

Міністерство освіти і науки України Дніпро
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістр

студентки Макарової Тетяни Костянтинівни
(ПІБ)

академічної групи 183М-21з-1
(шифр)

спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Технології захисту навколишнього середовища»

на тему «Дослідження екологічного стану зрошуваних ґрунтів при поливі водою другого класу якості та удосконалення технології їх меліорації»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
кваліфікаційної роботи	доц. Матухно О.В.		
розділів:			
Теоретичного	доц. Матухно О.В.	95	
Дослідницького	доц. Матухно О.В.	95	
Технологічного	доц. Матухно О.В.	95	
Охорона праці	проф. Чеберячко Ю.І.		
Економічного	проф. Павличенко А.В.		
Рецензент	доц. Кацевич В.В.		
Нормоконтролер	Грунтова В.Ю.		

Дніпро
2022

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»**

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачка кафедри ЕТЗНС
Борисовська О.О.
« » 2022 року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу ступеня магістра**

студенту(ці) Макаровій Т.К. академічної групи 183М-213-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності – 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього середовища

на тему: «Дослідження екологічного стану зрошуваних ґрунтів при поливі водою другого класу якості та удосконалення технології їх меліорації», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 28.10.2022 №1188-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Охарактеризувати причини деградаційних процесів та зміни екологічного стану зрошуваних ґрунтів. Визначити заходи боротьби з засоленням та процесами осолонцювання	15.10.2022- 30.10.2022
Дослідницький	Дослідити ґрунтові, кліматичні умови та визначити якість зрошуваної води дослідних господарств. Встановити методи та методики проведення спостережень	31.10.2022- 15.11.2022
Технологічний	Удосконалити технології меліорації іригаційно засоленних ґрунтів. Визначити технологічні прийоми поліпшення якості зрошуваних ґрунтів. Запропонувати способи зупинення та сповільнення деградаційних процесів дослідних господарств. Визначити оптимальні норми, строки й способи внесення хімічних меліорантів	16.11.2022- 30.11.2022
Охорона праці	Проаналізувати небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виконанні кваліфікаційної роботи та проведенні хімічної меліорації. Запропонувати заходи з охорони праці та пожежної профілактики при роботі в лабораторії. Визначити сучасні способи отримання інформації при аналізі надзвичайних ситуацій	01.12.2022- 15.12.2022
Економічний	Виконати економічні розрахунки ефективності впровадження запропонованих заходів з попередження засолення ґрунтів дослідних господарств при поливі водою II класу якості	01.12.2022- 15.12.2022

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

Матухно.О.В

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 31.10.2022

Дата подання до екзаменаційної комісії 22.12.2022

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Макарова Т.К.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 92 с., 10 рис., 11 таблиць, 59 літературних джерел, 6 додатків.

Об'єкт досліджень – деградаційні процеси зрошуваних ґрунтів.

Метою роботи є дослідження екологічного стану зрошуваних ґрунтів при поливі водою другого класу якості та удосконалення технології їх меліорації.

У вступі розглянуто проблемну ситуацію стосовно процесів осолонцювання та засолення зрошуваних ґрунтів при поливі водою II класу якості, встановлено мету та завдання роботи.

Теоретичний розділ характеризує причини деградаційних процесів та зміни екологічного стану зрошуваних ґрунтів; визначає існуючі заходи боротьби з засоленням та процесами осолонцювання.

У дослідницькому розділі визначено ґрунтові та кліматичні умови районів проведення досліджень; встановлено якість зрошуваної води дослідних господарств. Встановлено методи та методики проведення спостережень.

Технологічний розділ присвячено удосконаленню технологій меліорацій іригаційно засоленних ґрунтів; визначено технологічні прийоми поліпшення якості зрошуваних ґрунтів; запропоновано способи зупинення та сповільнення деградаційних процесів дослідних господарств шляхом встановлення оптимальних норм, строків та способів внесення хімічних меліорантів.

Розділ з охорони праці висвітлює небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виконанні кваліфікаційної роботи та проведенні хімічної меліорації з заходами їх попередження.

В економічному розділі виконано економічні розрахунки ефективності впровадження запропонованих заходів з попередження засолення ґрунтів дослідних господарств при поливі водою II класу якості.

У висновках наведені основні результати кваліфікаційної роботи.

**ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЗРОШУВАНИХ ҐРУНТІВ, ПОЛИВ ВОДОЮ
ДРУГОГО КЛАСУ ЯКОСТІ, УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МЕЛІОРАЦІЇ
ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТІВ**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМАТИКИ ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ІНОЗЕМНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	9
1.1 Кліматичні передумови ведення зрошувального землеробства.....	9
1.2 Зміна екологічного стану зрошуваних ґрунтів.....	10
1.3 Заходи боротьби з засоленням та процесами осолонцювання.....	16
1.4 Розрахунок доз внесення кальцієвовмісних меліорантів.....	18
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗРОШУВАНИХ ҐРУНТІВ ПРИ ПОЛИВІ ВОДОЮ ДРУГОГО КЛАСУ ЯКОСТІ.....	21
2.1 Характеристика районів проведення дослідження.....	21
2.2 Ґрунтовий покрив ділянок району досліджень.....	23
2.3 Кліматична характеристика.....	29
2.4 Методи та методики проведення спостережень.....	31
2.5 Якість зрошуваної води.....	32
3 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МЕЛІОРАЦІЙ ІРИГАЦІЙНО ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТІВ.....	37
3.1 Технологічні прийоми поліпшення якості зрошуваних ґрунтів....	37
3.1.1 Хімічна меліорація.....	37
3.1.2 Плантажна оранка.....	39
3.1.3 Агробіологічний метод.....	40
3.2 Вибір технологій меліорації для дослідних господарств.....	41
3.3 Застосування фосфогіпсу як хімічного меліоранту.....	44
3.4 Розрахунок норм та способів внесення меліорантів.....	49
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників.....	56
4.2 Розробка заходів з охорони праці.....	57
4.3 Розрахунок системи вентиляції.....	59
4.3.1 Правила роботи з припливно-витяжною вентиляцією.....	60

	5
4.4 Пожежна профілактика.....	60
4.5 Дистанційне зондування.....	63
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК.....	65
ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	73
Додаток А Матеріали кваліфікаційної роботи.....	79
Додаток Б Копія публікації	84
Додаток В Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....	89
Додаток Д Зовнішня рецензія.....	90
Додаток З Відгуки керівників розділів	91
Додаток К Результати перевірки тексту кваліфікаційної роботи магістра на присутність запозичень (плагіату).....	92

ВСТУП

Актуальність теми. Стрімка зміна кліматичних показників спонукає аграріїв використовувати зрошення для отримання гарантованих та високих врожаїв. Зрошуване землеробство в більшості випадків викликає багато деградаційних процесів - підтоплення, вторинне засолення, осолонцювання, знеструктурення, порушення повітряного обміну, дегуміфікація тощо. При веденні зрошувального землеробства процеси засолення знаходяться на першому місці поміж інших критерій впливу на навколишнє середовище. Через проблеми засолення щороку в усьому світі виводиться з використання від 2 до 3 млн га. Нараховується від 10 до 48 % світової території зрошуваних площ, що потерпають від процесів засолення. Засолення виникає при використанні мінералізованої зрошувальної води або води низькою якості. Встановлено, що 84,2 % зрошуваних земель України поливається водою II класу якості «обмежено придатна» за агрономічними критеріями. Один з екологічних деградаційних процесів, що виникають при поливі водою II класу якості є небезпека вторинного засолення та підлуження. Виникає нагальна необхідність комплексного вивчення змін агроекологічного стану ґрунтів, які поливаються водою неналежної якості.

Для попередження процесів осолонцювання та засолення проводять хімічні меліорації. У якості хімічних меліорантів можливо використовувати побічні продукти виробництва такі як фосфогіпс. В Україні накопичено більше 50 млн. тон фосфогіпсу, тому його екологічно безпечна утилізація є досить актуальним та нагальним питанням.

Мета та завдання кваліфікаційної роботи. Метою роботи є дослідження екологічного стану зрошуваних ґрунтів при поливі водою другого класу якості та удосконалення технології їх меліорації.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1 Охарактеризувати причини деградаційних процесів та зміни екологічного стану зрошуваних ґрунтів. Визначити заходи боротьби з

засоленням та процесами осолонцювання.

2 Дослідити ґрунтові, кліматичні умови та визначити якість зрошуваної води дослідних господарств. Встановити методи та методики проведення спостережень.

3 Удосконалити технології меліорації іригаційно засолених ґрунтів. Визначити технологічні прийоми поліпшення якості зрошуваних ґрунтів. Запропонувати способи зупинення та сповільнення деградаційних процесів дослідних господарств. Визначити оптимальні норми, строки та способи внесення хімічних меліорантів.

4 Проаналізувати небезпечні та шкідливі виробничі фактори при виконанні кваліфікаційної роботи та проведенні хімічної меліорації. Запропонувати заходи з охорони праці та пожежної профілактики при роботі в лабораторії. Визначити сучасні способи отримання інформації при аналізі надзвичайних ситуацій.

5 Виконати економічні розрахунки ефективності впровадження запропонованих заходів з попередження засолення ґрунтів дослідних господарств при поливі водою II класу якості.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи.

Апробація роботи проводилась на регіональній науково-практичній конференції, яка присвячена Всесвітньому дню води, м. Дніпро та V міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства». За результатами конференцій надруковано тези доповіді:

Макарова Т.К. Екологічні проблеми сучасного зрошуваного землеробства. Регіональна науково-практична конференції, яка присвячена Всесвітньому дню води. Дніпро, 3 червня 2022 р. С.49-50.

Макарова Т.К. Дослідження екологічного стану зрошувальних ґрунтів при поливі водою другого класу якості та технологій їх меліорації. Матеріали V міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства».

Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук
України. Київ, 08 грудня 2022 р.

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМАТИКИ ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ІНОЗЕМНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Кліматичні передумови ведення зрошувального землеробства

Територія України знаходиться у ґрунтово-кліматичних зонах Полісся, Лісостепу та Степу. Особливість цих зон полягає у високій строкатості розподілення опадів: від 1600 мм/рік – північні регіони до 100 мм/рік – території Азовського і Чорного морів. Несприятливим показником для ведення сільського господарства є не лише відмінність кількості опадів по регіонам, а ще нерівномірність їх розподілу протягом року [1].

Зміні підлягає характер опадів: підвищилась кількість зливових малопродуктивних опадів, за один день може випасти місячна кількість опадів. Це приводить до екологічних, соціальних та сільськогосподарських проблем.

Природно для території України характерні посушливі кліматичні особливості. Висока випаровуваність вологи, особливо у критичні періоди розвитку рослин, що перевищує об'єм опадів приводить до пригнічення розвитку сільськогосподарських культур та зниження врожайності. Кліматично склалося, що для отримання стабільних та високих врожаїв на території України застосовують зрошуване землеробство.

Для України глобальні кліматичні зміни привели до підвищення середньорічної температури повітря в 1,5 рази більше відносно світових показників. Це спричинило не лише зміну інших кліматичних показників, а й до підвищення дефіциту вологи у ґрунті. Територія України розділена на 6 природних зон зволоження: надмірно волога та волога – 34,5% території, недостатньо волога - 16,0%, посушлива, суха та дуже суха - 49,5%. За даними стратегічної екологічної оцінки зрошення та дренажу в Україні до 2030 року для подолання малого водозабезпечення необхідно проводити постійне зрошення на площі 18,7 млн га (60%) орних земель та періодичне зрошення на території 4,8 млн га (15%). Площа з недостатньо вологою, посушливою, сухою та дуже сухою

зон зволоження збільшилась на 10 % за останніх 25 років. Зміна кліматичних умов привела до розширення меж природно-кліматичних зон України в північному напрямку на 100-150 км. Кліматичні зміни в Україні спонукають аграріїв обирати посухостійкі сорти та гібриди сільськогосподарських культур, але це не вирішує проблему з підвищенням врожаю [4].

