75	25-30	50-70

Примітка: якщо продуктивні органи вирощують з метою подальшого зберігання, то поливи припиняють за 20 днів до їхнього збирання.

Важливим заходом щодо запобігання чи мінімізації негативного (деградаційного) впливу краплинного зрошення на процеси ґрунтоутворення і чорноземи МЗ повинно бути впровадження у зрошувані сівозміни культур важливого агрономічного і агроеліоративного значення – люцерни, сої, гороху, інших бобових, площі під якими повинні займати мінімум 20-25 %. Ці культури збагачують ґрунт органікою і азотом, сприяють розуцільненню ґрунту і покращенню його агрофізичних

і водно-фізичних властивостей та являються прекрасними попередниками для овочевих культур [80, 92 та ін.].

І насамкінець цього розділу. В нинішніх умовах суттєвого зменшення фактично поливних земель та постіригаційної еволюції ландшафтів і ґрунтів на фоні екстенсифікації землеробства, очевидної тенденції до погіршення АМС чорноземів і земель МЗ області в результаті процесів дегуміфікації, знеструктурення, погіршення поживного режиму тощо зростає необхідність *ведення ґрунтово-екологічного моніторингу земель МЗ*. Це забезпечить отримання систематичної об'єктивної інформації про сутність і направленість сучасних процесів у ландшафтах і ґрунтах МЗ, закономірності і тенденції їх розвитку, виявлення причин меліоративних негараздів у різних ґрунтово-агромеліоративних умовах. Результати такого моніторингу слугуватимуть надійною інформаційною базою для оцінки і прогнозування змін (тенденцій змін) АМС чорноземів і земель МЗ, обґрунтування системи агрономеліоративних заходів щодо запобігання їх деградації, відновлення, а в подальшому і підвищення рівня родючості.

ВИСНОВКИ

Наведені у вісьмох розділах нашої монографії результати майже 50-річного вивчення чорноземів масивів зрошення Одеської області можуть бути підсумовані у виді наступних основних висновків:

1. 1966-1990 роки були періодом великомасштабного іригаційного будівництва і регулярного зрошення земель на території Одеської області. Станом на 01.01.1991 р. загальна площа зрошення в області досягла 244 тис. га, нині згідно статистичної звітності складає 226,8 тис. га. Більшість МЗ області побудовано на рівнинних вододільних плато і високих (пліоценових) терасах рік, де в ґрунтовому покриві домінують чорноземні ґрунти. Найбільш іригаційно освоєні чорноземи південні на півдні області, чому сприяє рівнинність території і наявність джерел якісних зрошувальних вод – ріки Дунай і Дністер та прісні озера-лимани. На північ, зі зменшенням посушливості клімату і зростанням розчленованості рельєфу, площа зрошуваних чорноземів (звичайних, типових, реградованих) суттєво зменшується, що зумовлюється також дефіцитом зрошувальної води.

2. Починаючи з 1991-1993 рр., на фоні загальної економічної кризи та відсутності належного фінансового і матеріально-технічного забезпечення як в Україні, так і на Одещині суттєво скорочуються площі фактично зрошуваних земель (в області 30-50, до 70 тис. га в різні роки), зменшуються норми зрошення і норми поливу вирощуваних культур, внесення органічних і мінеральних добрив, меліорантів, пестицидів і гербіцидів. На МЗ впроваджується режим обмежено-вибіркового зрошення та мішаної зрошувано-богарної системи землеробства з тенденцією до його екстенсифікації та погіршення агро меліоративної культури. В результаті істотно (до 30-40 %) знизилась урожайність на МЗ та обсяги виробництва сільськогосподарської продукції. Скорочення площ фактичного поливу відбувається на фоні різкого погіршення стану систем зрошення в умовах практично цілковитого припинення робіт з реконструкції наявних і будівництва нових ЗС, дефіциту і незадовільної якості зрошувальної техніки, ускладнення управління ЗС, земельними і водними ресурсами, в т. ч. і через значне збільшення кількості користувачів землями масивів зрошення.

3. В результаті зменшення в останні два десятиліття зрошуваних площ та інтенсивності поливу вирощуваних культур суттєво зменшився забір води для поливу із водосховищ і каналів, а відповідно і знижується швидкість їх водообміну з ріками-донорами. Збільшується тривалість застоювання води у водосховищах та уповільнюється її течія в каналах, зростають втрати води на випаровування з поверхні водойм, що й є основною причиною підвищення мінералізації поливної води в останні роки та погіршення її іригаційної якості. У водах значно збільшився вміст хлоридів і сульфатів магнію і натрію, у верхів'ях водосховищ часто до токсично небезпечного для рослин, в першу чергу за рахунок хлор-іонів.

Води ж безпосередньо із рік Дунай і Дністер були і залишаються іригаційно якісними за всіма показниками і критеріями агрономічної оцінки та придатними для зрошення чорноземних ґрунтів.

4. В практику іригації земель області в останні десятиріччя все ширше впроваджується краплинний спосіб поливу вирощуваних культур, зокрема овочевих і плодово-ягідних. Технологічно це нині найбільш досконалий, мінімально водо- і енергоємний, а відтак еколого та економічно доцільніший спосіб поливу, головною особливістю якого є локальний характер зволоження ґрунту лише в зоні максимальної зосередженості коренів рослин. Технології вирощування сільськогосподарських культур в умовах краплинного зрошення забезпечують суттєве підвищення їх врожайності.

5. Встановлено, що чорноземи надзвичайно чутливі до впливу зрошувальної води та збільшення обводненості ландшафту, особливо в умовах традиційного зрошення дощуванням та поверхневими способами. Найменш стійкі до впливу води показники їх фізичного, агро- та водно-фізичного і фізико-хімічного станів. І вже з перших років іригаційного освоєння земель тут розвиваються нові, не властиві до зрошення ландшафтно-геохімічні і ґрунтоутворювальні процеси, частина яких мають негативну (деградаційну) направленість. Процеси та ступінь трансформації складу і властивостей чорноземів під впливом зрошення в найбільшій мірі різняться в залежності від якості поливних вод та інтенсивності

зрошення, вихідних генетико-геохімічних властивостей ґрунтів та рівня агромеліоративної культури зрошуваного землеробства.

6. Багаторічні дослідження процесів ґрунтоутворення в чорноземах МЗ області та півдня України загалом засвідчили, що з початком їх поливів піднімаються рівні підґрунтових вод, чим зумовлюється розвиток процесів підтоплення земель і вторинного (іригаційного) гідроморфізму ґрунтів. В результаті активізуються галогеохімічні процеси та метаморфізація засоленості ґрунтів у напрямку зростання активності водорозчинного натрію. Одночасно посилюється низхідне промивання чорноземів та елюювання солей, елементів живлення рослин і навіть карбонатів із кореневмісного горизонту. При цьому звужується відношення водорозчинних $\text{Ca}^{2+}:\text{Na}^{+}$ у верхніх горизонтах ґрунту, що є головною причиною їх іригаційного осолонцювання. Вміст увібраного натрію в чорноземах зростає з вихідних 0,4-0,6 (1,0) до 1,5-2,0 % при поливі прісними водами і до 4-8 (10) % при використанні для зрошення вод підвищеної мінералізації натрієвого хімізму. Встановлено стадійність процесу сорбції натрію – активне його поглинання у перші 2-3 роки зрошення, потім уповільнення і через 3-5 (7) років – досягнення квазірівноважного стану. В умовах тривалого зрошення та активізації сольових процесів простежується подальше зростання вмісту увібраного натрію в чорноземах, а процес їх осолонцювання зміщується до низу профілю. Поступово знижується ємність катіонного обміну чорноземів, у складі їх ГВК зростає доля увібранообмінних магнію і натрію.

7. Доволі суттєво погіршуються при зрошенні і агрофізичні властивості чорноземів (щільність будови, структурно-агрегатний стан, шпаруватість і аерація, водопроникність), навіть при поливах доброякісними прісними водами.

8. Найсуттєвіші зміни речовинно-хімічного складу і властивостей чорноземів, як правило деградаційної направленості, при зрошенні іригаційно неякісними водами підвищеної мінералізації, натрієвого хімізму чи з лужними значеннями рН (води III і II класів якості). У найбільшій мірі ці зміни проявляються у верхніх гумусових горизонтах профілю, де власне найсуттєвіше змінюються показники гумусового стану і проявляються процеси підлуження

і осолонцювання, консолідації ґрунтової маси з утворенням масивних брил у сухому стані, зниженням міжагрегатної і внутрішньоагрегатної шпаруватості, величин водопроникності і водовіддачі.

9. Результати багаторічного (1991-2015 рр.) моніторингу процесів сучасної еволюції чорноземів МЗ та основних показників агроеліоративного стану ґрунтів і земель на ключових ділянках стаціонарних спостережень, які у 70-90-і роки минулого століття регулярно зрошувались, а нині більшість в умовах постіригаційної еволюції, засвідчують наступне:

- залишається доволі строкатою засоленість ґрунтів та порід підґрунтя у залежності від ландшафтно-геохімічної приуроченості, наявності чи припинення зрошення. Найменш засоленими є ґрунти вододільних територій, домінує тут елюювання солей із верхніх горизонтів профілю, особливо у холодний період року. В межах же геохімічно підпорядкованих ландшафтів ґрунтово-підґрунтова товща вирізняється більшою засоленістю, особливо при рівні підґрунтових вод 3-5 м та поливів у попередні роки водами підвищеної (більше 1,5-2,0 г/дм³) мінералізації. У посушливі літньо-осінні місяці засоленість ґрунтів МЗ наприкінці вегетаційного періоду зростає. Відмітимо також, що на масивах, де чорноземи зрошувались у попередні роки водами підвищеної мінералізації, співвідношення водорозчинних $\text{Ca}^{2+}:\text{Na}^{+}$ по профілю, й особливо у нижніх його горизонтах, залишається вузьким (0,3-0,5, до 0,7), тут продовжуються процеси осолонцювання ґрунтів. Очевидно, навіть 15-19-річний період постіригаційної еволюції є недостатнім для відновлення сольових характеристик чорноземів до рівня богарних аналогів, насамперед тих чорноземів, що поливалися у попередні роки водами II-III класів іригаційної якості;

- очевидну тенденцію до дегуміфікації чорноземів регіону – як в умовах богари, так і зрошення, що пояснюється домінуванням у структурі посівів зернових та соняшника без внесення необхідних норм органічних і мінеральних добрив. Лише під культурою люцерни, починаючи з 2-3 року її вирощування, вміст і запаси гумусу суттєво зростають або стабілізуються на порівняно високому

рівні. Гумусність зрошуваних у попередні роки чорноземів (навіть без зрошення в останні роки) практично повсюдно вища, порівняно із суміжними чорноземами незрошуваними;

- в умовах продовження зрошення чорноземів склад ГВК та вміст обмінного натрію в їх верхніх горизонтах залишаються практично незмінними, з тенденцією до зростання вмісту натрію з глибиною по профілю та збільшення потужності іригаційно-осолонцьованого горизонту. Із припиненням же поливів чорноземів в останні 15-20 років активізуються процеси їхнього природного розсолення-розсолонцювання атмосферними водами. У верхніх горизонтах профілю зменшується вміст як водорозчинного, так й увібраного натрію, зростає доля кальцію у ГВК. В нижніх же горизонтах чорноземів, особливо зрошуваних у попередні роки водами підвищеної мінералізації, де вміст водорозчинного натрію залишається високим, а співвідношення водорозчинних $\text{Ca}^{2+}:\text{Na}^+$ вузьким (0,3-0,5, до 0,7), доля увібраного натрію також є високою (до 5-8 %) з тенденцією до зростання у посушливі періоди;

- припинення зрошення чорноземів в останні 15-20 років і як наслідок – розсолення-розсолонцювання їхнього профілю під впливом атмосферних вод призводить до певного покращення показників їх агрофізичного стану. Темпи відновлення агрофізичних властивостей значно вищі в ґрунтах, які раніше зрошувались іригаційно якісними водами. Водночас чорноземи, що зрошувались раніше іригаційно неякісними водами, ще містять підвищену долю брилистих агрегатів (50-55 %), а коефіцієнт структурності в них складає 0,7-0,9. За вмістом водотривких агрегатів чорноземи МЗ нині практично відповідають незрошуваним аналогам. Прискоренню відновлення агрофізичних властивостей ґрунтів МЗ сприяє внесення кальційвмісних меліорантів, органічних добрив, вирощування багаторічних трав, особливо бобових.

10. Багаторічне примінення поверхневого краплинного зрошення призвело до елюювання легкорозчинних солей із верхніх горизонтів чорноземів, збільшення мобільності карбонатів та відповідно деякого зменшення їх вмісту і запасів, зниження ємності катіонного обміну за тенденції до зменшення вмісту обмінного кальцію та

накопичення магнію, натрію і калію, розвитку процесів вторинного (іригаційного) осолонцювання. Змінюються при краплинному зрошенні чорноземів і показники агрофізичного стану (щільність будови, структура, водно-фізичні властивості), хоча ці зміни менш суттєві, ніж при зрошенні дощуванням. Аналіз напрямів розвитку краплинного зрошення на півдні України та в області засвідчує необхідність подальшої розробки та удосконалення елементів технології поливу чорноземів з метою оптимізації їх водно-сольового режиму, основних показників гумусового стану, фізико-хімічних та агрохімічних властивостей. Це важливо з огляду на те, що краплинне зрошення – нині технологічно найбільш досконалий, мінімально водо- і енергоємний, а відтак економічно доцільний та екологічно безпечний спосіб поливу порівняно із зрошенням дощуванням чи поверхневими способами. За краплинним зрошенням, на нашу думку, майбутнє іригації в Україні та на Одещині.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроэкологическая концепция орошения черноземов. – Харьков: ИПА, 1997. – 83 с.
2. Аниканова Е. М. Изменение некоторых физических свойств южных черноземов, орошаемых слабоминерализованными водами / Е. М. Аниканова, С. А. Аветян, Е. Б. Орловская // Вестник МГУ. Серия 17. Почвоведение. – М. : Изд-во МГУ, 1993. – № 2. – С. 24-31.
3. Аржанова В. С. Миграция микроэлементов в почвах (по данным лизиметрических исследований) / В. С. Аржанова // Почвоведение. – 1977. – № 4. – С. 71-79.
4. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. – М. : ГУГК, 1978. – 183 с.
5. Баер Р. А. Мелиоративно-гидрогеологические условия Западного Причерноморья СССР / [Р. А. Баер, И. В. Зеленин, Б. В. Лютаев, В. А. Подражанский]. – Кишинев : Штиинца, 1979. – 184 с.
6. Балюк С. А. Концепція адаптивного управління родючістю зрошуваних земель / С. А. Балюк // Генеза, географія та екологія ґрунтів. Зб. наук. праць. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2003. – С. 17-21.
7. Балюк С. А. Наукові засади сталого розвитку зрошення земель в Україні / С. А. Балюк, М. І. Ромащенко // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. темат. наук. збірник. Спец. випуск до VII з'їзду УТГА. Кн. перша. – Харків. – 2006. – С. 10-17.
8. Балюк С. А. Сучасна еволюція зрошуваних ґрунтів: екологічні проблеми та шляхи їх вирішення / [С. А. Балюк, В. Я. Ладних, Н. Ю. Гаврилович, О. А. Носоненко та ін.] // Вісн. аграр. науки. – 2006. – Спецвипуск, квітень. – С. 60-63.
9. Балюк С. А. Класифікаційні проблеми зрошуваних ґрунтів України / С. А. Балюк, О. А. Носоненко, В. Я. Ладних // Вісн. Харк. нац. аграр. ун-ту. Ґрунтознавство. – 2008. – № 1. – С. 41-55.
10. Балюк С. А. Меліорація ґрунтів в Україні: стан, проблеми, перспективи / С. А. Балюк, Р. С. Трускавецький, М. І. Ромащенко // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. наук. зб. Спецви-

пуск до VIII з'їзду УТГА (5-9 липня 2010 р., м. Житомир). – Кн. перша. – Житомир : Рута, 2010. – С. 24-38.