Зрошення вимагає якісну та доступну вологу, яка по території країни розподілена вкрай нерівномірно. Велика кількість водних ресурсів розташована в басейні р. Дунай, але необхідність у цьому районі складає лише 5 %. Також для нашої країни характерний малий місцевий стік води по відношенню до суміжної території. За даними Державного агентства водних ресурсів забезпеченість місцевими водними ресурсами по території країни різняться в 60 разів: від 0,14 км³ у Херсонській області до 7,92 км³ у Закарпатській області, що становить 110 і 6580 м³/рік на одного мешканця. Раціональність та виваженість використання водних ресурсів є суттєвою особливістю ведення зрошувального землеробства в умовах екологізації виробництва [5].

При нестачі вологи у критичні фази розвитку рослин, можливо за один день втратити до 1% майбутнього врожаю. Посуха знижує урожай зернових культур до 40-60 %. Зі звіту Британського уряду втрати світового ВВП від зміни клімату будуть становити 5 %, а за невтішними прогнозами – 20% [2].

Всесвітня продовольча криза з кожним роком зростає. 2022 рік показав, що від Української сільськогосподарської продукції залежить життя 120 млн людей. Тому все більше сільськогосподарських господарств України переходять до зрошувального землеробства з метою отримання гарантованих стабільних та високих врожаїв. Роль зрошення та його вплив на довкілля з кожним роком буде зростати [3].

1.2 Зміна екологічного стану зрошуваних ґрунтів

Зміна кліматичних умов, щорічний приріст населення на планеті спонукає все більше переходити до зрошувального землеробства для подолання

продовольчої кризи, бідності та покращення якості життя. Однак, сьогодні все частіше на перевагу економічним показникам ведення зрошувального землеробства постають питання екологічного характеру [3].

Вплив зрошення на навколишнє середовище є різноманітним і в багатьох випадках негативний. Держави-члени ЄС постійно проводять тематичні дослідження, аналізують висновки та думки експертів; польові та лабораторні експерименти. Зокрема в Іспанії відбуваються найбільші емпіричні дослідження. Європейська спільнота визначає основні типи впливу на навколишнє середовище, як от [3]:

- забруднення води біогенними речовинами та пестицидами;
- пошкодження середовищ існування та виснаження водоносного горизонту шляхом забору зрошувальної води;
- інтенсивні форми зрошувального землеробства, які витісняють напівприродні екосистеми;
- руйнування біорізноманіття та природного ландшафту при створенні штучних водних середовищ існування;
- посилення ерозії культурних ґрунтів на схилах;
- засолення або забруднення води мінеральними речовинами підземних джерел;
- як негативні, так і позитивні наслідки великомасштабної передачі води, пов'язаної зі зрошуваними проєктами.

Серед зазначених, найбільш суттєвими негативних наслідків можна виділити [3]:

- поєднання надмірного забору запасів підземних вод, засолення та серйозне забруднення органічними речовинами, пестицидами та іншими відходами ферм у значних районах інтенсивного зрошувального землеробства. Найбільш розповсюджені ці проблеми в Іспанії, на узбережжі Середземномор'я - берегова лінія від південної Португалії до Греції та деякі окремі райони на півночі Європи, включаючи частину Нідерландів – ці проблеми є прикладом дослідження Південної Європи (Дайміель, Даліас і Арголід);

- ерозія ґрунту, що виникає внаслідок інтенсивного зрошення особливо при терасовому веденні землеробства на пагорбах. Ерозія ґрунту є проблемою деяких південних державах, включаючи Іспанію, Португалію та Грецію;

- висушування заболочених угідь і знищення колишнього високоцінного природного середовища існування, тощо.

Деякі ці проблеми були в природному стані, а з розвитком сільського господарства ще більше загострилися. Наприклад, засолення є значною проблемою для південних держав-членів і відносною для північних. Також для південних країн характерні проблеми забруднення поживними речовинами, ерозія, втрата родючості та деградація ґрунтів. Однак у довгостроковій перспективі, зміна клімату може посилити періоди посухи та погіршити ці показники у багатьох регіонах Європи. Окремі кризи у забезпеченості водою прогнозуються для Іспанія, тоді як у більш північних країнах-членах, включаючи Францію, Великобританію та Німеччину, очікується, що частота та серйозність періодичної посухи буде зростати. Що буде вимагати збільшення площ зрошуваного землеробства.

У Центральній та Східній Європі суттєвих катастрофічних даних про екологічний вплив зрошення немає. Але у деяких країнах є занепокоєння, що при зростанні площ зі зрошенням земель сільськогосподарського призначення будуть зазнавати суттєві зміни [3].

Проведені дослідження впливу зрошення у деяких басейнах річок різних континентів виявили, що процеси засолення знаходяться на першому місці поміж інших критерій впливу на навколишнє середовище. Через проблеми засолення щороку в усьому світі виводиться з використання від 2 до 3 млн га. Нараховується від 10 до 48 % світової території зрошуваних площ, що потерпають від процесів засолення. Найчастіше засолення пов'язано саме зі зрошуваним землеробством [2]. Світова тенденція підвищення температури повітря у вегетаційний період та зменшення кількості продуктивних опадів проводить до більшого накопичення водорозчинних солей у ґрунтового розчині.

На 2018 рік фактична зрошувана площа в Україні за звітами Державного агентства водних ресурсів складала 461,778 тис. га. Суттєво змінилась якість поливної води: на 14 % (порівняно з 2014 роком) збільшились площі з поливом водою II класу якості «обмежено придатна» за агрономічними критеріями (ДСТУ 2730:2015), що на 2018 рік складало 388,739 тис га (84,2 %) (рис.1.1) [4].



Рисунок 1.1 – Площі зрошуваних земель в Україні, при поливі водою різних класів, тис. га (за даними Держводагентства України) [4]

Відповідно стандарту якості зрошувальної води найбільша площа – 85,2 % полив водою обмежено придатною за безпекою підлучення; 45,555 тис. га і 45,130 тис. га – полив водою обмежено придатною за безпекою токсичного впливу на рослини і вторинного засолення відповідно. Полив водою I класу якості «придатна» охоплював лише 13,1 % відсоток зрошуваних площ. Найбільший вплив на еколого-меліоративні показники ґрунтів має полив водою III класу «непридатна» з високою мінералізацією, який склав 12,656 тис. га або 27% [4].

Регіональний розподіл поливу водою різного класу показав загальнодержавні показники – збільшення площі поливу водою II та III класу якості (рис.1.2). Є області, які поливались лише водою II класу – Кіровоградська, Донецька, Херсонська та Миколаївська. Найбільший відсоток поливу III класом

вод припав на Донецьку, Кіровоградську та Дніпропетровську області, що склало 40,5, 38,2 та 27 відсотків відповідно.

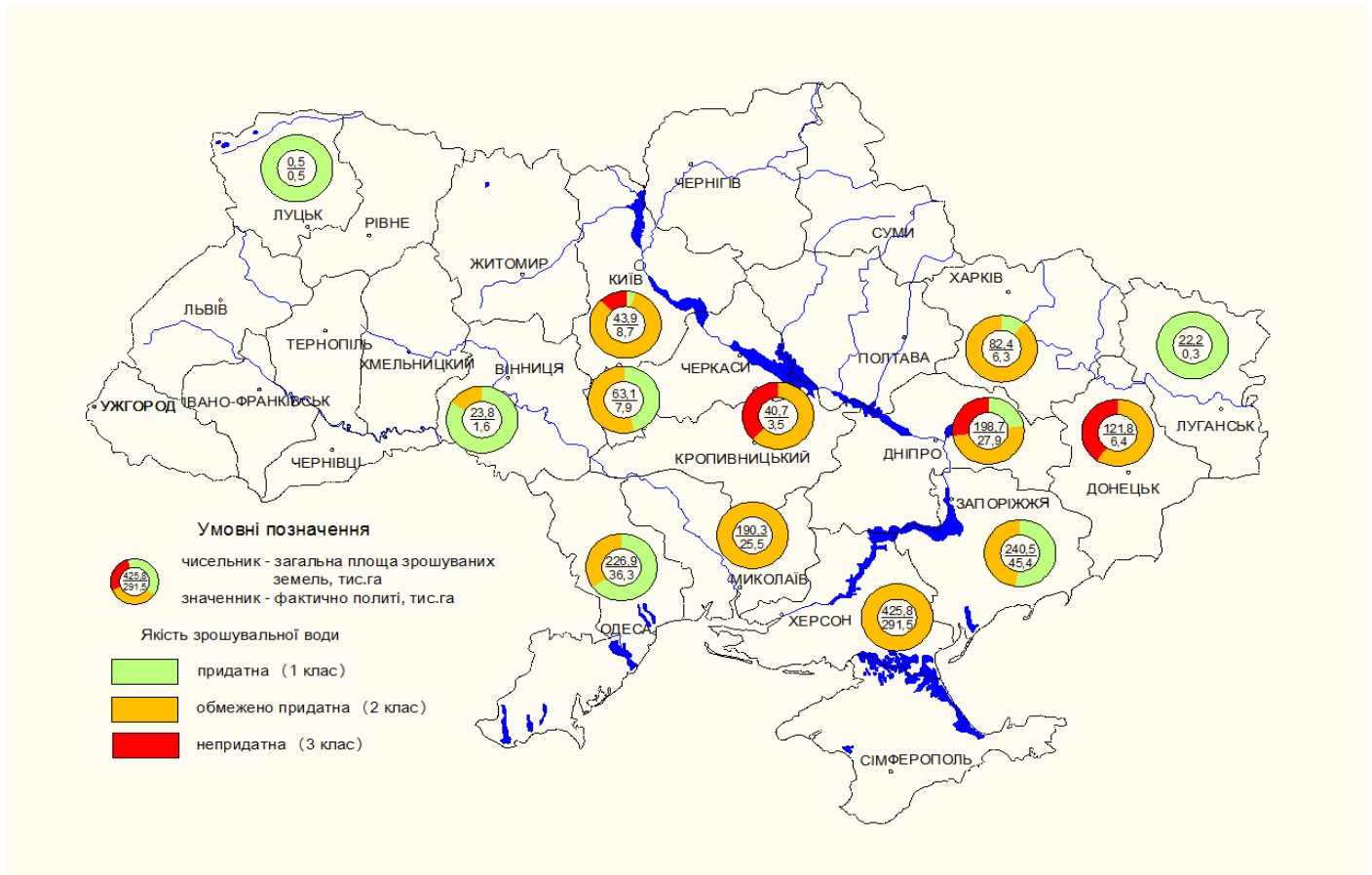


Рисунок 1.2 – Територіальний розподіл зрошуваних земель при поливі водою різною якістю (за даними Держводагентства України) [4]

Існують ще стандарти по оцінці якості зрошувальної води за екологічними критеріями відповідно ДСТУ 7286:2012 та за технічними показниками ДСТУ 7591:2014 [5, 9]. Контроль екологічних показників (важкі метали, нафтопродукти, бактеріологічні показники, феноли) проводиться вкрай рідка оскільки вимагає специфічного обладнання. Проведені спостереження виявляли воду лише I класу. Контроль якості зрошуваної води за технічними показниками проводять для оцінки застосування води при краплинному поливі. Про цьому проводять додатковий контроль бактерій, гідротіонів, марганцю, кількість завислих часток та сірководню.

Майже 40% від загальної площі зрошуваних земель України мають різний ступень засолення [7, 8]. Полив водою різної якості приводить до активізації

процесів вторинного засолення що спричиняє погіршенню фізико-механічних властивостей ґрунту та зниженню врожайності сільськогосподарських культур [33].

Особливістю надлишкової кількості водорозчинних солей у ґрунті є висока водоутримуюча здатність. Навіть при насичені водою, засолені ґрунти утримують вологу в 4 рази міцніше, ніж незасолені і не дають можливість рослинам використовувати ці воду. Даний процес відбувається за рахунок осмотичного тиску, який активізується при збільшенні кількості солей у ґрунті. Відповідно з'являються ознаки фізіологічної посухи [50].

На розвиток рослин найбільше впливають розчинені солі – сода, хлориди, сульфати. Найчастіше їх кількість незначна до 0,2 %, але навіть при невеликому підвищенні відбувається пригнічення розвитку рослин. Шкідлива дія від надмірної концентрації йонів натрію та магнію проводить до затримці в росу та розвитку рослин, що зменшує урожайність сільськогосподарських культур [9].

Ступінь засолення ґрунтів залежить від домінантних аніонів та катіонів у водній витяжці ґрунту. Найнебезпечніші є йони хлору. За хлором визначають ступінь токсичності іонів, так званий «сумарний ефект» (Н.І. Базилевич, О.І. Пайкова, 1968). Оптимальні є концентрації хлору в діапазонах 0,01-0,06 % від маси сухого ґрунту [11].

Загальний вміст водорозчинних солей в орному шарі нарівні 0,1-0,25 % від маси ґрунту негативно не впливає на врожайність (М.Ф. Буданов, 1980). Концентрація водорозчинних солей 0,25-0,5 % понижує загальну врожайність та якість продукції, кількість солей більше 0,5% зупиняє ріст та розвиток рослин [11].

Багато досліджень підтвердили, що процеси засолення та осолонцювання виникають навіть при поливі водою I класу якості. При поливі II класом якості відбувається накопичення мінеральних солей води у ґрунті. Підчас випаровування в орному шарі ґрунту залишається велика кількість солей, які не поглинаються рослинами та не виносяться з врожаєм. Підчас поливу

мінералізованою водою в посушливих регіонах відбувається більше накопичення солей, ніж у більш вологозабезпечених районах.

Кількісний та якісний склад солей у ґрунті змінюється сезонно: кількість зменшується у зимовий період та підвищується у літній.

З процесами засолення виникають ознаки осолонцювання з збільшенням кількості поглинутого натрію у ґрунтово-вбирному комплексі [20]. За рахунок великої кількості натрію відбувається заміщення йонів кальцію на натрій в обміннопоглинаючому комплексі. Дана заміна залежить від складу солей, реакції середовища, кількості кальцію та гумусу у ґрунті та деяких інших умов. Характерними ознаками солонцюватих ґрунтів є безструктурність, оглеєність, довша орна стиглість, малим інтервалом вологості [19-22].

Безпечна концентрація обмінного натрію у ґрунтово-вбирному комплексі – менше 3 % від ємності катіонного обміну ґрунту. Існує поняття протисолонцююча буферність, що характеризує стійкість ґрунтів до проявів процесів осолонцювання (Можейко А.М., Воротник Т.К.. 1965). Наявність у ґрунті солей CaCO_3 і $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ підвищує протисолонцюючу буферність, але при цьому повинно бути кисле середовище ґрунтового розчину [11].

1.3 Заходи боротьби з засоленням та процесами осолонцювання

Посушливі та напівзасушливі країни стикаються з вичерпання своїх водних ресурсів і перебувають вимушені використовувати неякісну воду для зрошувального землеробства. Результат - часто катастрофічний, оскільки великі продуктивні регіони засолюються. Основними критеріями встановлення якості поливної води є: якість води, мінералізація, хімічний склад; структура і водопроникність ґрунту; клімат, особливо випаровування, кількість опадів і температура; урожай, зниження врожайності по відношенню до вмісту солі; кількість промивної води; умови зрошення та дренажу; культура землекористування [15, 23].

Для попередження процесів засолення застосовують відповідні меліоративні заходи. Вибір меліоративного заходу залежить від величини

водневого показника, механічного складу ґрунту, ступеня солоності ґрунту, природної дренажності території тощо. При рН менше 7 на важких ґрунтах застосовують хімічні меліоранти, на легких ґрунтах висаджують солестійкі культури. Агромеліоративні засоби захисту є універсальними для всіх типів ґрунтів. У деяких випадках проводять будівництво локальних споруд для забезпечення очищення дренажного стоку при його мінералізації вище 2 г/л [16]. Заходи і технології з опріснення та демінералізації дренажних застосовують на основі іонообмінних установок. Застосовують додаткове очищення поверхневого стоку, який надходить з меліорованих та інших сільських територій за допомогою фільтрувальних шахт, агротехнічні заходи тощо у разі її забруднення біогенними речовинами, важкими металами та пестицидами.

До агрономеліоративних заходів відносять механічне видалення солей, заорювання солей, поверхнева промивка, вмивання солей, наскрізна промивка та хімічна меліорація відповідним меліорантом [24]. В планувально-організаційних питаннях необхідно на стадії проектування розташовувати зрошувальні ділянки у місцях, де негативні впливи зведені до мінімуму; підвищити ефективність існуючих зрошуваних площ, відновити деградовані сільськогосподарські угіддя для використання замість створення нового проекту зрошення; розробка невеликих локальних іригаційних систем як альтернатива великомасштабним державним і керованим системам; використання систем спринклерного зрошення та мікрозрошення для зменшення ризику заболочування, ерозії та неефективного використання води.

Механічне видалення солей, як агрономеліоративний захід, найчастіше застосовують при сильно засолених ґрунтах. Цей спосіб є досить трудомісткий та вимагає великі витрати води належної якості для промивки території [25-27].

Плантажна оранка або заорювання доцільно використовувати на слабо засолених ґрунтах. Слід контролювати відсутність солей нижніх горизонтів або наявність незначного підвищення концентрації невеликої потужності розташоване у поверхневих горизонтах профілю. Проведення плантажної оранки в умовах зрошення супроводжується деякими негативними наслідками:

значно знижується вміст водорозчинних солей - хлоридів і сульфатів та тимчасово підвищується лужність; в гідроморфних умовах позитивна післядія плантажної оранки не спостерігається, оскільки у ґрунтовому поглинаючому комплексі протягом тривалої післядії переважає натрій; спостерігається зниження родючості в перші роки після її проведення.

Одним з найбільш економічних, ресурсозберігаючих та простих у виконанні способів поліпшення осолонцювання на зрошуваних чорноземах є хімічна меліорація [29-30, 49]. Проведення хімічної меліорації передбачає здійснення комплексу заходів, спрямованих на поліпшення фізико-хімічних і фізичних властивостей ґрунтів, їх хімічного складу. Хімічна меліорація земель включає роботи з гіпсування, вапнування та фосфоритування ґрунтів [31, 32]. Останнім часом для меліорації солонцевих ґрунтів почали широко використовувати фосфогіпс. Він дешевший від гіпсу, має кислу реакцію і вміщує до 2 % загального фосфору. В умовах зрошення використання фосфогіпсу забезпечує поліпшення фізичних і хімічних властивостей, а також позитивно впливає на поживний режим ґрунту. Внесення гіпсу і фосфогіпсу частково знижує негативний вплив зрошення на диспергацію солонцевого ґрунту, знижує лужність, підвищується доступність для рослин азоту, фосфору і калію, зменшується токсичність рухомих форм заліза і алюмінію, активізуються мікробіологічні процеси, підвищується урожайність сільськогосподарських культур. Поліпшується екологія ґрунту шляхом їхнього розсолення. При довготривалому зрошенні виникає небезпека засульфачування поливних земель та потрапляння у ґрунт специфічних домішок фосфогіпсу. Контролювання даних негативних властивостей можливе через дотримання екологічно безпечних норм внесення фосфогіпсу [32].

1.4 Розрахунок доз внесення кальцієвовмісних меліорантів

Кількість внесеного меліоранту, а саме кальцію, у більшості випадків залежить від необхідної кількості витіснення обмінного натрію. Обмінний натрій

необхідно замінити до відповідного відсотка у ґрунтовому вбирному комплексі або до поліпшення ступеня солонцюватості ґрунту. Доза внесення кальцієвмісного меліоранту залежить від фізико-механічних властивостей та генезису ґрунту, який має ознаки солонцюватості.

Дозу меліоранту розраховують кількістю обмінного натрію, який необхідно замінити у ґрунтовому вбирному комплексі; за методом донасичення – різниці між поглинутим кальцієм солонцевого ґрунту та таким же несолонцевим зональним ґрунтом; за порогом коагуляції високодисперсних частинок [48].

Розрахункову формулу на витіснення обмінного натрію використовують на багатонатрієвих солонцях. До них відносять зону Лісостепу та Степу з солонцевими та лучно-солонцевими ґрунтами. Методи донасичення та коагуляційно-пептизаційний використовують на малонатрієвих ґрунтах з вмістом обмінного натрію до 3 %.

Розрахункова формула на витіснення обмінного натрію має вигляд [24],

$$D_{фz} = 0,086 \cdot H \cdot d \cdot Na, \quad (1.1)$$

де Na - вміст обмінного натрію, ммоль/100 г ґрунту;

H - глибина орного шару ґрунту, см;

d - середньовиважена щільність шару ґрунту, г/см³;

0,086- молярна маса еквівалентна гіпсу, г/ммоль.

При поливі водою II класу якості «Обмежено придатна» необхідно врахувати кількість натрію, яка вноситься з поливною водою. Для попередження надходження надлишкових іонів натрію зі зрошувальною водою використовують наступну формулу

$$Дфг = 0,086 \cdot (A - 0,5 \cdot T) \cdot B \quad (1.2)$$

де A – вміст натрію у поливній воді, мекв/л;

B – зрошувальна норма води, м³/га в рік;

T – сума катіонів у воді, мекв/л.

Для малонатрієвих солонців з вмістом обмінного натрію менше 3 % розрахована доза меліоранту базується на межі коагуляції колоїдної фракції ґрунту [18, 25-27].

$$D_e = 0,086 \cdot K \cdot H \cdot d, \quad (1.3)$$

де K - кількість кальцію в гіпсі, що необхідно для коагуляції колоїдів в ґрунті, мекв/100 г ґрунту.

У випадку обрання в якості хімічного меліоранту відходи виробництва необхідно враховувати екологічно безпечні норми його внесення [28].

$$D_e = \frac{(ГДК - C_2)}{C_1} \cdot \frac{H \cdot d}{C_{\phi_2} (100 - W)} \cdot 10^3, \quad (1.4)$$

де $ГДК$ – гранично допустима концентрація хімічних елементів у ґрунтах, мг/кг;

C_1 та C_2 – вміст хімічного елемента у меліоранті та ґрунті, відповідно, мг/кг;

H - глибина орного шару ґрунту, см;

C_{ϕ_2} - вміст гіпсу ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) у фосфогіпсі, %;

W - вологість фосфогіпсу, %.

Недивлячись на досить значний досвід з розрахунку доз внесення кальцієвмісних меліорантів вітчизняних та зарубіжних вчених не існує чітких рекомендацій щодо застосування тієї чи іншої розрахункової формули для ґрунтових або природно-кліматичних умов.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗРОШУВАНИХ ҐРУНТІВ ПРИ ПОЛИВІ ВОДОЮ ДРУГОГО КЛАСУ ЯКОСТІ

2.1 Характеристика районів проведення дослідження

Для дослідження екологічного стану зрошуваних ґрунтів було обрано два господарства – сільське (фермерське) господарство «Перлина» (далі - господарство 1) Павлоградського району (рис.2.1). та державне підприємство «Дослідне господарство Дніпропетровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» (далі - господарство 2) в с. Олександрівка Дніпровського району Дніпропетровської області. Перше господарство розташоване у північно-східній частині Дніпропетровської області на межі з Харківської області між селами Олексіївка та Сокільське Юр'ївського району Дніпропетровської області.



Рисунок 2.1 – Карта-схема розташування першого господарства

Примітка: координати системі WGS-84: 48°55'25.4"N 35°56'04.1"E, 48°55'33.4"N 35°56'41.5"E, 48°55'22.8"N 35°57'40.8"E, 48°54'50.5"N 35°58'08.2"E, 48°54'45.4"N 35°58'03.7"E, 48°54'26.1"N 35°58'36.0"E, 48°53'59.5"N 35°58'04.4"E

Підприємство займається вирощуванням кормових, фуражних, зернових культур; злаки, псевдозлаки; бобові та зернобобові рослини;

сіськогосподарські культури для промисловості; олійні та ефіроолійні сіськогосподарські культури; розсада, сіянці та саджанці для полеводства, овочівництва, плодівництва, лісівництва; квіткові цибулини та розсада тощо.

У першому господарстві зрошення відбувається від НСП № 7 Олександрівської зрошувальної системи, Павлоградського МУВГ з каналу Дніпро-Донбас на площі 305,1 га. Полив відбувається дощувальними машинами кругової дії «Отек».