11. Біланчин Я. М. Моніторинг ґрунтів та досвід організації його на масивах зрошення Одещини / Я. М. Біланчин // Вісн. Львів. ун-ту. – Сер. географ. – Вип. 23. – 1998. – С. 39-45.

12. Біланчин Я. М. Сучасний стан зрошення в Одещині та тенденції ґрунтоутворення на масивах зрошення / Я. М. Біланчин // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2003. – Т. 8. – Вип. 5. – С. 16-21.

13. Біланчин Я. М. Тенденції та закономірності процесів сучасної зміни чорноземів масивів зрошення південного заходу України / Я. М. Біланчин // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2004. – Т. 9. – Вип. 9. – С. 7-13.

14. Біланчин Я. М. Сучасні тенденції постмеліоративної еволюції чорноземів масивів зрошення південного заходу України / Я. М. Біланчин // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. темат. наук. збірник. – Харків : ННЦ «ІА» УААН, 2006. – Кн. друга. – С. 210-212.

15. Біланчин Я. М. Іригація та чорноземи масивів зрошення Півдня України й Одещини на вході у III тисячоліття / Я. М. Біланчин // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2011. – Т. 16. – Вип. 1. – С. 135-144.

16. Біланчин Я. М. Сучасний стан іригації та тенденції зміни природно-меліоративних умов і ґрунтів масивів зрошення / [Я. М. Біланчин, Л. М. Гошуренко, П. І. Жанталай та ін.] // Україна: географія цілей та можливостей. Зб. наук. праць. – У 3 томах. – Т. I. – К. : ВГЛ «Обрії», 2012. – С. 13-15.

17. Біланчин Я. М. Чорноземи масивів зрошення південного заходу України: сучасний стан, стратегія заходів щодо відновлення і розширеного відтворення родючості / [Я. М. Біланчин, П. І. Жанталай, М. Й. Тортик, О. І. Цуркан, В. І. Тригуб, А. О. Буяновський] // Генеза, географія та екологія ґрунтів: Зб. наук. праць. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2015. – С. 274-279.

18. Бурдин Л. М. Влияние вертикального дренажа на изменение гидрогеолого-мелиоративных условий массивов орошения

на аллювиальных террасах Нижнего Днестра: автореф. дисс. на соискание ученой степени к-та техн. наук : 06.01.02 Мелиорация и орошаемое земледелие / Бурдин Леонид Михайлович. – К., 1982. – 20 с.

19. Веклич М. Ф. Стратиграфия лессовой формации Украины и соседних стран / М. Ф. Веклич. – К. : Наук. думка, 1968. – 238 с.

20. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах / А. П. Виноградов. – М. : Изд-во АН СССР, 1957. – 320 с.

21. Власюк П. А. Биологические элементы жизнедеятельности растений / П. А. Власюк. – К. : Наукова думка, 1969. – 516 с.

22. ВНД 33-5.5-11-02. Інструкція з проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України. – К. : Держводгосп України, 2002. – 40 с.

23. Возбуцкая А. Е. Химия почвы / А. Е. Возбуцкая. – М. : Высш. шк., 1964. – 380 с.

24. Габович Р. Д. Фтор и его гигиеническое значение / Р. Д. Габович. – М. : Медгиз, 1957. – 252 с.

25. Гедройц К. К. Избранные сочинения / К. К. Гедройц. – Т. II. – М. : Сельхозгиз, 1955. – 562 с.

26. Гоголев И. Н. Перспективы и почвенно-геохимические проблемы орошения в степной зоне Украины / И. Н. Гоголев // Физическая география и геоморфология, вып. 24. Респ. межвед. науч. сборник. – К. : Вища школа, 1980. – С. 131-137.

27. Гоголев И. Н. Генетические особенности и свойства черноземов, орошаемых водами опресненного лимана Сасык и пути повышения их продуктивности / И. Н. Гоголев, С. П. Позняк, Н. И. Тортик, Е. Л. Августовская, В. А. Клывняк // Агрохимия и почвоведение. – К. : Урожай, 1988. – Вып. 51. – С. 61-66.

28. Гоголев И. Н. Оценочная и оптимизационная модель орошаемого чернозема / И. Н. Гоголев, Я. М. Биланчин // Вестн. с.-х. науки. – 1988. – № 11. – С. 45-49.

29. Гоголев И. Н. Влияние щелочных поливных вод на черноземы Заднестровья Украины / И. Н. Гоголев, Т. В. Турсина,

С. П. Позняк. Н. И. Тортик // Почвоведение. – 1990. – № 12. – С. 85-93.

30. Гоголев И. Н. Накопление фтора в почвах и растениях на юго-западе Украины / И. Н. Гоголев, В. И. Тригуб // Мелиорация и водное хозяйство. – 1992. – № 1. – С. 28-29.

31. Гоголев И. Н. Агроэкологическая концепция орошения черноземов / И. Н. Гоголев, Б. А. Зимовец, С. А. Балюк, В. Я. Ладных // Матеріали IV з'їзду ґрунтознавців і агрохіміків України. Пленарні доповіді. – Харків : ІГА УААН, 1994. – С. 18-22.

32. Гоголев І. М. Агромеліоративно-ґрунтове районування зрошуваних територій Одеської області / І. М. Гоголев, Я. М. Біланчин // Генеза, географія та екологія ґрунтів: 36. наук. праць. – Львів : Вид-во Львів. ун-ту. – 1999. – С. 145-147.

33. Гринь Г. С. Галогенез лессовых почво-грунтов Украины / Г. С. Гринь. – К. : Урожай, 1969. – 218 с.

34. Ґрунти Одеської області / О. К. Вальда, М. І. Краковський. – Одеса: Одеська землевпорядна експедиція, 1969. – 52 с.

35. ДСТУ 2730-94. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. – К : Держстандарт України, 1994. – 14 с.

36. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 19 с.

37. Евдокимова Т. И. Формирование ирригационных кокор на южном черноземе / Т. И. Евдокимова, Н. Г. Зборишук, И. Ф. Матлина. – Вестник МГУ. Серия 17. Почвоведение. – 1988. – № 2. – С. 20-26.

38. Жанталай П. И. Изменение морфологии и вещественного состава черноземов юго-запада Украины при орошении / П. И. Жанталай // Дисс... канд. геогр. наук. – М., 1990. – 241 с.

39. Жанталай П. И. Морфологические проявления процесса уплотнения-слитизации в орошаемых черноземах юго-запада Украины / П. И. Жанталай // Матер. междунар. конф. «Проблемы антропогенного почвоведения». М., 1997. – РАСХН, Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. – Т. 2. – С. 281-283.

40. Жанталай П. І. Діагностика ущільнення зрошуваних чорноземів у зв'язку з великомасштабними ґрунтовими

дослідженнями / П. І. Жанталай // Вісн. Львів. ун-ту. – Сер. географ. – Вип. 23. – 1998. – С. 148-152.

41. Жанталай П. І. Еволюція структури чорноземів Задністров'я України в умовах антропогенного впливу / П. І. Жанталай // Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвідомч. темат. наук. збірник. – Харків : ННЦ «ІГА» УААН, 2002. – Кн. друга. – С. 234-236.

42. Жанталай П. І. Ґрунтовий вбирний комплекс зрошуваних чорноземів південних в постіригаційних умовах / П. І. Жанталай // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. темат. наук. збірник. – Харків : ННЦ «ІГА» УААН, 2006. – Кн. друга. – С. 230-232.

43. Жанталай П. І. Проблема гумусу у зрошуваних ґрунтах південного заходу України / П. І. Жанталай // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2012. – Т. 17. – Вип. 2 (15). – С. 54-58.

44. Зборищук Н. Г. Изменение некоторых физических свойств черноземов при орошении / Н. Г. Зборищук, Г. В. Стома, Б. В. Тимофеев // Проблемы ирригации почв юга черноземной зоны. – М. : Наука. 1980. – С. 79-91.

45. Зборищук Н. Г. Образование и свойства ирригационных корок на черноземах / Н. Г. Зборищук, Т. Н. Дронова, Т. В. Попова – Почвоведение. – 1987. – № 12. – С. 72-80.

46. Звіт з НДР «Дослідження природних ресурсів на території Одеської області та оптимізація природокористування» (заключний). Держбюджетна тема № 283 / [Г. П. Пилипенко, А. В. Іванова та ін.]. – Одеса : ОНУ, 2006. – 393 с. – № держреєстрації 0104U000499.

47. Звіт з НДР «Вдосконалити теоретичні і методичні основи моніторингу та оцінки сучасного стану ґрунтів масивів зрошення півдня України» (заключний). Держбюджетна тема № 390 / [Є. Н. Красеха, Я. М. Біланчин, О. І. Цуркан, П. І. Жанталай, М. Й. Тортик та ін.] – Одеса : ОНУ, 2008. – 135 с. – № держреєстрації 0106U001694.

48. Звіт з НДР «Обґрунтування системи заходів з раціонального використання та підвищення родючості чорноземів масивів зрошення півдня України на основі вивчення сучасних процесів

їх постіригаційної еволюції» (заклучний). Держбюджетна тема № 415 / [Є. Н. Красеха, Я. М. Біланчин, О. І. Цуркан, П. І. Жанталай, М. Й. Тортик та ін.]. – Одеса : ОНУ, 2010. – 130 с. – № держреєстрації 0109U000900.

49.Звіт з НДР «Оцінка сучасного агро меліоративного стану чорноземів масивів зрошення та обґрунтування заходів щодо його покращання» (заклучний). Держбюджетна тема № 473 / [Є. Н. Красеха, Я. М. Біланчин, О. І. Цуркан, П. І. Жанталай, М. Й. Тортик та ін.]. – Одеса : ОНУ, 2012. – 160 с. – № держреєстрації 0111U001379.

50.Звіт з НДР «Чорноземи зони зрошення: аналіз ґрунтозахисної та агро меліоративної ефективності різних технологій зрошення» (заклучний). Держбюджетна тема № 514 / [Є. Н. Красеха, Я. М. Біланчин, О. І. Цуркан, П. І. Жанталай, М. Й. Тортик та ін.]. – Одеса : ОНУ, 2014. – 149 с. – № держреєстрації 0113U003083.

51.Зимовец Б. А. Оценка деградации орошаемых почв / Б. А. Зимовец, Н. Б. Хитров, Г. Н. Кочеткова, Н. П. Чижикова // Почвоведение. – 1998. – № 9. – С. 1119-1126.

52.Зрошувані землі Дунай-Дністровської зрошувальної системи: еволюція, екологія, моніторинг, охорона, родючість / За ред. С. А. Балюка. – Харків : Антіква, 2001 – 260 с.

53.Ильин В. Б. Относительные показатели загрязнения в системе почва-растение / В. Б. Ильин, М. Д. Степанова // Почвоведение. – 1979. – № 11. – С. 61-67.

54.Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас: Пер. с англ. – М. : Мир. – 1989. – С. 306-316.

55.Качинский Н. А. Физика почвы / Н. А. Качинский. – М.: Высш. шк., 1965. – 321 с.

56.Кічук І. Д. Про сучасний стан і використання зрошуваних земель у Одеській області // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2009. – № 2 (32). – С. 127-131.

57.Клімат України / За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.

58.Кліматичний кадастр України [Електронний ресурс]: стандартні кліматичні норми за період 1961-1990 рр. – 80 Min/

700 Мб – Київ, Центральна геофізична лабораторія, 2006. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Системні вимоги: Pentium; 32 Mb RAM; Windows 95, 98, 2000, XP; MS Word 97, 2000. – Назва з титул. екрану.

59. Ковда В. А. Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса / В. А. Ковда. – М. : Наука, 1973. – Кн. вторая. – 468 с.

60. Концепція розвитку мікрозрошення в Україні до 2020 року / [за ред. М. І. Ромащенко]. – К. : 2011. – 20 с.

61. Красеха Є. Н. Деградаційні напрямки еволюції чорноземів степової зони при зрошенні і в постіригаційний період у контексті еволюції степових екосистем / Є. Н. Красеха // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. темат. наук. збірник. – Харків : ННЦ «ІА» УААН, 2006. – Кн. перша. – С. 68-74.

62. Крупеников И. А. Черноземы Придунайской области Европы / И. А. Крупеников // Науч. основы рац. использования почв черноземной зоны СССР и пути повышения их плодородия. – Кишинев, 1968. – С. 128-133.

63. Крупеников И. А. Черноземы. Возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения / И. А. Крупеников. – Кишинев : Pontos, 2008. – 288 с.

64. Кудзин Ю. К. О содержании фтора в почве и растениях при длительном применении удобрений / Ю. К. Кудзин, В. Г. Пашова // Почвоведение. – 1970. – № 2. – С. 30-35.

65. Ладних В. Я. Ефективність комплексу агроеліоративних заходів при зрошенні ґрунтів мінералізованою водою з водосховища Сасик / В. Я. Ладних, О. А. Носоненко, І. Т. Иванов // Агрохімія і ґрунтознавство. – К. : Урожай, 1993. – Вип. 56. – С. 46-54.

66. Лебедева И. И. Генетический профиль черноземов и его изменение в зависимости от биоклиматических условий / И. И. Лебедева // Черноземы СССР. – М. : Колос, 1974. – Т. 1. – С. 84-108.

67. Лебедева И. И. Основные компоненты морфологического профиля черноземов / И. И. Лебедева // Русский чернозем – 100

лет после Докучаева. – М. : Наука, 1983. – С. 103-117.

68. Лебедева И. И. Черноземы умеренной фации / И. И. Лебедева, Б. П. Ахтырцев, Т. П. Коковина, Е. М. Самойлова // 100 лет генетического почвоведения: Сб. науч. ст. – М. : Наука, 1986. – С. 218-226.

69. Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья: географические основы хозяйственного освоения / Под ред. Г. И. Швобса. – Л. : Наука, 1988. – 304 с.

70. Лісняк А. А. Сучасний процес ґрунтоутворення у виведеному зі зрошення чорноземі типовому / А. А. Лісняк // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. темат. наук. збірник. – Харків : ННЦ «ІГА» УААН, 2004. – Вип. 65. – С. 78-84.

71. Маринич О. М. Фізична географія України: Підручник / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. – К. : Знання, 2003. – 479 с.

72. Медведев В. В. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспект) / В. В. Медведев, Т. Е. Лындина, Т. Н. Лактионова. – Харьков : 13 типография, 2004. – 244 с.

73. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Итоги. Задачи. (2-ое пересмотренное и дополненное издание) / В. В. Медведев. – Харьков : Городская типография, 2012. – 536 с.

74. Медведев В. В. Физическая деградация черноземов. Диагностика. Причины. Следствия. Предупреждение / В. В. Медведев. – Харьков : Городская типография, 2013. – 324 с.

75. Методика оцінки і прогнозу еколого-меліоративного стану меліорованих земель. Частина 1. Методика оцінки та прогнозу еколого-меліоративного стану і стійкості земель при зрошенні. – К. : ІГіМ УААН, 2002. – 148 с.

76. Методические рекомендации по контролю состояния орошаемых черноземов / Под ред. И. Н. Гоголева. – М. : ВНИИГиМ, 1989. – 140 с.

77. Методичні рекомендації з оперативного планування режимів зрошення / О. І. Жовтоног, П. І. Ковальчук, В. А. Писаренко та ін. – К. : ІВЦ Держкомстату України, 2004. – 50 с.

78. Минашина Н. Г. Проблемы орошения почв степей юга

России и возможности их решения (на основе анализа производственного опыта 1950-1990 гг.) / Н. Г. Минашина // Почвоведение. – 2009. – № 7. – С. 867-876.

79. Морозов О. В. Еколого-агроекологічний моніторинг зрошуваних земель: теорія і практика / О. В. Морозов. – Херсон : ЛТ-Офіс, 2010. – 369 с.

80. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / За наук. ред. С. А. Балюка, М. І. Ромащенко, В. А. Сташука. – К. : Аграрна наука, 2009. – 624 с.

81. Національний атлас України. – К.: ДНВП «Картографія», 2007. – 440 с.

82. Николаева С. А. Изменение структуры черноземов при орошении / С. А. Николаева, Е. М. Самойлова // Орошаемые черноземы. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1989. – С. 145-159.

83. Николаева С. А. Деградационные направления эволюции черноземов степной зоны при орошении / С. А. Николаева, С. Ю. Розов // Опустынивание и деградация почв. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1999. – С. 292-300.

84. Ніколаєнко С. М. Глобальне потепління: що робити? / С. М. Ніколаєнко // Газ. «Голос України», від 28.08.2010. – С. 12.

85. Носко Б. С. Антропогенна еволюція чорноземів / Б. С. Носко. – Харків : 13 типографія, 2006. – 239 с.

86. Одеське обласне виробниче управління по водному господарству (інформаційна брошура). – Одеса, 2008. – 11 с.

87. Одеському обласному управлінню водного господарства – 65 років // Водне господарство України. – 2014. – №6. – С. 55-58.

88. Орел Т. И. Влияние капельного орошения на свойства южного чернозема и коричневой почвы Крыма: автореф. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук / Орел Т. И. – К., 1990. – 20 с.

89. Орлов Д.С. Практикум по химии гумуса / Д. С. Орлов, Л. А. Гришина. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 272 с.

90. Орлов Д. С. Химия почв: Учебник / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, Н. И. Суханова. – М. : Высш. шк., 2005. – 558 с.: ил.

91. Орошаемые черноземы / Под ред. Б. Г. Розанова. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1989. – 240 с.
92. Орошение на Одессине. Почвенно-экологические и агротехнические аспекты / науч. редакторы И. Н. Гоголев и В. Г. Друзьяк. – Одесса : Редакционно-издательский отдел обл. управления по печати, 1992. – 436 с.
93. Оцінка стійкості агроландшафтів і ґрунтів до впливу зрошення. Рекомендації / С. А. Балюк, В. Я. Ладних, Л. І. Воротинцева [та ін.]. – Харків : ННЦ «ІГА», 2013. – 48 с.
94. Панасенко И. Н. Изменение южного чернозема при капельном орошении / И. Н. Панасенко, В. Б. Петров, Э. И. Гагарина // Почвоведение. – 1984. – № 4. – С. 62-70.
95. Пашова В. Т. Накопление фтора в почве и сельскохозяйственных растениях при длительном применении суперфосфата / В. Т. Пашова // Интенсификация сельскохозяйственного производства и проблемы защиты окружающей среды. – М. : Наука. – 1980. – С. 84-90.
96. Позняк С. П. Морфологические признаки и некоторые физические свойства южных черноземов Правобережной Украины и их изменение под влиянием орошения / С. П. Позняк, Б. М. Турус // Науч. тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. – М., 1975. – С. 46-52.
97. Позняк С. П. Орошаемые черноземы юго-запада Украины / С. П. Позняк. – Львов : ВНТЛ, 1997. – 240 с.
98. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методическое руководство / Под ред. Е. В. Шеина. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2001. – 200 с.
99. Полупан Н. И. Черноземы южные / Н. И. Полупан // Черноземы СССР (Украина). – М. : Колос, 1981. – С. 122-197.
100. Помазкина Л. В. Новый интегральный подход к оценке режимов функционирования агроэкосистем и экологическому нормированию антропогенной нагрузки, включая техногенное загрязнение почв / Л. В. Помазкина // Успехи современной биологии. – 2004. – № 1. – Т. 124. – С. 66-76.
101. Пономарева В. В. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения) / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова. – Л. : Наука, 1980. – 222 с.

102. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т. 1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные аспекты / Под ред. Н. И. Полупана. – К. : Урожай, 1988. – 296 с.
103. Природа Одесской области. Ресурсы, их рациональное использование и охрана / Под ред. Г. И. Швевса и Ю. А. Амброз. – Киев-Одесса : Вища школа, 1979. – 144 с.
104. Природа Украинской ССР. Почвы / Н. Б. Вернандер, И. Н. Гоголев, Д. И. Ковалишин и др. – К. : Наук. думка, 1986. – 216 с.
105. Професор Іван Гоголев / упоряд. С. Позняк, В. Тригуб; за ред. С. Позняка. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2009. – 586 с.
106. Приходько В. Е. Орошаемые степные почвы: функционирование, экология, продуктивность / В. Е. Приходько. – М. : Интеллект, 1996. – 168 с.
107. Ремезов Н. П. Почвенные коллоиды и поглотительная способность почв / Н. П. Ремезов. – М. : Наука, 1957. – 285 с.
108. Розанов Б. Г. Слитогенез при орошении черноземов / Б. Г. Розанов // Пробл. с-х науки в Москов. ун-те: Сб. науч. ст. – М., 1975. – С. 112-116.
109. Розанов Б. Г. Особенности черноземов юго-запада Причерноморской низменности / Б. Г. Розанов, С. А. Аветян // Почвоведение. – 1989. – № 6. – С. 110-115.
110. Ромащенко М. І. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення / М. І. Ромащенко, С. А. Балюк. – К. : Світ, 2000. – 114 с.
111. Ромащенко М. І. Краплинне зрошення розсадника та саду мінералізованими водами в умовах півдня Одещини / М. І. Ромащенко, С. В. Рябков // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. – 2002. – Вип. 27. – С. 76-83.
112. Ромащенко М. І. Системи краплинного зрошення: Навч. посібник / М. І. Ромащенко, В. І. Доценко, Д. М. Онопрієнко, О. І. Шевелєв. За ред. академіка УААН М. І. Ромащенка. – Дніпропетровськ : ООО ПКФ «Оксамит-текст», 2007. – 175 с.
113. Рябков С. В. Аналіз процесів засолення та осолонцюван-

- ня ґрунту за краплинного зрошення мінералізованими водами / С. В. Рябков // Меліорація і водне господарство. – 2004. – Вип. 91. – С. 74-82.
114. Рябков С. В. Оцінка впливу краплинного зрошення на агрофізичні властивості, сольовий склад та солонцюватість ґрунтів / С. В. Рябков // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2009. – Вип. 71. – С. 138-141.
115. Соколова Т. А. Сорбционные свойства почв. Адсорбция. Катионный обмен: учебное пособие по некоторым главам химии почв / Т. А. Соколова, С. Я. Трофимов. – М. : Университетская книга, 2009. – 172 с.
116. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України / за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва. – К. : Аграр. наука, 2012. – 240 с.
117. Танделов Ю. П. Фтор в системе почва-растение / Ю. П. Танделов – М. : Изд-во Моск. ун-та. – 1997. – 78 с.
118. Теории и методы физики почв. Коллективная монография / Под ред. Е. В. Шеина, Л. О. Карпачевского. – М. : «Гриф и К», 2007. – 616 с.
119. Тортик Н. И. Структурное состояние черноземов южных, орошаемых слабоминерализованными водами / Н. И. Тортик // Тез. докл. III съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР. Мелиорация и охрана почв. – Харьков : УНИИПА, 1990. – С. 82-84.
120. Тортик М. Й. Оцінка іригаційної якості зрошувальних вод Задністров'я Одещини та тенденції їх сучасної динаміки / М. Й. Тортик // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2003. – Т. 8. – Вип. 5. – С. 92-98.
121. Тортик М. Й. Особливості засолення чорноземів Задністров'я Одещини у постіригаційний період / М. Й. Тортик, А. О. Буяновський // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. темат. наук. збірник. Спец. випуск до VII з'їзду УТГА. Кн. друга. – Харків. – 2006. – С. 300-302.
122. Тортик М. Й. Особливості динаміки хімізму поверхневих вод Задністров'я Одещини / М. Й. Тортик, Г. В. Шевцова // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2008. – Т. 13. – Вип. 6. – С. 205-212.

123. Тортик М. Й. Особливості формування сольового профілю чорнозему південного в умовах зрошення і після його припинення / М. Й. Тортик, Г. В. Шевцова // Генеза, географія та екологія ґрунтів: Зб. наук. праць. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2008. – С. 545-551.
124. Тортик М. Й. Закономірності засоленості чорноземів Задністров'я Одещини в постіригаційний період / М. Й. Тортик, А. А. Кугут // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2009. – Т. 14. – Вип. 7. – С. 356-361.
125. Тортик М. Й. Особливості засоленості ґрунтів рисових систем Одещини / М. Й. Тортик // Геополитика и екогеодинамика регионів. – 2014. – Т. 10. – Вип. 1. – С. 909-913.
126. Тортик М. Й. Динаміка вмісту гумусу в чорноземах південних Задністров'я Одещини / М. Й. Тортик, П. І. Жанталай // Генеза, географія та екологія ґрунтів: Зб. наук. праць. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2015. – С. 231-237.
127. Тригуб В. І. Фтор у чорноземах південного заходу України : монографія / В. І. Тригуб, С. П. Позняк. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2008. – 148 с.
128. Тригуб В. І. Фтор в ґрунтах масивів зрошення / В. І. Тригуб // Генеза, географія та екологія ґрунтів: Зб. наук. праць. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2008. – С. 552-558.
129. Тригуб В. І. Сучасні процеси міграції й акумуляції фтору в агроландшафтах масивів зрошення / В. І. Тригуб // Вісник Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2009. – Т. 14. – Вип. 7. – С. 362-368.
130. Тригуб В. І. Фтор у системі «ґрунт-рослини»: екологічні аспекти / В. І. Тригуб // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. географ. та геол. науки. – 2014. – Т. 19. – Вип. 4 (23). – С. 77-86.
131. Управління еколого-безпечними, водозберігаючими та економічно обґрунтованими режимами зрошення у різних еколого-агромеліоративних умовах Південного Степу України / За наук. ред. В. А. Сташука. – Херсон : Грінв Д.С., 2011. – 172 с.
132. Формаковская Ю. Н. Слитизация черноземов при орошении / Ю. Н. Формаковская, Е. М. Самойлова. – Вестник МГУ.

Серия 17. Почвоведение. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1993. – № 1. – С. 47-61.

133. Фтор и фториды. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. – М. : Медицина. – 1989. – 114 с.

134. Хитров Н. Б. Деградация почвы и почвенного покрова: понятия и подходы к получению оценок / Н. Б. Хитров // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения: Тез. докл. Всерос. конфер., 16-18 июня 1998 г. – Т. 1. – М., 1998. – С. 20-26.

135. Цуркан О. Чорноземи південні Одещини в умовах краплинного зрошення / [О. Цуркан, Я. Біланчин, Г. Сухорукова, Л. Гошуренко, М. Яременко] // Генеза, географія та екологія ґрунтів: Зб. наук. праць міжнарод. наук. конф. (м. Львів, 19-21 вересня 2013 року). – Львів : ВЦ ЛНУ, 2013. – С. 331-337.

136. Цуркан О. І. Вплив краплинного зрошення на показники стану родючості чорноземів південних / О. І. Цуркан // Генеза, географія та екологія ґрунтів: Зб. наук. праць. – Львів : ВЦ ЛНУ, 2015. – С. 263-269.

137. Черноземы СССР (Украина) / под ред. В. М. Фридланда. – М. : Колос, 1981. – 256 с.

138. Шатковський А. П. Агроекологічна оцінка систем мікрозрошення при вирощуванні овочевих культур / А. П. Шатковський // Агроекол. журн. – 2007. – № 4. – С. 72-74.

139. Шатковський А. П. Обґрунтування елементів технології мікрозрошення моркви в умовах півдня України: автореф. на здобуття вчен. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.02 / Шатковський А. П. – К. : ПiМ УААН, 2007. – 18 с.

140. Юркевич Є. О. Родючість землі залежить від тих, хто на ній господарює / Є. О. Юркевич // Газ. «Чорноморські новини» від 20.03.2008. – С. 2.

141. Bilanchyn Ya. Black soils degradation in the South-Western Black Sea region at irrigation and in the post-irrigation period / Ya. Bilanchyn, S. Rezvaya, V. Medinets // Chemistry Journal of Moldova. General, Industrial and Ecological Chemistry. 2012, 7 (1), p. 107-109.

142. Trigub V. Impact of phosphogypsum on accumulation and migration of fluorine in soils and soil Solutions / V. Trigub, S. Poznyak // Polish journal of Soil Science. 2014/ Vol. XLVII. – NO. 1. – P. 27-33.

ДОДАТОК А

Іонний склад водної витяжки із чорноземів богарних

Глибина, см	рН	$\frac{\sum \text{сол.}, \%}{\sum \text{токс. сол.}, \%}$	Аніони				Катіони				$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^{+}}$
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	
І. Вододільні рівнини і плато											
ДСС-2Б (1995 р.)											
0-30	7,17	$\frac{0,044}{0,020}$	-	$\frac{0,27}{0,016}$	$\frac{0,21}{0,007}$	$\frac{0,19}{0,009}$	$\frac{0,29}{0,006}$	$\frac{0,19}{0,002}$	$\frac{0,18}{0,004}$	$\frac{0,01}{0,000}$	1,53
30-50	7,35	$\frac{0,056}{0,023}$	-	$\frac{0,37}{0,022}$	$\frac{0,25}{0,009}$	$\frac{0,23}{0,011}$	$\frac{0,42}{0,008}$	$\frac{0,28}{0,003}$	$\frac{0,14}{0,003}$	$\frac{0,01}{0,000}$	3,00
50-100	7,78	$\frac{0,066}{0,028}$	-	$\frac{0,46}{0,028}$	$\frac{0,21}{0,007}$	$\frac{0,30}{0,014}$	$\frac{0,47}{0,009}$	$\frac{0,33}{0,004}$	$\frac{0,16}{0,004}$	$\frac{0,01}{0,000}$	2,94
100-150	8,12	$\frac{0,076}{0,038}$	-	$\frac{0,53}{0,032}$	$\frac{0,29}{0,010}$	$\frac{0,31}{0,015}$	$\frac{0,47}{0,009}$	$\frac{0,43}{0,005}$	$\frac{0,22}{0,005}$	$\frac{0,01}{0,000}$	2,14
ДСС-2Б (2014 р.)											
0-30	7,28	$\frac{0,039}{0,018}$	-	$\frac{0,23}{0,014}$	$\frac{0,07}{0,002}$	$\frac{0,25}{0,012}$	$\frac{0,26}{0,005}$	$\frac{0,22}{0,003}$	$\frac{0,07}{0,002}$	$\frac{0,02}{0,001}$	3,71
30-50	7,33	$\frac{0,035}{0,013}$	-	$\frac{0,25}{0,015}$	$\frac{0,10}{0,004}$	$\frac{0,15}{0,007}$	$\frac{0,26}{0,005}$	$\frac{0,18}{0,002}$	$\frac{0,07}{0,002}$	$\frac{0,01}{0,000}$	3,71
50-100	7,56	$\frac{0,045}{0,022}$	-	$\frac{0,32}{0,020}$	$\frac{0,05}{0,002}$	$\frac{0,25}{0,012}$	$\frac{0,28}{0,006}$	$\frac{0,26}{0,003}$	$\frac{0,07}{0,002}$	$\frac{0,01}{0,000}$	4,00
100-150	7,77	$\frac{0,063}{0,041}$	-	$\frac{0,42}{0,026}$	$\frac{0,05}{0,002}$	$\frac{0,41}{0,020}$	$\frac{0,27}{0,005}$	$\frac{0,37}{0,004}$	$\frac{0,23}{0,005}$	$\frac{0,01}{0,000}$	1,17
ДСС-7Б (1994 р.)											
0-30	7,72	$\frac{0,053}{0,015}$	-	$\frac{0,42}{0,026}$	$\frac{0,29}{0,010}$	$\frac{0,06}{0,003}$	$\frac{0,50}{0,010}$	$\frac{0,21}{0,003}$	$\frac{0,05}{0,001}$	$\frac{0,01}{0,000}$	10,00
30-50	8,02	$\frac{0,068}{0,019}$	-	$\frac{0,64}{0,037}$	$\frac{0,32}{0,011}$	$\frac{0,05}{0,002}$	$\frac{0,60}{0,012}$	$\frac{0,32}{0,004}$	$\frac{0,08}{0,002}$	$\frac{0,01}{0,000}$	7,50
50-100	8,10	$\frac{0,070}{0,028}$	-	$\frac{0,62}{0,038}$	$\frac{0,36}{0,013}$	$\frac{0,05}{0,002}$	$\frac{0,52}{0,010}$	$\frac{0,42}{0,005}$	$\frac{0,08}{0,002}$	$\frac{0,01}{0,000}$	6,50
100-150	8,30	$\frac{0,065}{0,024}$	-	$\frac{0,60}{0,037}$	$\frac{0,30}{0,011}$	$\frac{0,06}{0,001}$	$\frac{0,50}{0,010}$	$\frac{0,37}{0,004}$	$\frac{0,08}{0,002}$	$\frac{0,01}{0,000}$	6,25
ДСС-7Б (2014 р.)											
0-30	7,75	$\frac{0,048}{0,016}$	-	$\frac{0,42}{0,26}$	$\frac{0,12}{0,004}$	$\frac{0,11}{0,005}$	$\frac{0,40}{0,008}$	$\frac{0,16}{0,002}$	$\frac{0,07}{0,002}$	$\frac{0,02}{0,001}$	5,72
30-50	7,65	$\frac{0,061}{0,019}$	-	$\frac{0,051}{0,031}$	$\frac{0,16}{0,006}$	$\frac{0,18}{0,009}$	$\frac{0,53}{0,011}$	$\frac{0,25}{0,003}$	$\frac{0,06}{0,001}$	$\frac{0,01}{0,000}$	8,83
50-100	7,63	$\frac{0,055}{0,018}$	-	$\frac{0,52}{0,032}$	$\frac{0,17}{0,006}$	$\frac{0,08}{0,004}$	$\frac{0,46}{0,009}$	$\frac{0,24}{0,003}$	$\frac{0,06}{0,001}$	$\frac{0,01}{0,000}$	7,67
100-150	7,70	$\frac{0,055}{0,030}$	-	$\frac{0,55}{0,034}$	$\frac{0,12}{0,006}$	$\frac{0,06}{0,003}$	$\frac{0,31}{0,006}$	$\frac{0,32}{0,004}$	$\frac{0,09}{0,002}$	$\frac{0,01}{0,000}$	3,44

Закінчення додатка А

Глибина, см	рН	$\frac{\Sigma \text{сол.}, \%}{\Sigma \text{токс. сол.}, \%}$	Аніони				Катіони				$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^+}$
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	
II. Нижньодунайська терасова рівнина											
ДСС-4 Б (1996 р.)											
0-30	7,33	$\frac{0,063}{0,025}$	-	$\frac{0,48}{0,029}$	$\frac{0,30}{0,011}$	$\frac{0,13}{0,006}$	$\frac{0,47}{0,009}$	$\frac{0,25}{0,003}$	$\frac{0,17}{0,004}$	$\frac{0,02}{0,001}$	2,76
30-50	8,10	$\frac{0,075}{0,038}$	-	$\frac{0,65}{0,040}$	$\frac{0,13}{0,005}$	$\frac{0,23}{0,011}$	$\frac{0,46}{0,009}$	$\frac{0,30}{0,004}$	$\frac{0,23}{0,005}$	$\frac{0,02}{0,001}$	2,00
50-100	8,04	$\frac{0,186}{0,138}$	-	$\frac{0,56}{0,034}$	$\frac{0,49}{0,017}$	$\frac{1,58}{0,076}$	$\frac{0,75}{0,015}$	$\frac{0,71}{0,009}$	$\frac{1,16}{0,035}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,65
100-150	8,80	$\frac{0,346}{0,328}$	$\frac{0,20}{0,006}$	$\frac{0,94}{0,057}$	$\frac{1,42}{0,050}$	$\frac{2,52}{0,121}$	$\frac{0,22}{0,004}$	$\frac{0,34}{0,004}$	$\frac{4,51}{0,104}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,05
ДСС-4Б (2014 р.)											
0-30	7,54	$\frac{0,046}{0,015}$	-	$\frac{0,33}{0,020}$	$\frac{0,13}{0,005}$	$\frac{0,19}{0,009}$	$\frac{0,36}{0,007}$	$\frac{0,16}{0,002}$	$\frac{0,12}{0,003}$	$\frac{0,01}{0,000}$	3,00
30-50	7,37	$\frac{0,045}{0,019}$	-	$\frac{0,34}{0,021}$	$\frac{0,16}{0,006}$	$\frac{0,14}{0,007}$	$\frac{0,32}{0,006}$	$\frac{0,13}{0,002}$	$\frac{0,14}{0,003}$	$\frac{0,01}{0,000}$	2,29
50-100	7,69	$\frac{0,111}{0,069}$	-	$\frac{0,51}{0,031}$	$\frac{0,22}{0,008}$	$\frac{0,86}{0,041}$	$\frac{0,52}{0,010}$	$\frac{0,27}{0,003}$	$\frac{0,79}{0,018}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,66
100-150	8,17	$\frac{0,306}{0,286}$	-	$\frac{0,63}{0,038}$	$\frac{1,25}{0,044}$	$\frac{2,62}{0,126}$	$\frac{0,25}{0,005}$	$\frac{0,40}{0,005}$	$\frac{3,84}{0,088}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,07

ДОДАТОК Б

Іонний склад водної витяжки із чорноземів зрошуваних чи
зрошуваних у попередні роки

Глибина, см	рН	$\frac{\Sigma_{\text{сол.}}}{\Sigma_{\text{токс. сол.}}}$, %	Аніони				Катіони				$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^{+}}$
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	
І. Вододільні рівнини і плато											
ДСС-2 (1994 р. – зрошення)											
0-30	6,96	$\frac{0,060}{0,050}$	-	$\frac{0,19}{0,012}$	$\frac{0,50}{0,018}$	$\frac{0,26}{0,012}$	$\frac{0,13}{0,003}$	$\frac{0,15}{0,002}$	$\frac{0,65}{0,012}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,20
30-50	6,78	$\frac{0,075}{0,062}$	-	$\frac{0,22}{0,013}$	$\frac{0,61}{0,022}$	$\frac{0,35}{0,017}$	$\frac{0,16}{0,003}$	$\frac{0,26}{0,003}$	$\frac{0,75}{0,017}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,21
50-100	7,48	$\frac{0,122}{0,080}$	-	$\frac{0,54}{0,033}$	$\frac{0,74}{0,026}$	$\frac{0,53}{0,025}$	$\frac{0,52}{0,010}$	$\frac{0,48}{0,010}$	$\frac{0,80}{0,018}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,65
100-150	7,50	$\frac{0,121}{0,076}$	-	$\frac{0,56}{0,034}$	$\frac{1,00}{0,036}$	$\frac{0,35}{0,016}$	$\frac{0,56}{0,012}$	$\frac{0,72}{0,009}$	$\frac{0,62}{0,014}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,90
ДСС-2 (2000 р. – 5 років без зрошення)											
0-30	7,00	$\frac{0,064}{0,045}$	-	$\frac{0,32}{0,020}$	$\frac{0,20}{0,007}$	$\frac{0,38}{0,018}$	$\frac{0,23}{0,005}$	$\frac{0,21}{0,003}$	$\frac{0,44}{0,010}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,52
30-50	7,10	$\frac{0,059}{0,042}$	-	$\frac{0,33}{0,020}$	$\frac{0,27}{0,010}$	$\frac{0,26}{0,012}$	$\frac{0,21}{0,004}$	$\frac{0,16}{0,002}$	$\frac{0,48}{0,011}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,44
50-100	7,50	$\frac{0,108}{0,063}$	-	$\frac{0,43}{0,026}$	$\frac{0,55}{0,020}$	$\frac{0,64}{0,031}$	$\frac{0,58}{0,012}$	$\frac{0,42}{0,005}$	$\frac{0,61}{0,014}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,95
100-150	7,50	$\frac{0,124}{0,087}$	-	$\frac{0,36}{0,022}$	$\frac{0,82}{0,029}$	$\frac{0,78}{0,037}$	$\frac{0,58}{0,012}$	$\frac{0,70}{0,009}$	$\frac{0,67}{0,015}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,87
ДСС-2 (2005 р. – 10 років без зрошення)											
0-30	6,96	$\frac{0,037}{0,027}$	-	$\frac{0,12}{0,007}$	$\frac{0,30}{0,011}$	$\frac{0,15}{0,007}$	$\frac{0,12}{0,002}$	$\frac{0,12}{0,001}$	$\frac{0,29}{0,007}$	$\frac{0,04}{0,002}$	0,41
30-50	6,95	$\frac{0,041}{0,027}$	-	$\frac{0,13}{0,008}$	$\frac{0,30}{0,011}$	$\frac{0,19}{0,009}$	$\frac{0,18}{0,004}$	$\frac{0,10}{0,001}$	$\frac{0,31}{0,007}$	$\frac{0,03}{0,001}$	0,58
50-100	7,37	$\frac{0,098}{0,073}$	-	$\frac{0,37}{0,023}$	$\frac{0,32}{0,011}$	$\frac{0,72}{0,035}$	$\frac{0,39}{0,008}$	$\frac{0,28}{0,003}$	$\frac{0,72}{0,017}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,54
100-150	7,55	$\frac{0,129}{0,083}$	-	$\frac{0,38}{0,023}$	$\frac{0,89}{0,032}$	$\frac{0,87}{0,032}$	$\frac{0,60}{0,012}$	$\frac{0,54}{0,007}$	$\frac{0,99}{0,023}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,61
ДСС-2 (2014 р. – 19 років без зрошення)											
0-30	7,43	$\frac{0,058}{0,039}$	-	$\frac{0,36}{0,022}$	$\frac{0,12}{0,004}$	$\frac{0,33}{0,016}$	$\frac{0,24}{0,005}$	$\frac{0,22}{0,003}$	$\frac{0,34}{0,008}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,71
30-50	7,35	$\frac{0,057}{0,042}$	-	$\frac{0,35}{0,021}$	$\frac{0,09}{0,003}$	$\frac{0,33}{0,016}$	$\frac{0,18}{0,004}$	$\frac{0,09}{0,001}$	$\frac{0,54}{0,012}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,33
50-100	7,68	$\frac{0,089}{0,066}$	-	$\frac{0,59}{0,036}$	$\frac{0,26}{0,009}$	$\frac{0,39}{0,019}$	$\frac{0,28}{0,005}$	$\frac{0,18}{0,002}$	$\frac{0,78}{0,018}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,36
100-150	7,57	$\frac{0,132}{0,086}$	-	$\frac{0,35}{0,021}$	$\frac{0,71}{0,025}$	$\frac{1,00}{0,048}$	$\frac{0,58}{0,012}$	$\frac{0,63}{0,007}$	$\frac{0,84}{0,019}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,69