Друге дослідження проводили на базі державного підприємства «Дослідне господарство Дніпровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України», що знаходиться в с. Олександрівка Дніпровського району Дніпропетровської області. Дослідні ділянки розміщені на третій терасі річки Самари ($48^{\circ}31,656'N$ $35^{\circ}13,431'E$ – $48^{\circ}31,665'N$ $35^{\circ}13,428'E$, рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Карта-схема розташування другого господарства

Господарство займається вирощуванням зернових культур та селекціонуванням баштанних. Для зрошення використовували воду з водосховища на р. Самара. Полив відбувається шланго-барабанними дощувальними машинами Іртек.

2.2 Ґрунтовий покрив ділянок району досліджень

Обидва господарства розташовані у зоні Степу. Степова зона охоплює приблизно 40% території України. 75 % степової зони займають чорноземи звичайні (шифр 37-42) та південні (шифр 43-45) (рис.2.3) [28].

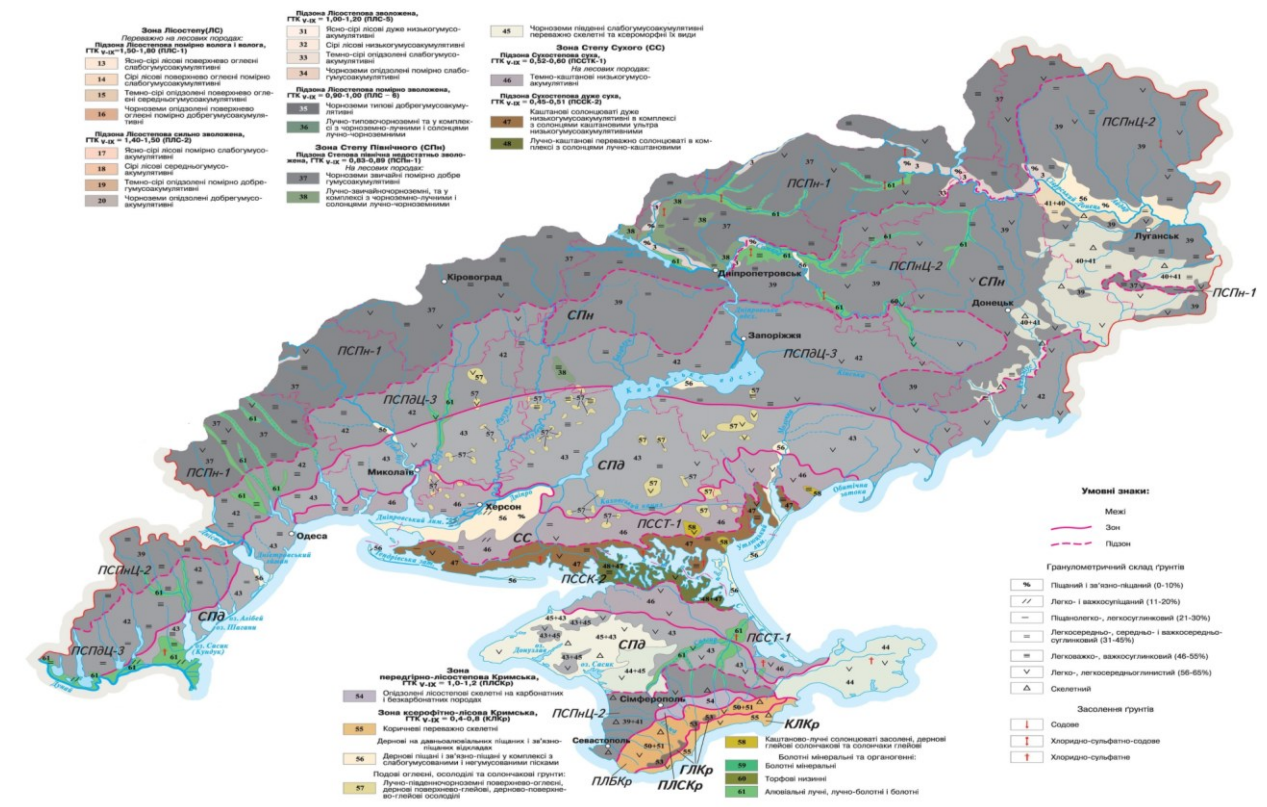


Рисунок 2.3 – Ґрунтова карта степової зони України [28]

Дніпропетровська область складається на 80 % з чорноземних ґрунтів. Вони займають усі елементи вододілів, схилів балок. На вододільних плато і верхніх третинах схилів вододілів крутизною до 1 – 2° розташовані їх незмиті відміни.

Найпоширеніші це звичайні (42,3 %) та південні (5,7 %) підтипи, за видом вони бувають потужні, середньо- та малопотужні. 15,1% території складають лугово-чорноземні, чорноземно-лугові, лугові, лугово-болотні, болотні, засолені, солонцюваті, осолоделі, а також дернові ґрунти, солончаки і солонці. За вмістом гумусу розрізняють середньо-та малогумусні. У деяких районах спостерігається процес осолонцювання, що займають 0,3 % від загальної площі.

Відповідно до різновидності механічного складу переважають середньо-, важкосуглинисті та легко глинисті ґрунти, що сформовані на лесах та лесовидних суглинках, місцями – на червоно-бурих глинах, піщаних та супіщаних породах, елювій масивно-кристалічних порід, тощо.

Ґрунти першої дослідної ділянки представлені чорноземами звичайними середньогумусними, що утворилися на лісах за механічним складом - середньо-суглинкові ґрунти. Проводили дослідження зразків ґрунту на 4 полях господарства С(Ф)Г «Перлина» (рис.2.4).

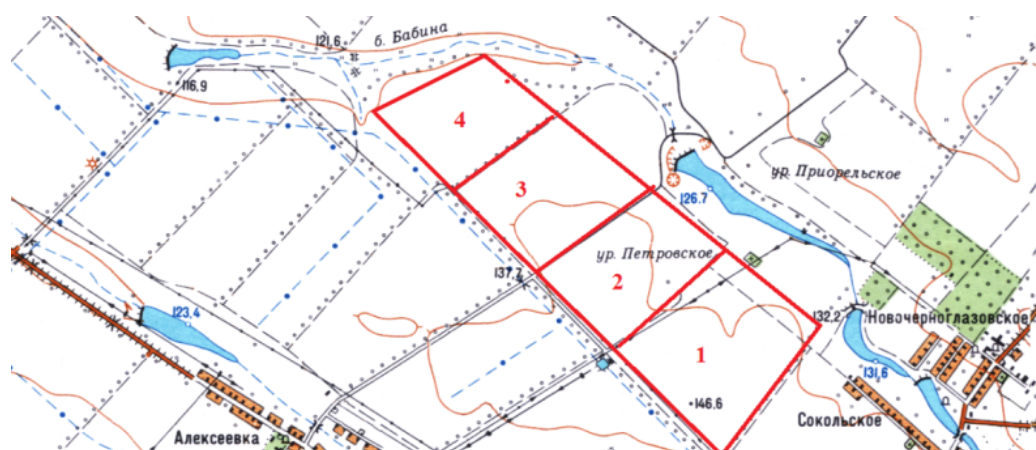


Рисунок 2.4 - Ситуаційна схема полів С(Ф)Г «Перлина»

Поля представлені чорноземом звичайним середньогумусним глибоким важкосуглинистим і легкоглинистим (58e), чорноземом звичайним слабозмитим важкосуглинистим і легкоглинистим (65e), лучними, чорноземно-лучними несолонцюватими і слабосолонцюватими засоленими важкосуглинистим і легкоглинистим (134e), намитими чорноземними і лучно-чорноземними ґрунтами важкосуглинистим і легкоглинистим (209e).

Середній вміст гумусу орного шару на полях першого господарства коливається від 5,6 до 7,4 % (табл. 2.1). Вміст азоту нітратного в орному шарі ґрунту характеризується низькими та дуже низькими показниками. Вміст рухомого фосфору змінюються від 14,7 до 31,1 мг/кг, що відповідає низькому та підвищеному вмісту.

Отже, агрохімічне обстеження ділянки СФГ «Перлина» показало низький вміст нітратного азоту та середній вміст рухомого фосфору. Ґрунти першого

дослідного господарства характеризуються достатньо високий рівень родючості.

Таблиця 2.1 – Вміст гумусу в шарі ґрунту

Номер поля	Вміст гумусу		Вміст нітратного азоту (NO ₃)		Вміст рухомого фосфору(P ₂ O ₅)	
	показник	%	показник	мг/кг	показник	мг/кг
1	дуже високий	6,3	низький	11,6	середній	16,7
2	дуже високий	5,6	дуже низький	5,9	низький	14,7
3	дуже високий	7,4	низький	14,2	середній	20,2
4	дуже високий	6,5	дуже низький	5,2	підвищений	31,3

Аналіз водної витяжки показав, що сума водорозчинних солей змінюється з 0,02766 до 0,05018%. Кількість токсичних солей знаходяться у межах норми та негативно не впливають на рослин (0,0154-0,0298%). Серед токсичних аніонів переважають іони хлору - 0,15-0,27 мекв на 100 г ґрунту, але вони не перевищують порогу токсичності. З цією кількістю хлору утворюються токсині солі: хлорид натрію та магнію, сульфат натрію та гідрокарбонат натрію.

Розподіл солей по профілю відбувається рівномірно. Ґрунти господарства відносять до незасолених.

Процеси осолонцювання відбуваються при наявності у ґрунтово-вбирному комплексі іонів натрію більше 3 % або магнію більше 20 %. У ґрунтах господарства кількість іонів обмінного натрію становить 0,4 %, тобто ґрунти є несолонцюваті [11].

Процеси содоутворення відбуваються при співвідношенні іонів $\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}} > 1$. У даних ґрунтах содоутворення не відбувається, бо співвідношення $\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}} = 0,6-0,78$ мекв на 100 г ґрунту не перевищує 1 [18].

Друга дослідна ділянка представлена чорноземом звичайним малогумусним вилугуваним на суглинковому лесі з ґрунтоутворюючими породами - лесовидні легкоглинисті відкладення.

Ґрунтовий розріз має наступну будову:

– горизонт Н 0-25 см – гумусовий (перегнійно–акумулятивний) темно–сірого забарвлення, у вологому стані майже чорний, структура в орному шарі пилювато–зерниста, у підорному – грудкувато–зерниста, сухий, коріння відсутнє, перехід у наступний горизонт поступовий;

– горизонт Н_p – перший гумусово–перехідний, темно–сірий з бурим відтінком, структура горіхувато–грудочкувата, злегка ущільнений, сухий, перехід у наступний горизонт поступовий;

– залягання карбонатів (35 см);

– горизонт Ph – другий гумусово–перехідний, темно–бурий, структура у верхній частині горіхувата, що донизу переходить у грудкувату, складення ущільнене, вологість свіжа, перехід у ґрунтоутворюючу породу поступовий;

– ґрунтоутворююча порода P_k – перехід поступовий, світло-бурий колір, ущільнений, структура горіхувато–грудочкувата, палевий лес, зустрічаються прожилки карбонатів.

Гранулометричний складу ґрунту характеризується вмістом фізичного піску - 71,02-74,0 % та фізичної глини - 28,98-26,0 %. Данні показники характерні легкосуглинковому ґрунту (таб.2.2).

Фізичний пісок займає 67,5-56,0 %, а 32,50-43,2 % займає фізична глина у шарі 45-105 см. Це свідчить про перехід до середньосуглинкового ґрунту за гранулометричним складом. Важкосуглинковий склад починається у шарі 105-150 см. Зміна водно-фізичних показників наведена у табл. 2.3.

Середня щільність ґрунту другого господарства становить 1,88 г/см³. Переущільнення спостерігається у підорному шарі - 2,04 г/см³. Показники вологість ґрунту зменшуються з заглибленням, найбільше значення - в орному шарі (29,3 %) (табл. 2.3).

За агрохімічними показниками вміст загального азоту (0,146–0,266 %) в орному шарі дуже низький. Спостерігаються зменшення цього елемента з глибиною.