Продовження додатка Б

Глибина, см	рН	$\frac{\Sigma \text{сол.}, \%}{\Sigma \text{токс. сол.}, \%}$	Аніони				Катіони				$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^{+}}$
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	
ДСС-3 (1994 р. – зрошення)											
0-30	7,82	$\frac{0,083}{0,056}$	-	$\frac{0,70}{0,043}$	$\frac{0,20}{0,007}$	$\frac{0,21}{0,010}$	$\frac{0,33}{0,007}$	$\frac{0,21}{0,003}$	$\frac{0,56}{0,013}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,59
30-50	7,77	$\frac{0,084}{0,057}$	-	$\frac{0,65}{0,040}$	$\frac{0,20}{0,007}$	$\frac{0,29}{0,014}$	$\frac{0,33}{0,007}$	$\frac{0,25}{0,003}$	$\frac{0,55}{0,013}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,60
50-100	7,93	$\frac{0,098}{0,057}$	-	$\frac{0,69}{0,042}$	$\frac{0,25}{0,009}$	$\frac{0,41}{0,020}$	$\frac{0,51}{0,010}$	$\frac{0,39}{0,005}$	$\frac{0,54}{0,012}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,94
100-150	8,05	$\frac{0,115}{0,067}$	-	$\frac{0,68}{0,041}$	$\frac{0,40}{0,014}$	$\frac{0,58}{0,028}$	$\frac{0,59}{0,012}$	$\frac{0,36}{0,004}$	$\frac{0,71}{0,016}$	$\frac{0,00}{0,000}$	0,83
ДСС-3 (2000 р. – 5 років без зрошення)											
0-30	7,00	$\frac{0,027}{0,016}$	-	$\frac{0,12}{0,007}$	$\frac{0,06}{0,002}$	$\frac{0,23}{0,011}$	$\frac{0,14}{0,003}$	$\frac{0,11}{0,001}$	$\frac{0,14}{0,002}$	$\frac{0,02}{0,001}$	1,00
30-50	6,73	$\frac{0,039}{0,025}$	-	$\frac{0,28}{0,017}$	$\frac{0,10}{0,004}$	$\frac{0,14}{0,008}$	$\frac{0,17}{0,003}$	$\frac{0,07}{0,001}$	$\frac{0,27}{0,006}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,63
50-100	7,89	$\frac{0,054}{0,039}$	-	$\frac{0,51}{0,031}$	$\frac{0,13}{0,005}$	$\frac{0,07}{0,003}$	$\frac{0,18}{0,004}$	$\frac{0,08}{0,001}$	$\frac{0,44}{0,010}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,41
100-150	7,62	$\frac{0,088}{0,056}$	-	$\frac{0,42}{0,026}$	$\frac{0,26}{0,009}$	$\frac{0,60}{0,029}$	$\frac{0,40}{0,008}$	$\frac{0,13}{0,001}$	$\frac{0,64}{0,015}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,63
ДСС-3 (2005 р. – періодичне зрошення)											
0-30	7,00	$\frac{0,045}{0,029}$	-	$\frac{0,13}{0,008}$	$\frac{0,25}{0,009}$	$\frac{0,32}{0,015}$	$\frac{0,20}{0,004}$	$\frac{0,20}{0,002}$	$\frac{0,28}{0,006}$	$\frac{0,03}{0,001}$	0,71
30-50	7,25	$\frac{0,070}{0,040}$	-	$\frac{0,30}{0,018}$	$\frac{0,30}{0,011}$	$\frac{0,41}{0,020}$	$\frac{0,39}{0,008}$	$\frac{0,22}{0,003}$	$\frac{0,37}{0,009}$	$\frac{0,03}{0,001}$	1,05
50-100	7,40	$\frac{0,080}{0,044}$	-	$\frac{0,50}{0,031}$	$\frac{0,40}{0,014}$	$\frac{0,25}{0,012}$	$\frac{0,44}{0,009}$	$\frac{0,16}{0,002}$	$\frac{0,54}{0,012}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,81
100-150	7,87	$\frac{0,076}{0,053}$	-	$\frac{0,57}{0,035}$	$\frac{0,31}{0,011}$	$\frac{0,20}{0,010}$	$\frac{0,28}{0,004}$	$\frac{0,21}{0,003}$	$\frac{0,58}{0,013}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,48
ДСС-3 (2014 р. – періодичне зрошення)											
0-30	7,17	$\frac{0,035}{0,027}$	-	$\frac{0,15}{0,009}$	$\frac{0,03}{0,001}$	$\frac{0,31}{0,015}$	$\frac{0,10}{0,002}$	$\frac{0,12}{0,001}$	$\frac{0,25}{0,006}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,40
30-50	7,69	$\frac{0,058}{0,038}$	-	$\frac{0,048}{0,029}$	$\frac{0,06}{0,002}$	$\frac{0,28}{0,013}$	$\frac{0,25}{0,005}$	$\frac{0,30}{0,003}$	$\frac{0,26}{0,006}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,96
50-100	7,80	$\frac{0,060}{0,041}$	-	$\frac{0,47}{0,029}$	$\frac{0,10}{0,004}$	$\frac{0,24}{0,011}$	$\frac{0,23}{0,005}$	$\frac{0,23}{0,003}$	$\frac{0,34}{0,008}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,68
100-150	7,96	$\frac{0,063}{0,041}$	-	$\frac{0,52}{0,032}$	$\frac{0,12}{0,004}$	$\frac{0,22}{0,011}$	$\frac{0,27}{0,005}$	$\frac{0,24}{0,003}$	$\frac{0,34}{0,008}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,79
ДСС-6 (1994 р. – зрошення)											
0-30	7,45	$\frac{0,143}{0,113}$	-	$\frac{0,63}{0,038}$	$\frac{0,67}{0,024}$	$\frac{0,77}{0,037}$	$\frac{0,36}{0,007}$	$\frac{0,29}{0,004}$	$\frac{1,40}{0,032}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,26

Продовження додатка Б

Глибина, см	рН	$\frac{\Sigma \text{сол. \%}}{\Sigma \text{токс. сол. \%}}$	Аніони				Катіони				$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^{+}}$
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	
30-50	7,60	$\frac{0,154}{0,124}$	-	$\frac{0,87}{0,053}$	$\frac{0,72}{0,026}$	$\frac{0,60}{0,029}$	$\frac{0,37}{0,007}$	$\frac{0,23}{0,003}$	$\frac{1,58}{0,036}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,23
50-100	7,80	$\frac{0,194}{0,131}$	-	$\frac{0,72}{0,044}$	$\frac{0,64}{0,023}$	$\frac{1,31}{0,063}$	$\frac{0,80}{0,016}$	$\frac{0,34}{0,004}$	$\frac{1,92}{0,044}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,42
100-150	7,60	$\frac{0,185}{0,123}$	-	$\frac{0,70}{0,043}$	$\frac{0,95}{0,034}$	$\frac{1,11}{0,053}$	$\frac{0,78}{0,016}$	$\frac{0,63}{0,008}$	$\frac{1,34}{0,031}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,58
ДСС-6 (1999 р. – 3 роки без зрошення)											
0-30	7,05	$\frac{0,059}{0,038}$	-	$\frac{0,30}{0,18}$	$\frac{0,23}{0,008}$	$\frac{0,33}{0,016}$	$\frac{0,26}{0,005}$	$\frac{0,22}{0,003}$	$\frac{0,35}{0,008}$	$\frac{0,03}{0,001}$	0,74
30-50	7,50	$\frac{0,109}{0,080}$	-	$\frac{0,85}{0,052}$	$\frac{0,26}{0,009}$	$\frac{0,35}{0,017}$	$\frac{0,36}{0,007}$	$\frac{0,16}{0,002}$	$\frac{0,91}{0,021}$	$\frac{0,03}{0,001}$	0,40
50-100	7,33	$\frac{0,134}{0,083}$	-	$\frac{0,60}{0,037}$	$\frac{0,19}{0,007}$	$\frac{1,09}{0,052}$	$\frac{0,64}{0,013}$	$\frac{0,32}{0,004}$	$\frac{0,91}{0,021}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,70
100-150	7,35	$\frac{0,240}{0,174}$	-	$\frac{0,43}{0,026}$	$\frac{0,98}{0,035}$	$\frac{2,26}{0,108}$	$\frac{1,07}{0,021}$	$\frac{0,89}{0,011}$	$\frac{1,70}{0,039}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,63
ДСС-6 (2001 р. – 2 роки зрошення)											
0-30	7,43	$\frac{0,164}{0,125}$	-	$\frac{0,26}{0,016}$	$\frac{0,67}{0,024}$	$\frac{1,57}{0,075}$	$\frac{0,53}{0,011}$	$\frac{0,73}{0,009}$	$\frac{1,22}{0,028}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,43
30-50	7,67	$\frac{0,123}{0,099}$	-	$\frac{0,46}{0,028}$	$\frac{0,63}{0,022}$	$\frac{0,73}{0,035}$	$\frac{0,30}{0,006}$	$\frac{0,43}{0,007}$	$\frac{1,08}{0,025}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,28
50-100	7,84	$\frac{0,112}{0,097}$	-	$\frac{0,54}{0,033}$	$\frac{0,17}{0,006}$	$\frac{0,86}{0,041}$	$\frac{0,21}{0,004}$	$\frac{0,25}{0,003}$	$\frac{1,07}{0,025}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,20
100-150	7,87	$\frac{0,182}{0,148}$	-	$\frac{0,50}{0,031}$	$\frac{0,21}{0,007}$	$\frac{1,90}{0,091}$	$\frac{0,42}{0,008}$	$\frac{0,54}{0,007}$	$\frac{1,65}{0,038}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,25
ДСС-6 (2005 р. – 4 роки без зрошення)											
0-30	7,70	$\frac{0,082}{0,058}$	-	$\frac{0,43}{0,026}$	$\frac{0,23}{0,008}$	$\frac{0,51}{0,024}$	$\frac{0,30}{0,006}$	$\frac{0,16}{0,002}$	$\frac{0,70}{0,016}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,43
30-50	7,92	$\frac{0,093}{0,069}$	-	$\frac{0,51}{0,031}$	$\frac{0,23}{0,008}$	$\frac{0,57}{0,027}$	$\frac{0,30}{0,006}$	$\frac{0,21}{0,003}$	$\frac{0,80}{0,018}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,38
50-100	7,88	$\frac{0,164}{0,128}$	-	$\frac{0,49}{0,030}$	$\frac{0,32}{0,011}$	$\frac{1,54}{0,074}$	$\frac{0,45}{0,009}$	$\frac{0,34}{0,004}$	$\frac{1,55}{0,036}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,29
100-150	7,82	$\frac{0,232}{0,196}$	-	$\frac{0,44}{0,027}$	$\frac{0,44}{0,016}$	$\frac{2,48}{0,119}$	$\frac{0,45}{0,009}$	$\frac{0,56}{0,007}$	$\frac{2,35}{0,054}$	$\frac{0,00}{0,000}$	0,19
ДСС-6 (2014 р. – 14 років без зрошення)											
0-30	7,79	$\frac{0,059}{0,036}$	-	$\frac{0,46}{0,028}$	$\frac{0,21}{0,007}$	$\frac{0,17}{0,008}$	$\frac{0,28}{0,006}$	$\frac{0,14}{0,002}$	$\frac{0,30}{0,007}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,93
30-50	7,75	$\frac{0,068}{0,050}$	-	$\frac{0,65}{0,040}$	$\frac{0,11}{0,004}$	$\frac{0,15}{0,007}$	$\frac{0,22}{0,004}$	$\frac{0,20}{0,002}$	$\frac{0,48}{0,011}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,46

Продовження додатка Б

Глибина, см	рН	$\frac{\Sigma \text{сол. \%}}{\Sigma \text{токс. сол. \%}}$	Аніони				Катіони				$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^{+}}$
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	
50-100	8,12	$\frac{0,108}{0,082}$	-	$\frac{0,77}{0,047}$	$\frac{0,13}{0,005}$	$\frac{0,52}{0,025}$	$\frac{0,32}{0,006}$	$\frac{0,15}{0,002}$	$\frac{0,99}{0,023}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,32
100-150	7,73	$\frac{0,286}{0,237}$	-	$\frac{0,48}{0,029}$	$\frac{0,16}{0,006}$	$\frac{3,46}{0,166}$	$\frac{0,64}{0,013}$	$\frac{0,65}{0,008}$	$\frac{2,80}{0,064}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,17
ДСС-7 (1994 р. – зрошення)											
0-30	7,72	$\frac{0,130}{0,108}$	-	$\frac{0,38}{0,023}$	$\frac{0,58}{0,021}$	$\frac{0,94}{0,045}$	$\frac{0,27}{0,005}$	$\frac{0,22}{0,003}$	$\frac{1,39}{0,032}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,19
30-50	7,75	$\frac{0,182}{0,141}$	-	$\frac{0,53}{0,032}$	$\frac{1,02}{0,036}$	$\frac{1,23}{0,059}$	$\frac{0,50}{0,010}$	$\frac{0,65}{0,008}$	$\frac{1,61}{0,037}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,31
50-100	7,89	$\frac{0,203}{0,125}$	-	$\frac{0,56}{0,034}$	$\frac{1,36}{0,048}$	$\frac{1,23}{0,059}$	$\frac{1,04}{0,021}$	$\frac{0,66}{0,008}$	$\frac{1,44}{0,033}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,72
100-150	7,89	$\frac{0,151}{0,085}$	-	$\frac{0,54}{0,033}$	$\frac{0,93}{0,033}$	$\frac{0,98}{0,047}$	$\frac{0,87}{0,017}$	$\frac{1,35}{0,016}$	$\frac{0,22}{0,005}$	$\frac{0,01}{0,000}$	3,95
ДСС-7 (2001 р. – 6 років без зрошення)											
0-30	7,38	$\frac{0,067}{0,048}$	-	$\frac{0,19}{0,012}$	$\frac{0,11}{0,004}$	$\frac{0,66}{0,032}$	$\frac{0,15}{0,003}$	$\frac{0,26}{0,003}$	$\frac{0,53}{0,012}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,28
30-50	7,62	$\frac{0,109}{0,091}$	-	$\frac{0,53}{0,032}$	$\frac{0,12}{0,004}$	$\frac{0,87}{0,042}$	$\frac{0,22}{0,004}$	$\frac{0,20}{0,002}$	$\frac{1,09}{0,025}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,20
50-100	7,57	$\frac{0,138}{0,105}$	-	$\frac{0,42}{0,025}$	$\frac{0,08}{0,003}$	$\frac{1,46}{0,070}$	$\frac{0,41}{0,008}$	$\frac{0,26}{0,003}$	$\frac{1,28}{0,029}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,32
100-150	7,68	$\frac{0,185}{0,139}$	-	$\frac{0,39}{0,024}$	$\frac{0,17}{0,006}$	$\frac{2,12}{0,102}$	$\frac{0,60}{0,012}$	$\frac{0,63}{0,008}$	$\frac{1,44}{0,033}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,42
ДСС-7 (2005 р. – 10 років без зрошення)											
0-30	7,50	$\frac{0,048}{0,032}$	-	$\frac{0,42}{0,026}$	$\frac{0,12}{0,004}$	$\frac{0,10}{0,005}$	$\frac{0,20}{0,004}$	$\frac{0,14}{0,002}$	$\frac{0,28}{0,006}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,71
30-50	8,00	$\frac{0,076}{0,055}$	-	$\frac{0,60}{0,037}$	$\frac{0,13}{0,005}$	$\frac{0,28}{0,013}$	$\frac{0,26}{0,005}$	$\frac{0,15}{0,002}$	$\frac{0,58}{0,013}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,45
50-100	8,08	$\frac{0,084}{0,070}$	-	$\frac{0,59}{0,035}$	$\frac{0,23}{0,008}$	$\frac{0,36}{0,017}$	$\frac{0,17}{0,003}$	$\frac{0,19}{0,002}$	$\frac{0,81}{0,019}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,21
100-150	7,65	$\frac{0,131}{0,080}$	-	$\frac{0,46}{0,028}$	$\frac{0,21}{0,007}$	$\frac{1,23}{0,059}$	$\frac{0,67}{0,013}$	$\frac{0,33}{0,004}$	$\frac{0,89}{0,020}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,75
ДСС-7 (2014 р. – 19 років без зрошення)											
0-30	7,10	$\frac{0,034}{0,026}$	-	$\frac{0,22}{0,013}$	$\frac{0,04}{0,001}$	$\frac{0,20}{0,010}$	$\frac{0,10}{0,002}$	$\frac{0,14}{0,002}$	$\frac{0,20}{0,005}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,50
30-50	7,13	$\frac{0,045}{0,040}$	-	$\frac{0,33}{0,020}$	$\frac{0,06}{0,002}$	$\frac{0,20}{0,010}$	$\frac{0,06}{0,001}$	$\frac{0,08}{0,001}$	$\frac{0,42}{0,010}$	$\frac{0,03}{0,001}$	0,14
50-100	7,90	$\frac{0,091}{0,079}$	-	$\frac{0,73}{0,045}$	$\frac{0,13}{0,005}$	$\frac{0,34}{0,016}$	$\frac{0,15}{0,003}$	$\frac{0,12}{0,001}$	$\frac{0,92}{0,021}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,16
100-150	7,55	$\frac{0,165}{0,122}$	-	$\frac{0,35}{0,021}$	$\frac{0,11}{0,004}$	$\frac{1,90}{0,091}$	$\frac{0,56}{0,011}$	$\frac{0,33}{0,004}$	$\frac{1,46}{0,034}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,38

Продовження додатка Б

Глибина, см	рН	$\frac{\Sigma \text{сол.}, \%}{\Sigma \text{токс. сол.}, \%}$	Аніони				Катіони				$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^+}$
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	
II. Придунайська терасова рівнина											
ДСС-4 (1994 р. – зрошення)											
0-30	7,72	$\frac{0,060}{0,021}$	-	$\frac{0,36}{0,022}$	$\frac{0,28}{0,010}$	$\frac{0,22}{0,011}$	$\frac{0,50}{0,010}$	$\frac{0,15}{0,002}$	$\frac{0,19}{0,004}$	$\frac{0,02}{0,001}$	2,63
30-50	7,81	$\frac{0,118}{0,063}$	-	$\frac{0,48}{0,029}$	$\frac{0,64}{0,023}$	$\frac{0,64}{0,031}$	$\frac{0,74}{0,015}$	$\frac{0,30}{0,004}$	$\frac{0,71}{0,016}$	$\frac{0,01}{0,000}$	1,04
50-100	7,89	$\frac{0,466}{0,338}$	-	$\frac{0,52}{0,032}$	$\frac{2,67}{0,095}$	$\frac{4,01}{0,192}$	$\frac{1,79}{0,036}$	$\frac{1,19}{0,014}$	$\frac{4,21}{0,097}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,43
100-150	8,49	$\frac{0,373}{0,334}$	$\frac{0,10}{0,003}$	$\frac{0,63}{0,038}$	$\frac{1,68}{0,060}$	$\frac{3,18}{0,153}$	$\frac{0,49}{0,010}$	$\frac{0,71}{0,009}$	$\frac{4,35}{0,100}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,11
150-200	8,52	$\frac{0,303}{0,288}$	$\frac{0,12}{0,004}$	$\frac{0,82}{0,050}$	$\frac{0,63}{0,022}$	$\frac{2,74}{0,132}$	$\frac{0,19}{0,004}$	$\frac{0,31}{0,004}$	$\frac{3,80}{0,087}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,05
ДСС-4 (2000 р. – 5 років без зрошення)											
0-30	6,85	$\frac{0,035}{0,014}$	-	$\frac{0,20}{0,012}$	$\frac{0,18}{0,005}$	$\frac{0,16}{0,008}$	$\frac{0,27}{0,005}$	$\frac{0,11}{0,001}$	$\frac{0,13}{0,003}$	$\frac{0,03}{0,001}$	2,07
30-50	7,10	$\frac{0,044}{0,027}$	-	$\frac{0,36}{0,022}$	$\frac{0,08}{0,003}$	$\frac{0,15}{0,007}$	$\frac{0,21}{0,004}$	$\frac{0,14}{0,002}$	$\frac{0,22}{0,005}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,95
50-100	7,43	$\frac{0,155}{0,119}$	-	$\frac{0,61}{0,037}$	$\frac{0,16}{0,006}$	$\frac{1,38}{0,066}$	$\frac{0,45}{0,009}$	$\frac{0,23}{0,003}$	$\frac{1,46}{0,034}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,31
100-150	7,87	$\frac{0,346}{0,327}$	-	$\frac{0,74}{0,045}$	$\frac{1,72}{0,061}$	$\frac{2,67}{0,128}$	$\frac{0,23}{0,005}$	$\frac{0,49}{0,006}$	$\frac{4,40}{0,101}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,05
150-200	8,52	$\frac{0,255}{0,243}$	$\frac{0,11}{0,003}$	$\frac{1,14}{0,069}$	$\frac{0,84}{0,030}$	$\frac{1,50}{0,072}$	$\frac{0,15}{0,003}$	$\frac{0,19}{0,002}$	$\frac{3,30}{0,076}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,05
ДСС-4 (2003 р. – 8 років без зрошення)											
0-30	7,40	$\frac{0,042}{0,023}$	-	$\frac{0,29}{0,018}$	$\frac{0,13}{0,005}$	$\frac{0,17}{0,008}$	$\frac{0,24}{0,005}$	$\frac{0,18}{0,002}$	$\frac{0,15}{0,003}$	$\frac{0,02}{0,001}$	1,60
30-50	7,52	$\frac{0,046}{0,024}$	-	$\frac{0,27}{0,016}$	$\frac{0,19}{0,007}$	$\frac{0,24}{0,012}$	$\frac{0,27}{0,005}$	$\frac{0,27}{0,003}$	$\frac{0,15}{0,003}$	$\frac{0,01}{0,000}$	1,80
50-100	7,67	$\frac{0,124}{0,076}$	-	$\frac{0,54}{0,033}$	$\frac{0,57}{0,020}$	$\frac{0,71}{0,034}$	$\frac{0,48}{0,010}$	$\frac{0,34}{0,004}$	$\frac{0,98}{0,023}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,49
100-150	7,87	$\frac{0,325}{0,277}$	-	$\frac{0,62}{0,038}$	$\frac{1,89}{0,067}$	$\frac{2,42}{0,116}$	$\frac{0,59}{0,012}$	$\frac{0,71}{0,009}$	$\frac{3,62}{0,083}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,16
150-200	8,50	$\frac{0,237}{0,182}$	$\frac{0,11}{0,003}$	$\frac{0,76}{0,046}$	$\frac{1,26}{0,045}$	$\frac{1,34}{0,064}$	$\frac{0,24}{0,005}$	$\frac{0,22}{0,003}$	$\frac{2,90}{0,067}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,08
ДСС-4 (2008 р. – 13 років без зрошення)											
0-30	7,00	$\frac{0,042}{0,019}$	-	$\frac{0,27}{0,016}$	$\frac{0,25}{0,009}$	$\frac{0,08}{0,004}$	$\frac{0,28}{0,006}$	$\frac{0,14}{0,002}$	$\frac{0,16}{0,004}$	$\frac{0,02}{0,001}$	1,75

Продовження додатка Б

Глибина, см	рН	$\frac{\Sigma \text{сол.}, \%}{\Sigma \text{токс. сол.}, \%}$	Аніони				Катіони				$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^+}$
			CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	
30-50	7,17	$\frac{0,047}{0,018}$	-	$\frac{0,25}{0,015}$	$\frac{0,40}{0,014}$	$\frac{0,08}{0,004}$	$\frac{0,38}{0,008}$	$\frac{0,16}{0,002}$	$\frac{0,18}{0,004}$	$\frac{0,01}{0,000}$	2,11
50-100	8,03	$\frac{0,089}{0,060}$	-	$\frac{0,58}{0,035}$	$\frac{0,43}{0,015}$	$\frac{0,28}{0,013}$	$\frac{0,36}{0,007}$	$\frac{0,20}{0,002}$	$\frac{0,72}{0,017}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,50
100-150	8,40	$\frac{0,343}{0,322}$	$\frac{0,02}{0,001}$	$\frac{0,70}{0,043}$	$\frac{1,16}{0,041}$	$\frac{3,10}{0,149}$	$\frac{0,34}{0,007}$	$\frac{0,45}{0,005}$	$\frac{4,16}{0,097}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,08
150-200	8,92	$\frac{0,350}{0,332}$	$\frac{0,05}{0,002}$	$\frac{0,94}{0,057}$	$\frac{1,25}{0,044}$	$\frac{2,85}{0,137}$	$\frac{0,22}{0,004}$	$\frac{0,51}{0,006}$	$\frac{4,35}{0,100}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,05
ДСС-4 (2014 р. – 19 років без зрошення)											
0-30	7,08	$\frac{0,046}{0,018}$	-	$\frac{0,31}{0,019}$	$\frac{0,12}{0,004}$	$\frac{0,22}{0,011}$	$\frac{0,36}{0,007}$	$\frac{0,14}{0,002}$	$\frac{0,14}{0,003}$	$\frac{0,01}{0,000}$	2,57
30-50	7,40	$\frac{0,054}{0,024}$	-	$\frac{0,45}{0,027}$	$\frac{0,10}{0,004}$	$\frac{0,18}{0,009}$	$\frac{0,37}{0,007}$	$\frac{0,15}{0,002}$	$\frac{0,14}{0,003}$	$\frac{0,01}{0,000}$	2,64
50-100	7,74	$\frac{0,068}{0,045}$	-	$\frac{0,54}{0,033}$	$\frac{0,16}{0,006}$	$\frac{0,22}{0,011}$	$\frac{0,29}{0,006}$	$\frac{0,19}{0,002}$	$\frac{0,43}{0,010}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,67
100-150	7,87	$\frac{0,250}{0,215}$	-	$\frac{0,52}{0,032}$	$\frac{0,45}{0,016}$	$\frac{2,61}{0,125}$	$\frac{0,43}{0,009}$	$\frac{0,34}{0,004}$	$\frac{2,80}{0,064}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,15
150-200	8,34	$\frac{0,236}{0,227}$	$\frac{0,05}{0,002}$	$\frac{0,96}{0,059}$	$\frac{0,64}{0,023}$	$\frac{1,64}{0,079}$	$\frac{0,12}{0,002}$	$\frac{0,16}{0,002}$	$\frac{3,00}{0,069}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,04
ДСС-5 (1994 р. – без затоплення)											
0-30	7,15	$\frac{0,036}{0,020}$	-	$\frac{0,19}{0,012}$	$\frac{0,31}{0,011}$	$\frac{0,03}{0,001}$	$\frac{0,20}{0,004}$	$\frac{0,13}{0,002}$	$\frac{0,18}{0,005}$	$\frac{0,02}{0,001}$	1,11
30-50	7,91	$\frac{0,057}{0,008}$	-	$\frac{0,66}{0,020}$	$\frac{0,39}{0,014}$	$\frac{0,04}{0,002}$	$\frac{0,61}{0,012}$	$\frac{0,22}{0,003}$	$\frac{0,25}{0,006}$	$\frac{0,01}{0,000}$	2,44
50-100	8,06	$\frac{0,076}{0,034}$	-	$\frac{0,65}{0,040}$	$\frac{0,38}{0,013}$	$\frac{0,07}{0,003}$	$\frac{0,52}{0,010}$	$\frac{0,27}{0,003}$	$\frac{0,30}{0,007}$	$\frac{0,01}{0,000}$	1,73
100-150	8,59	$\frac{0,149}{0,127}$	-	$\frac{0,94}{0,057}$	$\frac{0,62}{0,022}$	$\frac{0,57}{0,027}$	$\frac{0,27}{0,005}$	$\frac{0,40}{0,005}$	$\frac{1,45}{0,033}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,19
150-200	9,09	$\frac{0,210}{0,202}$	-	$\frac{1,59}{0,097}$	$\frac{0,55}{0,020}$	$\frac{0,64}{0,031}$	$\frac{0,10}{0,002}$	$\frac{0,11}{0,001}$	$\frac{2,56}{0,059}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,04
ДСС-5 (1999 р. – 2 роки затоплення)											
0-30	6,80	$\frac{0,047}{0,024}$	-	$\frac{0,20}{0,012}$	$\frac{0,26}{0,009}$	$\frac{0,25}{0,012}$	$\frac{0,30}{0,006}$	$\frac{0,08}{0,001}$	$\frac{0,30}{0,006}$	$\frac{0,03}{0,001}$	1,00
30-50	7,15	$\frac{0,070}{0,041}$	-	$\frac{0,53}{0,032}$	$\frac{0,24}{0,009}$	$\frac{0,23}{0,011}$	$\frac{0,36}{0,007}$	$\frac{0,32}{0,004}$	$\frac{0,30}{0,006}$	$\frac{0,02}{0,001}$	1,20
50-100	7,49	$\frac{0,077}{0,045}$	-	$\frac{0,58}{0,035}$	$\frac{0,20}{0,007}$	$\frac{0,29}{0,014}$	$\frac{0,39}{0,008}$	$\frac{0,33}{0,004}$	$\frac{0,33}{0,008}$	$\frac{0,02}{0,001}$	1,18
100-150	7,67	$\frac{0,091}{0,056}$	-	$\frac{0,68}{0,041}$	$\frac{0,23}{0,008}$	$\frac{0,35}{0,017}$	$\frac{0,43}{0,009}$	$\frac{0,24}{0,003}$	$\frac{0,58}{0,013}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,74