Таблиця 2.2 – Гранулометричний склад ґрунту дослідної ділянки

Шар ґрунту, см	Розмір часток (мм), значення (%)					
	1,000 - 0,250	0,250 - 0,050	0,050 - 0,010	0,0100 - 0,005	0,005 - 0,001	<0,001
0-15	3,90	34,42	32,70	2,16	10,14	16,68
15-30	4,23	35,37	34,40	2,01	7,78	16,21
30-45	5,00	31,59	36,82	1,97	6,62	18,00
45-60	5,33	27,34	34,83	5,42	8,51	18,57
60-75	4,00	20,95	35,45	5,50	14,80	19,30
75-90	3,91	21,01	34,78	5,90	15,42	18,98
90-105	1,12	21,26	34,42	4,05	23,25	15,90
105-120	1,94	20,02	33,25	4,60	21,46	18,73
120-135	2,01	13,81	38,54	3,95	22,94	18,90
135-150	3,12	6,91	39,97	3,75	28,46	17,79

Таблиця 2.3 – Водно-фізичні властивості ґрунту

Шар ґрунту, см	Щільність ґрунту, г/см ³	Вологість ґрунту, %
0-15	1,99	29,40
15-30	2,04	29,20
30-45	2,01	27,20
45-60	1,72	27,60
60-75	1,95	24,40
75-90	1,95	23,70
90-105	1,95	22,90
105-120	1,97	22,10
120-135	1,99	21,90
135-150	1,99	21,40

Фізико-хімічні властивості ґрунту дослідної ділянки наведені у таблиці 2.4. Ґрунти дослідної ділянки другого господарства відносять до малогумусних з вмістом гумусу 2,01–2,50 %, який поступово зменшується за глибиною до 0,3 % (105 см). Водневий показник незначно збільшується за глибиною, але залишається в межах норми.

Кількість водорозчинних солей в орному шарі ґрунту викликає деякі процеси з засолення, так цей шар має слабозасолені ґрунтів. У нижніх горизонтах ґрунти є середньозасолені (табл.2.4).

Таблиця 2.4 – Фізико-хімічні властивості ґрунту

Властивість ґрунту	Глибина відбору ґрунту, см						
	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90	90-105
Вміст гумусу, %	2,5	2,01	1,86	1,2	0,73	0,35	0,3
pH	7,4	7,4	7,5	7,62	7,70	7,78	7,8
Сума водорозчинних солей, %	0,099	0,22	0,36	0,28	0,34	0,45	0,51
Увібрані основи, ммоль на 100 г ґрунту:							
Ca	22,1	22,0	22,0	17,5	17,35	16,5	16,5
Mg	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0
Na	0,4	0,7	0,67	0,4	0,38	0,29	0,26
Ємкість поглинання, ммоль на 100 г ґрунту	26,47	26,55	26,55	21,99	21,77	20,04	20,10
% увібраних основ від ємкості поглинання:							
Ca	83,49	82,86	82,86	79,58	79,70	82,34	82,09
Mg	9,82	9,42	9,42	11,37	11,48	9,98	9,95
Na	1,51	2,64	2,52	1,82	1,75	1,45	1,29
Гідролітична кислотність, ммоль на 100 г ґрунту	1,15	0,7	0,97	1,15	0,89	1,23	1,0

За хімічним типом засолення друге дослідне господарство має сульфатний та натрієвий тип. За вмістом токсичних солей (0,0766 % - 0,48 %) ґрунти є слабозасолені та середньозасолені.

За характеристикою ємкість поглинання та вмісту у ній обмінного натрію 2,52-2,64 % в підорному шарі ґрунту та зменшеною кількістю обмінного кальцію у цьому ж шарі, можна зробити висновок про початкові процеси осолонцювання даних ґрунтів (табл. 2.4).

Відсотковий вміст обмінного натрію у ґрунтово-вбирному комплексі (до 3%) відносить данні ґрунт до малонатрієвого.

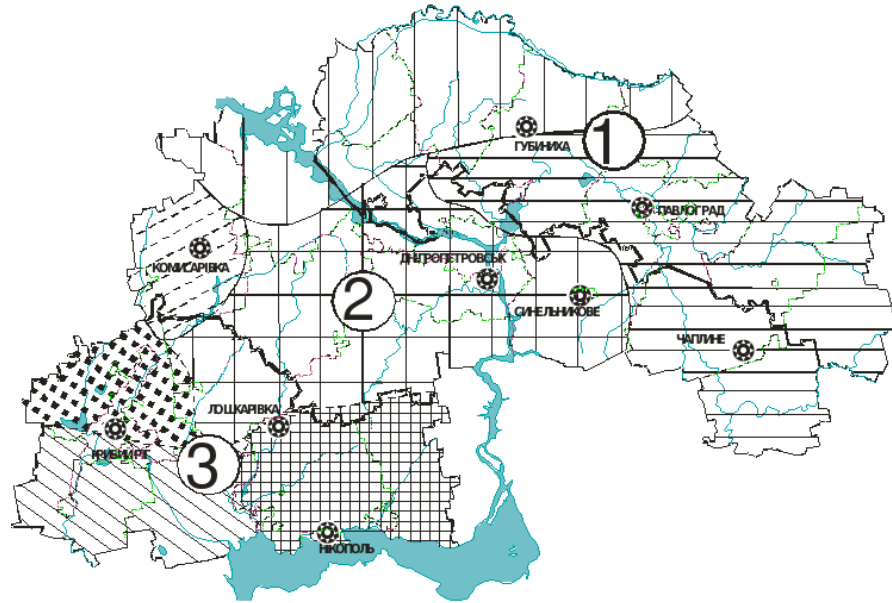
До проявів процесів осолонцювання відноситься незадовільний фізичний стан ґрунту: він липкий, пластичний, швидко набрякає та в'язкий у вологому стані, а у сухому стані відбувається його потріскування та характеризується поганою водопроникністю.

Отже, ґрунт другого господарства - чорнозем звичайний малогумусний вилугуваний на суглинковому лесі, у якому спостерігаються екологічно небезпечні процеси осолонцювання.

2.3 Кліматична характеристика

Розглянуті господарства знаходяться у кліматичному поясі Північного Степу України. Цей район має доволі посушливий клімат з недостатнім зволоженням та значним випаровуванням. Температурні показники відрізняються великою амплітудою протягом дня та року. Обидва господарства розташовані у Північно-Східній Лівобережній зоні Дніпропетровської області (рис. 2.5).

Дана зона характеризується стрімкими змінами погодних показників відносно років, так роки з достатньою вологозабезпеченістю змінюються на посушливі з яскраво вираженими суховіями. Кількість опадів за рік в середньому становить 350-490 мм. Велика кількість опадів випадає у весняно-літній період та характеризується малою ефективністю із-зі великої інтенсивності та нерівномірному розподілу протягом року. Ще однією особливістю цієї зони є великий діапазон коливання підґрунтових вод, які приносять надлишок солей в орний шар.



☼ - метеостанція; ① номер і межі кліматичних зон: 1-Північно-Східна Лівобережна (Пшенична), 2-Центральна (Пшенично-кукурудзяна), 3-Південно-Західна (Кукурудзяна)

Рисунок 2.5 - Кліматичне районування Дніпропетровської області [30]

За даними метеостанції Лозова для сільського (фермерського) господарства «Перлина» середньорічна сума опадів становить 400-490 мм. Середня температура повітря за рік становить $7,5^{\circ}\text{C}$. Липень є найжаркішим місяцем року з середньою температурою $20,8^{\circ}\text{C}$, січень – найхолодніший місяць року з середньою температурою $-6,5^{\circ}\text{C}$.

За даними метеостанції, що розташована у дослідному господарстві ДП «Дослідне господарство Дніпропетровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» зимовий період характеризувався незначною кількістю опадів у вигляді снігу у лютому 2021 року – 51,2 мм. За зимовий період взимку випало 101мм. Максимальна потужність снігового покриву зафіксована у січні – 40 мм. Мінімальна температура повітря взимку $-15,5^{\circ}\text{C}$.

Весняний період характеризувався значною кількістю опадів - 213 мм, які розподілялись вкрай нерівномірно (за травень випало лише 20 мм).

Температурний режим змінювався від мінімальної температури у березні $-2,1^{\circ}\text{C}$, а максимальну температуру повітря відмічали у травні $+29,1^{\circ}\text{C}$.

Максимальну кількість опадів у літній період спостерігали у червні $- 52,9$ мм. Найменшу кількість опадів була у липні $- 28,8$ мм. Загальна кількість опадів за період вегетації становила $255,5$ мм. Середньодобова температура повітря змінювалась з $+21,1^{\circ}\text{C}$ до $+22,7^{\circ}\text{C}$ [33].

В осінній період випала незначна кількість опадів $- 52,1$ мм. Температура повітря коливалась з $-3,1^{\circ}\text{C}$ до $+35,1^{\circ}\text{C}$.

Гідротермічний коефіцієнт був на рівні $2,19$, що позитивно вплинуло на ріст та розвиток сільськогосподарських культур. Кліматичні показники у 2021 році були сприятливі для росту і розвитку сільськогосподарських культур.

2.4 Методи та методики проведення спостережень

Проведені дослідження базувалися на методах аналізу та синтезу при роботі з теоретичними матеріалами вивчення впливу зрошення на екологічний стан ґрунтів, засоби боротьби з засоленням при поливі водою II класу придатності. Використовували лабораторні та польові дослідження для аналізу водної витяжки ґрунту та зрошуваної води, фізико-механічних властивостей ґрунту.

Для аналізу фізико-механічних властивостей ґрунту використовували наступні методики та стандарти: гранулометричний склад ґрунту – ДСТУ 4730 – 2007, щільність – за методикою Медведєва В.В.; кислотність гідролітична – ДСТУ 7537 – 2014, показники рН сольовий та водний ДСТУ ISO 10390 – 2007; тип засолення та ступінь засолення – ДСТУ В346 – 2015 ; вміст гумусу у ґрунті – ДСТУ 4289: 2004, елементів живлення азоту ґрунту ДСТУ 7863: 2015, рухомі сполуки фосфору та калію – ДСТУ 4115 – 2002. Відбір проб для визначення якості води проводили згідно ДСТУ ISO 5667 – 6: 2009. Аналіз поливної води проводили відповідно ДСТУ 2730: 2015 , щодо якістю природної води для зрошення за агрономічними критеріями; контроль якості зрошувальних вод

ВНД 33 – 5.5 – 09 – 2001, оцінка кості води за екологічними критеріями встановлювалась відповідно ГДК (ВБН 33 – 5.5 – 04 – 98) [34-47].

У роботі також використовували «Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення» та «Інструкцію з організації та здійснення моніторингу зрошувальних та осушуваних земель».

2.5 Якість зрошуваної води

Підприємство С(Ф)Г «Перлина» для поливу використовує воду з каналу Дніпро-Донбас. Далі вода подається ГНС 2 по трубопроводу (довжина – 8730 м) у регулюючий басейн НСП №7 Олександрівської зрошувальної системи, Павлоградського МУВГ. За зрошуваний період витрати сягають 1050 м³/год або 1512 тис. м³.

Аналіз поливної води у С(Ф)Г «Перлина» проводили Регіональним офісом водних ресурсів у Дніпропетровській області Державного агентства водних ресурсів України у 2022 р. Аніонно-катионний склад поливної води наведено у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Хімічний склад зрошуваної води

рН	Аніони					Катіони				Загальна жорсткість	Мінералізація, мг/дм ³
	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ₂₊	Na ⁺	NH ₄ ⁺		
	мекв/дм ³										
8,53	0,6	3,7	8,65	3,5	0,0	6,11	3,5 9	6,75	0,0	9,7	1100

Відповідно аналізу зрошувальної води за агрономічними критеріями (ДСТУ 2730: 2015) з каналу Дніпро-Донбас дана вода відноситься до II класу придатності, тобто обмежено придатна (табл.2.6). Цей клас присвоюється за загальною мінералізацією: при мінералізації менше 1,0 г/л – вода придатна для зрошення; при мінералізації від 1,0 до 2,0 г/л – вода небезпечна з точки зору вторинного засолення ґрунтів; з мінералізацією з 2,0 до 5,0 г/л – вода не

придатна, може використовуватися тільки при достатньому природному дренажу території, складанні піщаними ґрунтами та наявності промивного режиму.