Закінчення додатка Б

Глибина, см	рН	$\frac{\Sigma \text{сол.}, \%}{\Sigma \text{токс. сол.}, \%}$	Аніони				Катіони				$\frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Na}^+}$
			CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	
150-200	8,33	$\frac{0,174}{0,155}$	$\frac{0,10}{0,003}$	$\frac{1,18}{0,072}$	$\frac{0,23}{0,008}$	$\frac{0,83}{0,040}$	$\frac{0,24}{0,005}$	$\frac{0,22}{0,003}$	$\frac{1,87}{0,043}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,13
ДСС-5 (2005 р. – 5 років без затоплення)											
0-30	7,25	$\frac{0,050}{0,034}$	-	$\frac{0,24}{0,015}$	$\frac{0,14}{0,005}$	$\frac{0,34}{0,016}$	$\frac{0,20}{0,004}$	$\frac{0,18}{0,002}$	$\frac{0,31}{0,007}$	$\frac{0,03}{0,001}$	0,65
30-50	7,37	$\frac{0,057}{0,038}$	-	$\frac{0,36}{0,022}$	$\frac{0,16}{0,006}$	$\frac{0,30}{0,013}$	$\frac{0,24}{0,005}$	$\frac{0,26}{0,003}$	$\frac{0,29}{0,007}$	$\frac{0,02}{0,001}$	0,83
50-100	7,65	$\frac{0,061}{0,038}$	-	$\frac{0,46}{0,028}$	$\frac{0,22}{0,008}$	$\frac{0,18}{0,009}$	$\frac{0,28}{0,006}$	$\frac{0,30}{0,004}$	$\frac{0,28}{0,006}$	$\frac{0,01}{0,000}$	1,00
100-150	7,95	$\frac{0,102}{0,085}$	-	$\frac{0,55}{0,034}$	$\frac{0,46}{0,016}$	$\frac{0,47}{0,023}$	$\frac{0,21}{0,004}$	$\frac{0,39}{0,005}$	$\frac{0,87}{0,020}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,24
150-200	8,55	$\frac{0,181}{0,167}$	$\frac{0,05}{0,002}$	$\frac{0,98}{0,060}$	$\frac{0,55}{0,019}$	$\frac{0,94}{0,045}$	$\frac{0,17}{0,003}$	$\frac{0,22}{0,003}$	$\frac{2,12}{0,049}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,08
ДСС-5 (2010 р. – 10 років без затоплення)											
0-30	7,45	$\frac{0,037}{0,025}$	-	$\frac{0,14}{0,009}$	$\frac{0,08}{0,003}$	$\frac{0,30}{0,014}$	$\frac{0,16}{0,003}$	$\frac{0,12}{0,001}$	$\frac{0,20}{0,005}$	$\frac{0,04}{0,002}$	0,80
30-50	7,37	$\frac{0,051}{0,030}$	-	$\frac{0,27}{0,016}$	$\frac{0,17}{0,006}$	$\frac{0,31}{0,015}$	$\frac{0,26}{0,005}$	$\frac{0,17}{0,002}$	$\frac{0,31}{0,007}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,84
50-100	7,79	$\frac{0,075}{0,038}$	-	$\frac{0,42}{0,026}$	$\frac{0,25}{0,009}$	$\frac{0,41}{0,020}$	$\frac{0,46}{0,009}$	$\frac{0,26}{0,003}$	$\frac{0,35}{0,008}$	$\frac{0,01}{0,000}$	1,31
100-150	7,97	$\frac{0,120}{0,086}$	-	$\frac{0,47}{0,029}$	$\frac{0,69}{0,024}$	$\frac{0,65}{0,031}$	$\frac{0,42}{0,008}$	$\frac{0,39}{0,005}$	$\frac{0,99}{0,023}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,42
150-200	8,57	$\frac{0,186}{0,172}$	$\frac{0,10}{0,003}$	$\frac{0,61}{0,037}$	$\frac{0,69}{0,024}$	$\frac{1,31}{0,063}$	$\frac{0,21}{0,004}$	$\frac{0,30}{0,004}$	$\frac{2,20}{0,051}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,09
ДСС-5 (2014 р. – 15 років без затоплення)											
0-30	7,38	$\frac{0,043}{0,025}$	-	$\frac{0,33}{0,020}$	$\frac{0,08}{0,003}$	$\frac{0,16}{0,008}$	$\frac{0,22}{0,004}$	$\frac{0,18}{0,002}$	$\frac{0,15}{0,005}$	$\frac{0,02}{0,001}$	1,47
30-50	7,08	$\frac{0,048}{0,025}$	-	$\frac{0,26}{0,016}$	$\frac{0,18}{0,003}$	$\frac{0,32}{0,015}$	$\frac{0,29}{0,006}$	$\frac{0,18}{0,002}$	$\frac{0,28}{0,006}$	$\frac{0,01}{0,000}$	1,06
50-100	7,63	$\frac{0,078}{0,046}$	-	$\frac{0,44}{0,027}$	$\frac{0,25}{0,009}$	$\frac{0,41}{0,020}$	$\frac{0,40}{0,008}$	$\frac{0,18}{0,002}$	$\frac{0,50}{0,012}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,80
100-150	7,69	$\frac{0,115}{0,084}$	-	$\frac{0,41}{0,025}$	$\frac{0,61}{0,022}$	$\frac{0,70}{0,034}$	$\frac{0,38}{0,008}$	$\frac{0,37}{0,004}$	$\frac{0,96}{0,022}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,40
150-200	8,27	$\frac{0,186}{0,168}$	$\frac{0,03}{0,001}$	$\frac{0,61}{0,037}$	$\frac{0,75}{0,027}$	$\frac{1,34}{0,064}$	$\frac{0,22}{0,004}$	$\frac{0,35}{0,004}$	$\frac{2,15}{0,049}$	$\frac{0,01}{0,000}$	0,10

ДОДАТОК В

Вміст гумусу в ґрунтах ділянок стаціонарних спостережень, %

Дата визначення	Глибина відбору зразків, см			
	0-30	30-40	40-50	50-60
1	2	3	4	5
ДСС-2 Б, богара				
1995 р.	2,60	2,26	1,74	-
Осінь 2006 р.	2,47	1,95	1,47	0,89
Осінь 2007 р.	2,33	2,15	1,47	-
Осінь 2008 р.	2,68	2,30	1,56	1,33
Весна 2010 р.	2,69	2,44	1,83	1,37
Осінь 2011 р.	2,44	2,35	2,12	1,88
Осінь 2012 р.	2,60	2,15	2,00	1,76
Весна 2014 р.	2,57	2,23	2,10	1,55
ДСС-2, зрошення. В останні 20 років не зрошується				
1994 р.	2,78	2,29	1,86	-
Осінь 2006 р.	2,47	2,26	1,95	1,33
Осінь 2007 р.	2,57	1,88	1,55	1,38
Осінь 2008 р.	2,75	1,94	1,77	1,16
Весна 2010 р.	2,66	2,49	2,03	1,45
Осінь 2011 р.	2,80	2,18	1,88	1,57
Осінь 2012 р.	3,31	2,44	1,95	1,68
Весна 2014 р.	2,49	1,09	1,64	1,31
ДСС-3, зрошення. В останні 21 років зрошується періодично				
1994 р.	2,90	2,40	1,91	-
Осінь 2006 р.	2,83	2,31	1,66	1,00
Осінь 2007 р.	2,28	1,96	1,16	1,07
Осінь 2008 р.	2,58	2,22	1,56	1,09
Весна 2010 р.	2,86	2,49	2,25	2,00
Осінь 2011 р.	2,90	2,49	1,89	1,46
Осінь 2012 р.	2,58	2,11	1,79	1,31
Весна 2014 р.	2,90	2,78	2,37	1,73
ДСС-4Б, богара				
Осінь 1995 р.	2,54	2,16	1,98	-
Осінь 2006 р.	2,34	2,13	1,45	1,13
Осінь 2007 р.	2,35	2,23	2,00	1,28
Осінь 2008 р.	2,65	2,26	2,07	1,42
Весна 2010 р.	2,32	2,02	1,74	1,52
Осінь 2011 р.	2,33	2,18	1,80	1,72
Осінь 2012 р.	2,81	2,29	1,99	1,48
Весна 2014 р.	2,41	2,11	2,04	1,80

Продовження додатка В

1	2	3	4	5
ДСС-4, зрошення. В останні 19 років без зрошення				
Осінь 1994 р.	2,70	2,46	1,85	-
Осінь 2006 р.	2,45	2,18	1,89	1,63
Осінь 2007 р.	2,67	2,42	2,20	1,60
Осінь 2008 р.	2,50	2,14	1,82	1,51
Весна 2010 р.	2,64	2,57	1,75	1,54
Осінь 2011 р.	2,70	2,32	2,04	1,52
Осінь 2012 р.	2,50	2,24	1,90	1,66
Весна 2014 р.	2,60	2,43	2,15	1,87
ДСС-5, зрошення затопленням під культуру рису. В останні 16 років в постіригаційному режимі				
Осінь 1994 р.	2,67	1,64	1,32	-
Осінь 2006 р.	3,02	1,68	1,37	1,13
Осінь 2007 р.	2,40	2,01	1,70	1,33
Осінь 2008 р.	2,75	1,36	1,21	0,93
Весна 2010 р.	2,06	2,04	1,62	1,40
Осінь 2011 р.	3,04	2,72	1,91	1,70
Осінь 2012 р.	2,98	2,01	1,61	1,45
Весна 2014 р.	2,80	2,05	1,75	1,48
ДСС-6, зрошення. В останні 20 років зрошується періодично				
1994 р.	2,83	2,37	1,92	-
Осінь 2006 р.	2,55	1,97	1,58	1,24
Осінь 2007 р.	2,37	1,60	1,30	1,04
Осінь 2008 р.	2,40	2,04	1,59	1,42
Весна 2010 р.	2,65	2,24	2,15	1,64
Осінь 2011 р.	2,51	2,38	2,13	1,51
Осінь 2012 р.	2,49	2,38	1,86	1,54
Весна 2014 р.	2,67	2,42	1,98	1,58
ДСС-7Б, богара				
1994 р.	2,83	2,45	-	-
Осінь 2006 р.	2,47	2,13	1,79	1,23
Осінь 2007 р.	2,47	2,11	1,48	1,45
Осінь 2008 р.	2,60	2,24	1,69	1,51
Весна 2010 р.	2,85	2,45	2,28	1,85
Осінь 2011 р.	2,83	2,56	2,30	1,86
Осінь 2012 р.	2,03	1,87	1,74	1,63
Весна 2014 р.	2,79	2,45	2,05	1,71
ДСС-7, зрошення. В останні 20 років не зрошується				
1994 р.	3,15	2,74	2,58	-
Осінь 2006 р.	2,94	2,58	2,26	1,82
Осінь 2007 р.	2,93	2,50	2,15	1,60

Закінчення додатка В

1	2	3	4	5
Осінь 2008 р.	2,71	2,67	2,35	1,94
Весна 2010 р.	2,91	2,79	2,15	1,70
Осінь 2011 р.	2,72	2,62	2,09	1,67
Осінь 2012 р.	2,98	2,32	2,22	2,16
Весна 2014 р.	2,77	2,47	1,78	1,35
St-10Б, богара				
Осінь 2001 р.	2,59	2,33	1,92	-
Осінь 2006 р.	2,16	1,68	-	-
Осінь 2008 р.	2,58	2,58	-	-
Весна 2010 р.	2,23	1,54	-	-
Осінь 2011 р.	2,25	2,20	1,36	-
Осінь 2012 р.	2,07	2,07	1,27	-
St-10, зрошуваний. В останні 19 років практично не зрошується				
Осінь 2001 р.	2,59	2,33	1,24	0,73
Осінь 2006 р.	2,84	2,52	-	-
Осінь 2007 р.	3,20	2,28	-	-
Осінь 2008 р.	2,68	2,17	-	-
Весна 2010 р.	2,92	2,44	-	-
Осінь 2011 р.	3,09	2,72	1,57	-
Осінь 2012 р.	2,60	1,96	1,27	-
St-15, зрошуваний. В останні 19 років практично не зрошується				
Осінь 2001 р.	2,43	2,02	1,54	-
Осінь 2006 р.	2,20	2,00	1,78	0,58
Осінь 2007 р.	2,42	2,03	1,45	1,16
Весна 2010 р.	2,12	1,96	1,33	0,42
Осінь 2011 р.	2,35	2,04	1,26	0,63
Осінь 2012 р.	2,12	1,69	0,95	0,84

ДОДАТОК Г

Загальна характеристика вбирного комплексу ґрунтів ділянок
стаціонарних спостережень, $\frac{\text{сума катіонів, ммоль/100 г}}{\text{Na}^+, \% \text{ від суми}}$

Дата відбору	Глибина, см			
	0-30	30-40	40-50	50-60
1	2	3	4	5
ДСС-2Б, богара				
1994 р.	<u>26,39</u> 0,6	<u>26,74</u> 0,4	<u>27,15</u> 0,5	<u>27,32</u> 0,4
Осінь 2006 р.	<u>27,46</u> 0,6	<u>28,70</u> 0,6	<u>29,68</u> 0,6	<u>27,74</u> 0,6
Осінь 2007 р.	<u>29,38</u> 0,85	<u>28,02</u> 0,76	<u>29,95</u> 0,47	<u>28,27</u> 0,6
Весна 2008 р.	<u>25,09</u> 0,33	<u>28,40</u> 0,37	<u>27,97</u> 0,39	<u>27,45</u> 1,06
Осінь 2008 р.	<u>25,23</u> 0,57	<u>28,30</u> 0,65	<u>27,86</u> 0,57	<u>25,56</u> 0,72
Весна 2010 р.	<u>27,36</u> 0,92	<u>27,09</u> 2,14	<u>28,88</u> 0,85	<u>26,22</u> 0,67
Осінь 2011 р.	<u>24,40</u> 0,38	<u>25,50</u> 0,35	<u>25,80</u> 0,48	<u>26,55</u> 0,23
Осінь 2012 р.	<u>26,16</u> 0,17	<u>25,88</u> 0,33	<u>27,20</u> 0,31	<u>26,48</u> 0,32
Весна 2014 р.	<u>26,68</u> 0,76	<u>28,81</u> 1,22	<u>28,50</u> 1,15	<u>29,23</u> 0,95
ДСС-2, зрошення. В останні 20 років не зрошується				
1994 р.	<u>24,96</u> 6,9	<u>25,58</u> 6,6	<u>26,52</u> 5,7	<u>25,95</u> 4,8
Осінь 2006 р.	<u>25,59</u> 1,71	<u>24,57</u> 3,25	<u>24,94</u> 5,34	<u>25,23</u> 5,02
Осінь 2007 р.	<u>25,28</u> 4,42	<u>26,55</u> 4,46	<u>25,30</u> 4,63	<u>23,42</u> 4,09
Весна 2008 р.	<u>26,19</u> 2,14	<u>23,22</u> 3,58	<u>24,68</u> 5,84	<u>23,88</u> 4,16
Осінь 2008 р.	<u>23,14</u> 1,73	<u>23,13</u> 4,48	<u>24,00</u> 4,48	<u>23,68</u> 3,94
Весна 2010 р.	<u>26,55</u> 2,59	<u>27,85</u> 3,79	<u>25,59</u> 6,69	<u>25,84</u> 5,66
Осінь 2011 р.	<u>24,24</u> 0,89	<u>24,05</u> 3,69	<u>25,25</u> 2,89	<u>25,26</u> 3,75