Таблиця 2.6 – Якість зрошуваної води за агрономічними критеріями С(Ф)Г «Перемога»

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Норми за ДСТУ 2730-15 (клас якості води II)	Фактично	Іригаційна оцінка якості води
1	Водневий показник (рН) Кислий ґрунт Нейтральний ґрунт Лужний ґрунт	одиниці рН	8,2-9,0 8,0-8,8 7,6-8,5	8,53	Вода обмежено-придатна до зрошення за підключенням та токсичного впливу на рослини
2	Загальна лужність ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-$)	мекв/дм ³	3,5-8,5	4,3	
3	Токсична лужність ($\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$)	мекв/дм ³	2,0-4,5	1,95	
4	Вміст лужності від нормальних карбонатів (CO_3^{2-})	мекв/дм ³	0,1-0,6	0,6	
5	Концентрація токсичних іонів в еквівалентах хлору	мекв/дм ³	14-24	8,81	
6	Вміст іонів хлору	мекв/дм ³	3,0-15,0	3,5	
7	Відношення суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів	%	45-55	23,2	

За рівнем рН (8,56) та кількістю карбонатів (0,6 мекв/дм³) зрошувана вода першого господарства відноситься до II класу якості за небезпекою підключення. Згідно з ГДК (ВБН 33 – 5.5 – 04 – 98) «Якість поливної води для зрошення. Екологічні критерії» зрошувальна вода має у своєму складі лише хлориди, що не перевищують допустимі значення. Відповідно вода відноситься до категорії «незабруднені» (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 - Якість зрошуваної води за екологічними критеріями С(Ф)Г «Перемога»

№ з/п	Назва показників забруднення води	Одиниці вимірювання	ГДК (ВБН 33-5.5-04-98)			Фактичні показники
			незабруднені	умовно забруднені	забруднені	
	Хімічне забруднення					
1	Хлоридне :					
	хлориди	мг/дм ³		350-600	>600	124,09
2	Нітратне:					
	нітрити	мг/дм ³	<3,0			0,0
	нітрати	мг/дм ³	<50			0,0
3	Металами :					
	залізо загальне	мг/дм ³	<0,3			0,0
Категорія						незабруднені

На показники забруднення та засолення ділянок зрошення впливає рівень підгрунтових вод та їх хімічний склад. Рівень залягання підгрунтових коливается від 5 м до понад 7 м. Хімічний склад підгрунтових вод дуже різноманітний, а сухий залишок коливается у діапазонах 1,7–3 г/дм³. Високий рівень залягання підгрунтових вод не дає значного впливу на ґрунти господарства.

У державному підприємстві «Дослідне господарство Дніпровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» для зрошення використовують воду з водосховища на р. Самара біля с. Олександрівка. Хімічний аналіз зрошувальної води проводили у науково-дослідній лабораторії гідроекології ДДАЕУ (табл. 2.8).

Протягом року спостерігається велика динаміка хімічних елементів в зрошуваній воді другого дослідного господарства. Відбувається збільшення показників рН до 8,3, що викликає наявність карбонатної соди у воді. Протягом року спостерігається підвищення сухого залишку (до 3090 мг/дм³). Відповідно аналізу зрошувальної води за агрономічними критеріями (ДСТУ 2730:2015) з

р.Самара вода відноситься до II класу придатності, тобто обмежено придатна.

Таблиця 2.8 - Хімічний склад зрошуваної води ДП «Дослідне господарство Дніпровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України»

№ з/п	Контролюючий показник	Результати аналізу
1	рН	8,33
2	Сухий залишок, мг/дм ³	3090
3	Сульфати, мг/дм ³	1154
4	Хлориди, мг/дм ³	520
5	Жорсткість, мекв/дм ³	25,2
6	Лужність, мекв/дм ³	6,25
7	Гідрокарбонати, мг/дм ³	551
8	Карбонати, мг/дм ³	-
9	Кальцій, мг/дм ³	203
10	Магній, мг/дм ³	201,41
11	Калій+натрій, мг/дм ³	478
12	Сума іонів, мг/дм ³	3107

Цей клас отримано із-за небезпеки її токсичного впливу на рослин та небезпекою осолонцювання ґрунту. За агрономічними критеріями хімічний тип води відносять до хлоридно-сульфатного натрієво-магнієвого та в деякі періоди магнієво-натрієвого. Отже при поливі даною водою необхідно проводити заходи з попередження деградації ґрунтів через можливість розвитку процесів осолонцювання.

Рівень підґрунтових вод знаходиться в межах 3 – 5 м зі значною мінералізацією, яка в деяких періодах року сягає 10 г/л.

За даним розділом можна зробити наступні висновки:

1 С(Ф)Г «Перемога» розташоване на вододільному плато з рівнинним

рельєфом з нахилом західного напрямку біля р. Оріль. ДП «Дослідне господарство Дніпровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» розміщене на третій надпойменій терасі р. Дніпро біля р. Самара.

2 Розглянуті господарства представлені чорноземом звичайним на суглинковому лесі гумусним (перше господарство) та малогумусним (друге господарство) з ознаками осолонцювання.

3 Підґрунтові води залягають на глибині 5-7 м (перше господарство) та 3-5 м (друге господарство).

4 Орний шар першого господарства за ступенем засолення є незасолений без ознак процесів осолонцювання, ґрунт другого дослідного господарства є мало- та середньозасолений має ознаки осолонцювання.

5 Зрошення відбувається водою каналу Дніпро-Донбас у першому господарстві та з озера на р. Самара уся вода відноситься до II класу якості – обмежено придатна. Ведення сільського господарства можливе у при використанні заходів попередження засолення та осолонцювання.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МЕЛІОРАЦІЙ ІРИГАЦІЙНО ЗАСОЛЕНИХ ҐРУНТІВ

3.1 Технологічні прийоми поліпшення якості зрошуваних ґрунтів

3.1.1 Хімічна меліорація

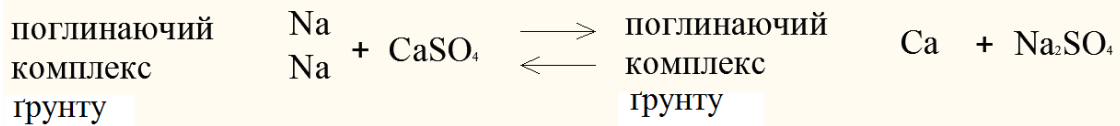
До процесів деградації ґрунтів відносять засолення. Нераціональне та безвідповідальне зрошення приводить до закислення або засолення ґрунтів. Зміна кліматичних показників, а саме: підвищення середньорічних температур повітря, зміна характеру опадів, спричиняють процеси соленакопичення у ґрунті.

Державне агентство з водних ресурсів України зафіксувало, що первинно та вторинні площі засолення країни складають до 10 % від загальної площі зрошення. Донецька, Дніпропетровська, Одеська, Херсонська та Миколаївська області мають найбільші площі засолених ґрунтів.

Полив мінералізованою водою (більше 1,1 г/л) можливо проводити у тому випадку, коли у катіонному складі переважають іони кальцію, а не натрій та магній. У випадку неможливого використання для поливу воду І класу якості необхідно передбачити заходи з поліпшення екологічного стану ґрунтів з додаванням органічних добрив, внесенням підвищеної норми мінеральних добрив, використання у сівозміні багаторічні трави.

У першому розділі зазначалось, що екологічними наслідками господарської діяльності зрошуваного землеробства стає засолення ґрунтового покриву при надмірній витраті мінералізованої поливної води, сильної випаровуваності з поверхні ґрунту при підвищенні середньорічної температури повітря, підтягування солей до верхніх шарів з нижніх горизонтів або з мінералізованих підґрунтових вод.

Процеси осолонцювання пов'язано з концепцією К.К. Гедройця з витісненням обмінного натрію з ґрунтового поглинаючого комплексу [26]:



Найперший метод з боротьбою осолонцювання запропонували Антипов-Каратаєв І.Н та Пак К.П. (1959). Цей метод дозволяє змістити обмінні складові ґрунту за рахунок додавання вапна або гіпсу.

Для підвищення стійкості ґрунтів до такого деградаційного процесу як осолонцювання необхідно підвищити протисолонцюючу буферність ґрунту. Основний механізм даного заходу – заміна обмінного натрію на кальцій будь-яким кальцієвмісним меліорантом, що зупини процеси осолонцювання або знизить їх негативні наслідки. Для проведення хімічної меліорації використовують гіпс, фосфогіпс, крейда, вапно, хлористий кальцій, сульфат заліза і алюмінію, пірит. При додавання кальцієвмісного меліоранту кальцій заміщає натрій в ґрунтово-вбирному комплексі, а утворений сульфат натрію розчинається та вимивається у нижні горизонти.

Використання кальцієвмісних меліорантів покращує фізико-механічні, водні та агрофізичні властивості. Поліпшення структурності ґрунту зменшує термін його досягання, не утворюється поверхнева кірка, змінюється колоїдний склад ґрунту [10, 17].

Покращення водних властивостей ґрунту при проведенні гіпсування довели дослідження Т.К. Воротника на півдні України, що показали у три рази більшу «водовіддачу». Інші дослідження по внесенню гіпсу після зяблевої оранки в нормі 2-3 т/га показали покращення фізичних властивостей та водопроникності на чорноземах південних і темно-каштанових [16]. У даному досліді проводили полив мінералізованою водою Інгулецькою зрошувальною системи протягом тривалого періоду. Гіпсування зменшило утворення поверхневої кірки, підвищився відсоток агрегатно-цінних частинок, водопроникність, фізична стиглість ґрунту настає швидше.

Існують дослідження, які говорять про щорічне внесення хімічного меліоранта (Лактіонов Б.І., Черноостровець Ю.Н.) та внесення в запас на деякий

період (Балюка С.А., Ладних В.Я.) [17].

3.1.2 Плантажна оранка

Крім хімічної меліорації наступний дієвий та більш екологічний спосіб боротьби з солонцевими ґрунтами є плантажна оранка. Даний вид попередження деградації ґрунтів працює за наявності сполуки кальцію у ґрунтовому профілі. Цей метод ще називають метод «самомеліорації». Конкретні параметри його проведення залежать від характеристики ґрунтового профілю, хімізму та ступеню засолення [26].

Меліоративна плантажна оранка використовуються при високому заляганні карбонатів (до 50 см). За рахунок підняття наявного карбонату на поверхню та реакції між вуглекислотою атмосфери та кислот, що утворюються при життєдіяльності рослин, карбонат кальцію змінюється на бікарбонат, що приймає участь у заміні натрію у ґрунтово-вбирному комплексі. Цей спосіб самомеліорації доволі дієвий, оскільки має довгу пролонгуючу дію; економічний - не потребує витрат на придбання та доставку хімічного меліоранту; екологічний – до природних компонентів ґрунту не вносять зайві елементи [15, 18].

Плантажна оранка руйнує солонцевий горизонт, підтягує іони кальцію для заміщення натрію у ґрунтово-поглинаючому комплексі. Це приводить до зменшення щільності, розширення гумусового горизонту, підвищення пористості та водопроникності. За деякими спостереженнями позитивний результат після проведення плантажної оранки спостерігався протягом 50 років.

Доцільність проведення плантажної оранки визначається розташуванням карбонатів у ґрунтовому профілі та їх кількості. Необхідно підняти на поверхню для самомеліорації до 10 см шару карбонату при його вмісті 5-10%, якщо вміст більший потужність шару можна зменшити. Дотримання цієї вимоги гарантує обмінну реакцію з заміни натрію на кальцій, що поліпшує водно-фізичні властивості ґрунту.

Глибина залягання підґрунтових для проведення плантажної оранки повинна бути понад 3 м з загальною мінералізацією до 10 г/л. При плантажній оранці хімічний склад ґрунту не повинен перевищувати поріг токсичності по вмісту солей та граничнодопустиму концентрацію вмісту важких металів.

В умовах зрошення плантажна оранка має позитивний ефект, коли поливна водна має добру якість та не утворює вторинне засолення. В іншому випадку повинна проводитись хімічна меліорація, разом з плантажною оранкою.

За термінами проведення плантажна оранка виконується при настанні вологості ґрунту на рівні 60-65 % від НВ восени або влітку на тому полі, де планується чистий або частковий пар. У перші роки після плантажної оранки бажано вирощувати сільськогосподарські культури, що мають потужну та розвинену кореневу систему [24].