Продовження додатка Г

1	2	3	4	5
Осінь 2012 р.	<u>23,97</u> 0,71	<u>24,86</u> 1,95	<u>24,00</u> 2,59	<u>22,48</u> 3,39
Весна 2014 р.	<u>24,50</u> 1,50	<u>27,00</u> 3,92	<u>25,54</u> 5,16	<u>25,52</u> 5,07
ДСС-3, зрошення. В останні 21 роки зрошується періодично				
1994 р.	<u>31,30</u> 1,6	<u>30,90</u> 1,9	<u>29,30</u> 1,8	не визнач.
Осінь 2006 р.	<u>29,27</u> 1,20	<u>30,49</u> 0,96	<u>29,86</u> 2,08	<u>25,82</u> 2,33
Осінь 2007 р.	<u>30,66</u> 0,82	<u>31,55</u> 0,50	<u>25,91</u> 0,99	<u>28,51</u> 1,82
Весна 2008 р.	<u>29,96</u> 1,24	<u>29,12</u> 1,55	<u>26,90</u> 1,82	<u>24,39</u> 1,34
Осінь 2008 р.	<u>27,40</u> 1,53	<u>26,03</u> 2,11	<u>28,10</u> 1,65	<u>25,02</u> 1,80
Весна 2010 р.	<u>29,44</u> 2,40	<u>30,46</u> 2,15	<u>30,19</u> 1,83	<u>29,16</u> 2,55
Осінь 2011 р.	<u>26,68</u> 1,34	<u>28,02</u> 1,50	<u>25,39</u> 1,61	<u>25,70</u> 1,48
Осінь 2012 р.	<u>28,35</u> 1,25	<u>28,75</u> 1,03	<u>27,93</u> 0,95	<u>25,64</u> 0,82
Весна 2014 р.	<u>28,83</u> 1,82	<u>28,33</u> 1,55	<u>28,59</u> 1,95	<u>28,15</u> 1,62
ДСС-6, зрошення. В останні 20 років зрошується періодично				
1994 р.	<u>27,23</u> 3,4	<u>25,72</u> 4,4	<u>26,30</u> 4,9	не визнач.
Осінь 2006 р.	<u>27,64</u> 1,81	<u>28,11</u> 3,47	<u>25,91</u> 3,84	<u>24,67</u> 3,99
Осінь 2007 р.	<u>29,97</u> 1,88	<u>26,36</u> 3,79	<u>28,67</u> 3,48	<u>23,00</u> 2,62
Весна 2008 р.	<u>28,28</u> 2,30	<u>27,72</u> 5,15	<u>26,33</u> 5,12	<u>24,65</u> 6,03
Осінь 2008 р.	<u>26,90</u> 1,95	<u>25,40</u> 3,08	<u>24,45</u> 4,54	<u>23,11</u> 4,44
Весна 2010 р.	<u>30,36</u> 1,82	<u>23,63</u> 3,04	<u>22,71</u> 4,27	<u>27,60</u> 5,25
Осінь 2011 р.	<u>27,40</u> 0,62	<u>26,94</u> 2,15	<u>25,80</u> 2,67	<u>23,36</u> 2,27
Осінь 2012 р.	<u>27,60</u> 1,41	<u>27,90</u> 2,55	<u>25,90</u> 2,60	<u>24,65</u> 3,10
Весна 2014 р.	<u>28,51</u> 1,07	<u>28,21</u> 1,75	<u>27,28</u> 4,42	<u>25,83</u> 6,45

Продовження додатка Г

1	2	3	4	5
ДСС-7Б, богара				
1994 р.	<u>30,20</u> 0,4	<u>26,63</u> 0,5	не визнач.	не визнач.
Осінь 2006 р.	<u>27,12</u> 0,53	<u>26,18</u> 0,48	<u>25,34</u> 0,61	<u>23,19</u> 0,60
Осінь 2007 р.	<u>29,28</u> 0,36	<u>26,38</u> 0,80	<u>26,46</u> 0,78	<u>23,96</u> 1,07
Весна 2008 р.	<u>26,69</u> 0,22	<u>26,11</u> 0,54	<u>25,76</u> 0,40	<u>24,28</u> 0,37
Весна 2010 р.	<u>26,95</u> 0,75	<u>25,50</u> 0,75	<u>26,02</u> 0,77	<u>26,32</u> 0,77
Осінь 2011 р.	<u>22,86</u> 0,35	<u>26,98</u> 0,19	<u>24,72</u> 0,12	<u>24,55</u> 0,24
Осінь 2012 р.	<u>25,91</u> 0,23	<u>25,56</u> 0,54	<u>25,99</u> 0,23	<u>26,21</u> 0,40
Весна 2014 р.	<u>27,71</u> 0,56	<u>25,93</u> 0,61	<u>24,38</u> 0,68	<u>24,38</u> 0,68
ДСС-7, зрощення. В останні 20 років не зрощується				
1994 р.	<u>28,02</u> 4,1	<u>29,12</u> 4,2	<u>30,10</u> 4,3	<u>27,73</u> 1,2
Осінь 2006 р.	<u>28,44</u> 1,42	<u>28,54</u> 5,37	<u>27,64</u> 6,66	<u>25,40</u> 6,81
Осінь 2007 р.	<u>28,15</u> 2,55	<u>27,49</u> 4,31	<u>27,51</u> 3,20	<u>25,73</u> 3,25
Весна 2008 р.	<u>26,76</u> 0,92	<u>28,41</u> 3,03	<u>26,88</u> 5,18	<u>24,35</u> 7,44
Осінь 2008 р.	<u>27,36</u> 1,40	<u>25,76</u> 3,40	<u>25,50</u> 4,30	<u>23,84</u> 4,26
Весна 2010 р.	<u>27,87</u> 3,75	<u>27,96</u> 3,86	<u>26,85</u> 4,92	<u>24,72</u> 5,44
Осінь 2011 р.	<u>22,89</u> 0,79	<u>23,49</u> 0,81	<u>22,36</u> 1,34	<u>21,24</u> 1,79
Осінь 2012 р.	<u>26,72</u> 1,13	<u>25,95</u> 4,45	<u>27,02</u> 4,38	<u>25,03</u> 4,49
Весна 2014 р.	<u>26,52</u> 1,24	<u>27,55</u> 0,98	<u>25,16</u> 1,13	<u>23,20</u> 1,25
ДСС-4Б, богара				
Осінь 1997 р.	<u>28,42</u> 0,7	<u>27,77</u> 1,0	<u>25,67</u> 1,7	<u>22,91</u> 1,1
Осінь 2006 р.	<u>28,45</u> 0,42	<u>25,89</u> 0,57	<u>24,78</u> 0,98	<u>23,12</u> 1,48
Осінь 2007 р.	<u>31,59</u> 0,11	<u>29,29</u> 0,14	<u>28,24</u> 0,52	<u>26,49</u> 1,06

Продовження додатка Г

1	2	3	4	5
Весна 2008 р.	<u>29,06</u> 0,59	<u>28,64</u> 0,44	<u>24,80</u> 1,14	<u>23,69</u> 1,59
Осінь 2008 р.	<u>27,17</u> 0,57	<u>26,31</u> 0,85	<u>26,83</u> 0,78	<u>25,09</u> 0,95
Весна 2010 р.	<u>34,80</u> 0,90	<u>28,07</u> 1,26	<u>26,14</u> 1,82	<u>26,58</u> 3,34
Осінь 2011 р.	<u>25,46</u> 0,39	<u>25,38</u> 0,39	<u>25,77</u> 0,66	<u>23,73</u> 0,55
Осінь 2012 р.	<u>29,58</u> 0,27	<u>27,40</u> 0,49	<u>26,56</u> 0,32	<u>26,09</u> 0,37
Весна 2014 р.	<u>28,19</u> 0,68	<u>28,55</u> 1,05	<u>28,25</u> 1,19	<u>27,00</u> 1,55
ДСС-4, зрошення. В останні 19 років без зрошення				
Осінь 2006 р.	<u>28,52</u> 0,45	<u>27,11</u> 0,90	<u>27,55</u> 0,98	<u>27,39</u> 3,55
Осінь 2007 р.	<u>30,41</u> 0,48	<u>29,64</u> 0,52	<u>28,39</u> 0,72	<u>28,85</u> 0,79
Весна 2008 р.	<u>28,17</u> 0,79	<u>27,69</u> 0,93	<u>26,15</u> 0,80	<u>24,11</u> 2,02
Осінь 2008 р.	<u>25,27</u> 0,67	<u>25,45</u> 0,92	<u>25,19</u> 0,75	<u>25,51</u> 1,21
Весна 2010 р.	<u>26,74</u> 1,36	<u>30,53</u> 1,07	<u>27,42</u> 1,44	<u>25,68</u> 1,54
Осінь 2011 р.	<u>23,53</u> 0,52	<u>23,53</u> 0,72	<u>23,71</u> 0,80	<u>24,05</u> 0,71
Осінь 2012 р.	<u>26,51</u> 0,37	<u>27,21</u> 1,06	<u>25,57</u> 1,23	<u>26,81</u> 0,76
Осінь 2014 р.	<u>27,70</u> 0,86	<u>26,73</u> 1,05	<u>26,97</u> 1,15	<u>27,12</u> 1,16
ДСС-5, зрошення затопленням під культуру рису. В останні 16 років не зрошується				
Осінь 1994 р.	<u>25,66</u> 1,5	<u>26,17</u> 1,6	<u>25,47</u> 1,7	не визнач.
Осінь 2006 р.	<u>28,32</u> 0,51	<u>25,19</u> 0,55	<u>24,76</u> 0,83	<u>22,00</u> 1,45
Осінь 2007 р.	<u>27,38</u> 1,30	<u>26,81</u> 2,15	<u>27,79</u> 1,33	<u>26,23</u> 1,62
Осінь 2008 р.	<u>22,49</u> 1,96	<u>24,33</u> 1,67	<u>23,50</u> 1,68	<u>21,33</u> 1,90
Весна 2010 р.	<u>27,22</u> 1,30	<u>27,22</u> 1,50	<u>24,92</u> 1,47	<u>24,95</u> 1,70

Продовження додатка Г

1	2	3	4	5
Осінь 2011 р.	<u>25,47</u> 0,59	<u>25,75</u> 0,76	<u>21,98</u> 1,05	<u>21,79</u> 1,06
Осінь 2012 р.	<u>23,43</u> 0,85	<u>25,73</u> 0,75	<u>23,98</u> 0,82	<u>23,70</u> 0,72
Весна 2014 р.	<u>25,15</u> 1,50	<u>24,45</u> 1,65	<u>25,43</u> 2,08	<u>24,86</u> 2,55
St-10B, не зрошуваний				
Осінь 2001 р.	<u>33,4</u> 0,4	<u>33,3</u> 0,5	<u>26,6</u> 0,7	-
Весна 2002 р.	<u>24,8</u> 0,2	<u>27,6</u> 0,4	-	-
Осінь 2006 р.	<u>28,25</u> 0,5	<u>29,37</u> 0,5	-	-
Осінь 2007 р.	<u>30,22</u> 0,2	<u>31,73</u> 0,3	-	-
Весна 2008 р.	<u>23,50</u> 0,7	<u>27,81</u> 0,4	-	-
Осінь 2008 р.	<u>29,85</u> 0,70	<u>30,81</u> 0,42	-	-
Весна 2010 р.	<u>28,29</u> 0,67	<u>26,95</u> 0,74	<u>26,09</u> 0,84	-
Осінь 2011 р.	<u>26,88</u> 0,33	<u>26,06</u> 0,42	<u>25,12</u> 0,16	-
Осінь 2012 р.	<u>29,59</u> 0,17	<u>28,65</u> 0,21	<u>27,39</u> 0,26	-
St-10, зрошуваний. В останні 19 років практично не зрошується				
Осінь 2001 р.	<u>28,6</u> 0,6	<u>31,3</u> 0,6	<u>27,5</u> 1,3	-
Весна 2002 р.	<u>28,6</u> 0,6	<u>28,9</u> 0,7	-	-
Осінь 2006 р.	<u>30,6</u> 0,4	<u>31,6</u> 0,4	-	-
Осінь 2007 р.	<u>29,6</u> 0,9	<u>30,7</u> 0,8	-	-
Весна 2008 р.	<u>29,6</u> 0,9	<u>30,7</u> 0,8	-	-
Осінь 2008 р.	<u>29,29</u> 0,88	<u>30,11</u> 0,80	-	-
Весна 2010 р.	<u>30,80</u> 0,91	<u>31,43</u> 0,92	<u>29,88</u> 1,77	-

Закінчення додатка Г

1	2	3	4	5
Осінь 2011 р.	<u>28,33</u> 0,32	<u>27,65</u> 0,36	<u>24,04</u> 0,67	-
Осінь 2012 р.	<u>30,02</u> 0,27	<u>28,69</u> 0,24	<u>26,51</u> 0,19	
St-15, зрошуваний. В останні 19 років практично не зрошується				
Весна 2001 р.	<u>25,3</u> 1,1	<u>25,4</u> 1,4	<u>22,2</u> 3,2	-
Осінь 2001 р.	<u>24,3</u> 0,7	<u>22,1</u> 1,3	<u>22,6</u> 2,6	-
Осінь 2006 р.	<u>23,9</u> 0,4	<u>24,6</u> 0,7	<u>23,0</u> 0,7	<u>16,7</u> 3,6
Осінь 2007 р.	<u>25,9</u> 0,8	<u>23,9</u> 0,8	<u>21,3</u> 1,4	-
Весна 2008 р.	<u>24,1</u> 0,5	<u>24,4</u> 0,3	<u>22,0</u> 0,6	<u>16,1</u> 2,5
Весна 2010 р.	<u>22,73</u> 1,06	<u>20,02</u> 1,15	<u>17,32</u> 4,39	-
Осінь 2011 р.	<u>20,59</u> 0,24	<u>20,31</u> 0,25	<u>18,04</u> 0,33	<u>16,27</u> 2,77
Осінь 2012 р.	<u>21,11</u> 0,14	<u>20,33</u> 0,15	<u>19,03</u> 0,26	<u>19,01</u> 0,26

Наукове видання

Біланчин Ярослав Михайлович
Красєха Єрофей Никифорович
Цуркан Оксана Іванівна
Жангалай Павло Іванович
Тортик Микола Йосипович
Тригуб Валентина Іванівна
Сухорукова Галина Сергіївна
Буяновський Андрій Олександрович
Гошуренко Людмила Михайлівна
Яременко Микола Сергійович
Кугут Антоніна Андріївна
Мєдвєдєв Олег Юрійович
Ясинська Надія Валеріївна

ЧОРНОЗЕМИ МАСИВІВ ЗРОШЕННЯ ОДЕЩИНИ

Монографія

Підп. до друку 22.06.2016. Формат 60x84/16.
Ум.-друк. арк. 11,39. Тираж 100 пр. Зам. № 1365.

Видавець і виготовлювач

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Свідоцтво ДК № 4215 від 22.11.2011 р.

Україна, 65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12

Тел.: (048) 723 28 39. E-mail: druk@onu.edu.ua