У досліджах ННЦ ІГА після проведення плантажної оранки на каштанових ґрунтах спостерігали підвищення врожайності більшості сільськогосподарських культур протягом 50 років післядії. У досліджах ВАТ «Авдіївський» Донецької області на чорноземах звичайних при внесення гною та проведенні плантажної оранки відбувалося підвищення врожаю на 20-30 % у порівнянні з проведенням хімічної меліорації [22, 24].

3.1.3 Агробіологічний метод

Агробіологічний метод є більш ресурсозберезний, доступний та екологічний спосіб боротьби з процесами осолонцювання та засолення. Найчастіше цей спосіб застосовують у випадку неможливості або недоцільності застосування інших способів меліорації. У солонцевих ґрунтах з високим рівнем підґрунтових вод, значною кількістю солей доцільніше вирощувати багаторічні трави або використовувати їх для пасовищ або сіножатей з використанням ресурсощадних агротехнологій. До культур які мають високу фітомеліоративну здатність відносять багаторічні трави: пирій безкореневищевий, покісниця, канаркова трава, буркун білий і жовтий, стоколос, просо, суданська трава,

еспарцет, конюшина, тимофіївка; однорічні культури: гірчиця, ячмінь, буряк кормовий, росо кормове, пшениця, могар, просо зернове, овес, озиме жито, сорго, ячмінь [5, 6].

На сьогодні найбільш уживаною культурою для запобігання осолонцювання та засолення є люцерна. Ця культура має потужну кореневу систему (до 5 м), що може знизити рівень підґрунтових вод. В умовах зрошення ця культура теж відрізняється гарними показниками, оскільки потребує високих зрошуваних норм (до $5000\text{м}^3/\text{га}$), які вимивають надлишок солей з потужного кореневмісного шару.

3.2 Вибір технологій меліорації для дослідних господарств

Аналізуючи наявні способи поліпшення якості зрошуваних ґрунтів для умов С(Ф)Г «Перемога» найкраще підходить варіант з проведення хімічної меліорації. Аналіз показників водної витяжки ґрунту першого дослідного господарства не показав надмірної кількості водорозчинних солей та ознак процесів осолонцювання. Зрошувана вода, навпаки викликає занепокоєння, оскільки відноситься до II класу якості «обмежено» придатна за небезпекою підлуження. Для покращення якості води та підвищення її класу пропонується застосувати хімічну меліорацію зрошувальної води. У якості меліоранту застосувати залізокальцієві (залізо-кальцієвий шлам, сірчаноокисле залізо), або сірчаноокислі (гіпс, фосфогіпс) меліоранти. Застосування гіпсу та фосфогіпсу у якості меліоранту в зрошуваній воді доцільно, коли необхідно підвищити кількість кальцію на $20\text{ мекв}/\text{дм}^3$, оскільки ці сполуки погано розчиняються у лужній воді. При необхідності більшої концентрації кальцію, потрібно додати більш розчинені речовини – нітрат кальцію, хлористий кальцій, залізо-кальцієвий шлам, сірчаноокисле залізо. Найбільш ефективніший та розчинний є залізо-кальцієвий сірчаний шлам. Як і фосфогіпс він містить CaSO_4 ще й FeSO_4 , Fe_2SO_4 , отже меліоративний ефект більший. Для покращення якості

поливної води та підвищення її класу можливо використовувати сірчану кислоту 50%.

Ґрунти державного підприємства «Дослідне господарство Дніпровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» (друге дослідне господарство) потребують більших засобів захисту. Характеристика ґрунтового покриву та хімічний склад зрошувальної води (розділ 2) показали наявність слабо та середньозасолених ґрунтів, фізичні ознаки процесу осолонцювання та обмежену придатність води (II клас якості) за показниками засолення та осолонцювання.

Для попередження та зменшення деградаційних процесів ґрунтів другого дослідного господарства пропонується застосувати плантажну оранку та хімічну меліорацію кальцієвмісним меліорантом.

При розташуванні карбонатів у ґрунтовому шарі на відстані 35 см для другого господарства плантажну оранку можна застосовувати у тих місцях де рівень підґрунтових вод залягає на рівні більше ніж 3 м. Для оранки пропонується застосувати причіпні триярусні плуги відвального типу ПТН – 40, ПТН – 3 – 40, або закордонного виробництва Lemken Євро Діамант або Lemken Варі Діамант

та ін. Для аргеготування використовують потужні вітчизняні та закордонні трактори ХТЗ – 16131, Беларус 152 – 1523В, CLAAS Arion 640, John Deere 6130D, Challenger MT 555 – 595 та ін. Якщо фізичний стан ґрунту дозволяє проводити меліоративну оранку, то її проводять влітку або восени. У весняний період необхідно у два-три сліди провести чизелювання на глибину до 25 см з попереднім органічним та мінеральним удобренням. Весняний обробіток потрібен для кращого перемішування та проникнення карбонатів у ґрунт.

Найбільш ефективний метод боротьби з засоленням є хімічна меліорація. Цей метод не потребує високого залягання карбонатного горизонту, ефективен навіть при содовому засоленні, рівень підґрунтових вод повинен лише не перевищувати критично допустимого рівня. При можливому досягненні критичної глибини підґрунтовими водами необхідно перервати капілярне

піднятті цих мінералізованих вод на поверхню та зменшити підпитку підґрунтових вод через фільтрацію з поля. Для запобігання надходження солей з підґрунтових вид потрібно проводити поливи відповідно потреб рослин у періоди розвитку з дотриманням режиму зрошення та кореляцією норм згідно кількості опадів. Розподіл поливної води по полю повинен бути рівномірний без локальних місць замочування.

У якості хімічного меліоранту пропонуємо застосовувати сиромелений гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ або відходи виробництва мінеральних добрив – фосфогіпс. Вносити меліорант доцільно під зяблеву оранку в осінній період (гіпс) або навесні під оранку (фосфогіпс). Це дозволяє акумулювати більше вологи в ґрунті, добре розчинити меліорант та перемішати. Найкраще після внесення залишити поле на чистий пар або вносити під просапну культуру: для умов Степу це може бути кукурудза. При внесенні гіпсу необхідно використовувати плуг без передплужника для кращого переміщування. Деякі вчені рекомендують вносити гіпс з мінеральними добривами для підсилення його дії, а після можна додавати органічні добрива та заорати поле.

Якщо солонцевість не є природною ознакою відповідного типу ґрунту, то ці ґрунти залягають локально у вигляді плям і займають до 20 % території. У цьому випадку меліорант вносять лише на ці плями. При розповсюдженні солонцевих ґрунтів плямами, що займають територію 30% та більше, меліорант вносять суцільно на все поле з поданням підвищених норм в плямах солонців.

При використанні гіпсу в якості хімічного меліоранту, його вносять у день доставки. При зберіганні гіпсу на відкритому повітрі, він швидко адсорбує вологу та утворює великі грудки або вивірюється, що проводить до його значної втрати та матеріальних витрат на його подальшу підготовку.

Класичні терміни внесення хімічних меліорантів є осінні періоди під зяблеву оранку. Раніше проведені дослідження у другому господарстві показали гарні результати внесення фосфогіпсу навесні після весняної оранки.

Вносити гіпс у ґрунт потрібно у сухому стані способом розкидування з кузовних машин 1 РМГ – 4, РУМ – 8, РУМ – 10 або машинами вітчизняного та

закордонного виробництва ДД – 4, МДР – 4, РУ 3000, МШХ – 9, *Rauch Axis 30.1 – 50.1 Q*, *Bredal K 40*, *Amazona ZG – B*, *Kuch Axis 30.1* та ін.

3.3 Застосування фосфогіпсу як хімічного меліоранту

Кальцієвмісними меліорантами для контролю сольового режиму можуть бути не лише природні породи, такі як гіпс, крейда, вапняк, доломіт, мергель тощо, а й відходи виробництва – фосфогіпс, дефекат, шлам содового виробництва тощо [8].

Використання фосфогіпсу досліджувалось багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими США, Індії, Румунії, Іспанії тощо. Ці дослідження довели більш позитивну дію фосфогіпсу порівняно з гіпсом завдяки наявності домішок P_2O_5 та H_2SO_4 . В Україні використовують дігидрат фосфогіпсу у якості хімічного меліоранту, який не втрачає своєї сипучості при зволоженні та подальшому висиханні. Зазвичай кількість гіпсу у фосфогіпсі становить 90 %. Фосфогіпс більш розчинний у воді порівняно з гіпсом. Наявність кислот у складі цього меліоранту нейтралізує соду у ґрунті [8, 10, 24, 30].

Для меліорації в другому дослідному господарстві пропонується використовувати фосфогіпс з «Дніпровського заводу мінеральних добрив» м. Кам'янське. Даний фосфогіпс відповідає ТУ У 24.1 – 31980517 – 002:2005, відноситься до першого класу, що дає можливість застосовувати його у сільському господарстві (табл.3.1).

Даний фосфогіпс містить сульфату кальцію 99,4 %, водорозчинних фтористих з'єднань – не більше 0,1 %, фосфати - не більше 0,1 %.

Небезпека застосування фосфогіпсу, як хімічного меліоранту для попередження осолонцювання полягає у наявності в його складі специфічних домішок. Найнебезпечнішими складовими є стронцій, кадмій та фтор. Фосфогіпс з «Дніпровського заводу мінеральних добрив» отримано переробкою фосфоритової сировини. Даний фосфогіпс містить стронцію 14 мг/кг (ГДК 600

мг/кг). Ця концентрація стронцію є малонебезпечна та не впливає на здоров'я тварин та людини.

Фосфогіпс зберігається у критих приміщеннях для збереження його в сухому та чистому стані, може транспортуватися у відкритих вантажних машинах при відсутності опадів.

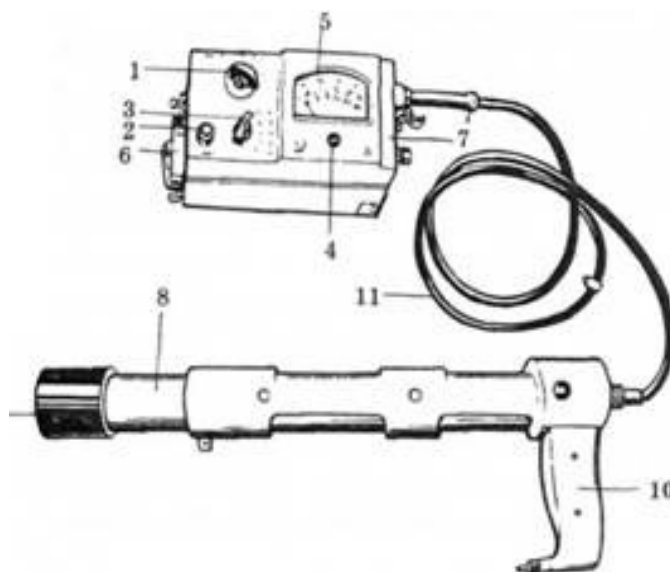
Таблиця 3.1 – Паспортна характеристика фосфогіпсу

№ зп	Показник	Показник норми	Значення
1	Агрегатний стан, зовнішній вигляд, запах	Вологий сипучий продукт від білого до коричневого кольору із специфічним запахом	Вологий сипучий продукт білого кольору без запаху
2	Масова частка сульфату кальцію ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), % не менше	80	99,4
3	Масова частка гігроскопічної води, % не більше	26	4,5
4	Масова частка водорозчинних фтористих з'єднань, % не більше	0,6	0,1
5	Масова частка загальних фосфатів (P_2O_5), % не більше	10	1,09

Існують деякі припущення, що фосфогіпс має підвищений радіаційний фон та цим самим впливає на ґрунт та рослини. Проведені дослідження у США показали зниження радіаційного фону від допустимого у ґрунті та рослинах при застосуванні фосфогіпсу.

У наших дослідах проводили вимірювання радіаційного фону фосфогіпсу та ґрунту в районі другого дослідного господарства.

Визначення радіаційного фону проводили геологічним приладом СРП-68-01 "Пошук", що призначений для пошуку радіоактивних руд і належить до класу вимірювачів потужності дози (дозиметрів). Його широко застосовують в сільському і лісовому господарствах для визначення радіоактивності продуктів харчування, урожаю, кормів, сировини, ґрунту, добрив, води. Прилад широко використовують служби цивільного захисту для вимірювання рівнів радіації (фону) (рис. 3.1).



1 – перемикач діапазонів; 2 – ручка звукової сигналізації; 3 – перемикач режиму роботи; 4 – коректор стрілки приладу; 5 – шкала приладу; 6 – контрольне джерело; 7 – батарейний відсік; 8 – блок детектування; 9 – гумовий ковпачок блока детектування; 10 – ручка блока детектування; 11 – кабель

Рисунок 3.1 – Прилад СРП-68-01

Прилад СРП-68-01 вимірює потік р-випромінень у межах від 0 до 10000 с^{-1} ; потужність експозиційної дози γ -випромінення в межах від 0 до 3000 мкР/год .

Допустима норма радіації становить $25\text{-}30 \text{ мкР/год}$. Значення радіаційного фону для відкритої місцевості становить $8\text{-}12 \text{ мкР/год}$, для приміщень – $15\text{-}20 \text{ мкР/год}$.

Радіаційний фон дослідної ділянки становив $10,5 \text{ мкР/год}$ (рис.3.2), ґрунту на дослідній ділянці – $11,0\text{-}12,0 \text{ мкР/год}$, а самого фосфогіпсу – $12,5 \text{ мкР/год}$.

Радіаційний фон ґрунту другого дослідного господарства та фосфогіпсу має показники у 8 разів нижче допустимої норми, що прийнята Організацією Об'єднаних Націй (ООН) по промислому розвитку для матеріалів що утилізуються у природному середовищі.



а)



б)

а – визначення радіаційного фону фосфогіпсу; б – визначення радіаційного фону ґрунту

Рисунок 3.2 – Встановлення радіаційного фону у другому господарстві

Хімічні складові фосфогіпсу наведено у таблиці 3.2. Вміст фосфогіпсу перевищує гранично допустимі концентрації (табл.3.2) за алюмінієм, хромом та нікелем. За LD_{50} індекс токсичності становить 3,8, що за класом небезпеки промислових відходів належить до III класу – помірно небезпечні. Це дає можливість застосовувати фосфогіпс в сільському господарстві.

Відповідно до рекомендацій внесення меліорантів, він повинен мати більший відсотковий вміст менших фракцій для кращого контакту з поверхнею ґрунту та розчинністю. Оптимальний діаметр для всього меліоранту становить 5 мм, 55-60% повинно мати фракція 1 мм. Підчас розсіювання меліоранту по поверхні ґрунту є велика ймовірність втрати його значної кількості за рахунок вивітрювання. Доведена гарна розчинність фосфогіпсу дає можливість застосувати його з найменшою фракцією розміром більше 2 мм в умовах зрошення.

Таблиця 3.2 – Вміст фосфогіпсу

Хімічний елемент		Гранично допустима концентрація інгредієнтів, що входять до складу промислових відходів	Вміст елементу у фосфогіпсі	
формула	назва	мг/кг	мг/кг	%
Ba	барій	-	62,4	0,01
P	фосфор	-	200	0,02
Cr	хром	90	98,9	0,01
Pb	свинець	32 ¹ (130*)	63,1	0,01
Ni	нікель	4 ¹ (80*)	80,5	0,01
Zn	цинк	50	46,3	0,00
Co	кобальт	5	4	0,00
Sr	стронцій	600	577	0,06
Mn	марганець	140	99,2	0,01
Al	алюміній	300	300	0,03
B	бор	-	27,8	0,00
Ca	сальцій	-	968690	98,4
Cd	кадмій	-	20,7	0,00
Fe	залізо	1000	420	0,04
K	калій	-	7078	0,72
Mg	магній	-	2741	0,28
Na	натрій	-	3891	0,40

1 – санітарно-епідеміологічне значення; * - концентрація у чорноземі

Для фосфогіпсу з «Дніпровського заводу мінеральних добрив» м.Кам'янське характерний найбільший вміст фракції 5-2 мм (44,4%), до 40 % займає фракція менше 2 мм та решта – фракції більше 5 мм.

У другому розглянутому господарстві солонцеві ґрунти займають площу понад 50 %, тому внесення необхідно проводити на все поле без диференціації

розрахункових норм меліоранту.

Внесення фосфогіпсу можливо проводити наявним у господарстві розкидачем мінеральних добрив РУМ – 500. Нерівномірність внесення не повинна перевищувати 10 %, машина рухається вздовж оранки та перпендикулярно напрямку вітру. При внесенні невеликої норми меліоранту можливо після заорати поле плугом.

3.4 Розрахунок норм та способів внесення меліорантів

Для покращення екологічного стану зрошуваних ґрунтів при поливі водою другого класу якості у С(Ф)Г «Перемога» було запропоновано вносити меліоранти для зниження лужності та кальціювання поливної води (розділ 3).

Розрахунок норм внесення хімічних меліорантів з поливною водою базується на хімічному складі зрошувальної води. Розрахунковою формулою для зниження лужності води є [24]

$$N_1 = \text{CO}_3^{2-} + (\text{HCO}_3^- - 1,75) \cdot \frac{4,9}{C}, \quad (3.1)$$

де N_1 - норма сірчаної кислоти відповідної концентрації, кг/м³;

CO_3^{2-} , HCO_3^- - вміст відповідних іонів у воді, мекв/дм³;

C - концентрація сірчаної кислоти, %.

Для нейтралізації лужності зрошувальної води першого господарства необхідно

$$N_1 = 0,6 + (3,7 - 1,75) \cdot \frac{4,9}{44,5} = 0,81 \text{ кг/м}^3 = 0,81 \text{ г/дм}^3.$$

Покращення якості зрошуваної води першого дослідного господарства та розсолонцювання ґрунту проводять внесенням кальцієвмісного меліорнату з розрахунковою нормою, яка визначається за формулою

$$N_2 = (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}) \cdot a \cdot k$$

для води з переважною кількістю іонів Na^+ , та

$$N_3 = (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+} - (\text{Ca}^{2+} - \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2)) \cdot a \cdot k \quad (3.2)$$

для води з переважною кількістю іонів Mg^{2+} ,

де N_2, N_3 – норми меліорантів, $\text{кг}/\text{м}^3$,

$\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – вміст іонів та солі $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ у воді, $\text{мекв}/\text{дм}^3$;

a – грамове значення 1 мекв меліоранту;

k – коефіцієнт, який враховує вміст вологи й домішок у меліоранті:

$$K = \frac{100}{100 - b}, \quad (3.3)$$

де b - вміст вологи й домішок у відсотках до абсолютно сухої наважки.

Попередження процесів осолонцювання зрошуваних ґрунтів у С(Ф)Г «Перемога» можна проводити кальціювання води за розрахунковою нормою:

$$N_2 = (6,75 + 3,7 - 6,11) \cdot 0,05 \cdot \frac{100}{100 - 4,5} = 0,23 \text{ кг}/\text{м}^3.$$

Кількість фосфогіпсу для даної характеристики води становить $0,23 \text{ г}/\text{дм}^3$.

Оскільки отримана кількість меліоранту менше $2 \text{ г}/\text{дм}^3$, то з розчинністю такої концентрації проблеми не виникають. В іншому випадку необхідно додати необхідну кількість кальцію з більш розчиненою речовиною – хлорид або нітрат кальцію або вносити у вигляді водної суспензії, або у вигляді сухої речовини.

При розчиненні меліоранта у воді необхідно його подрібнити до фракції $0,25 \text{ мм}$ для $75-80 \%$ від маси, й так щоб весь меліорант мав фракцію до 1 мм .

Терміни внесення хімічних меліорантів зі зрошувальною водою визначаються індивідуально у кожному господарстві окремо. Відсутність технічної можливості вносити розчинені меліоранти з поливною водою та деякі економічні складові цього процесу спонукають проводити ці заходи у найбільш критичні періоди. Це пов'язано з агрофізичними властивостями ґрунту та критичними періодами росту рослин. Меліоративні заходи слід поводити при передпосівних весняних та вологозарядкових осінніх поливах у період передпосівного обробітку ґрунту.

Внесення розчинених меліорантів проводять спеціальною установкою. Найчастіше використовують ГУД – 30 «Генічанка» при зрошенні дощувальними машинами, що здатна вносити з поливною водою необхідну

кількість розчиненого меліоранту. Цими установками вносять меліорант концентрацією до 10 т/га та рівномірно розподіляють по ґрунті. Можливо також використовувати установки та машини з внесення рідких органічних добрив (МЖТ – Ф – $\frac{6}{6A}$, МЖТ – Ф – 11, МЖУ – 16, *ECO 600 – 16300*, *INNOVA* та ін.).

Суперечливе є питання щодо пролонгації меліоративного ефекту після внесення відповідного кальцієвмісного меліоранту. Вітчизняні дослідники Балюк С.А., Ладних В.Я. та ін. доводять, що дія фосфогіпсу спостерігається до 5-7 років. По завершенню цього часу, необхідно проводити внесення фосфогіпсу з перерахунком норм внесення [9,24]. Існують дослідження меліоративного ефекту внесення фосфогіпсу протягом 10 років при великих нормах меліоранту [10-13]. У випадку фосфогіпсу академік Балюк С.А. пропонує вносити поверхневим розкидним способом невеликими нормами до 3 т/га. При цьому дія спостерігається до 3 років. Великі норми внесення – більше 20 т/га не дають стійкого меліоративного ефекту при зрошені високомінералізованими водами і дія не перевищує 5 років.

Це можливо роз'яснити наявністю різних хімічних та фізичних складових ґрунтів, видом та якістю меліоранту, різноманітністю способів внесення та вибору методики для розрахунку доз внесення меліоранту.

Для другого дослідного господарства - державне підприємство «Дослідне господарство Дніпровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» пропонується проведення хімічної меліорації для подолання та припинення процесів осолонцювання з використанням фосфогіпсу у якості хімічного меліоранту.

Для встановлення норми внесення меліоранту використовують різноманітні методики. Найбільш уживана та класична методика – Гедройца К.К., яка основана на розрахунку витіснення натрію кальцієм з ґрунтового вбирного комплексу [16]. Даний розрахунок ще називають «меліоративний». Антипов-Каратаєв І. М. пропонував розраховувати дозу внесення меліоранту лише за активною частиною обмінного натрію, тобто на $\frac{1}{2}$ від його вмісту в ґрунтовому поглинаючому комплексі [17]. Доведено, що

завищені норми меліоранту (на витіснення всього обмінного натрію) дають такий же результат, тому екологічно та економічно це недоцільно. Для цього пропонується наступна розрахункова формула, яку модифіковано з (1.1) (розділ 1)

$$\frac{0,086(Na - K \cdot T)}{100}, \quad (3.4)$$

де Na - загальна кількість обмінного натрію, мекв на 100 г ґрунту;

T - ємкість поглинання, мекв на 100 г ґрунту;

K - допустимий вміст обмінного натрію у ґрунті, частка від T , мекв на 100 г ґрунту.

Для малонатрієвих ґрунтів з кількістю обмінного натрію менше 5 % частка $K \cdot T$ буде дуже мала, тому нею можна знехтувати. У цьому випадку формула буде мати вигляд (1.1).

Для другого дослідного господарства у якості хімічного меліоранту запропоновано фосфогіпс, який не має 100 % вмісту діючої речовини (гіпс) на яку розраховані формули. При обранні побічних продуктів у якості хімічних меліорантів в меліоративній нормі необхідно враховувати кількість діючої речовини та вологість меліоранту. Для малонатрієвих солонців з використанням фосфогіпсу як хімічного меліоранту розрахункова формула на витіснення обмінного натрію має вигляд

$$D_{\phi_2} = 0,086 \cdot \frac{H \cdot d \cdot Na}{C_{\phi_2} (100 - W)} \cdot 10^4, \quad (3.5)$$

де Na - вміст обмінного натрію, ммоль/100 г ґрунту;

H - глибина орного шару ґрунту, см;

d - середньовиважена щільність шару ґрунту, г/см³;

0,086 - молярна маса еквівалентна гіпсу, г/ммоль;

C_{ϕ_2} - вміст гіпсу ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) у фосфогіпсі, %;

10^4 - коефіцієнт перерахунку даних в т/га;

W - вологість фосфогіпсу, %.

Для ґрунтів з щільністю 1,2 г/см³, потужністю орного шару ґрунту 30 см та кількістю обмінного натрію 0,55 ммоль/100 г ґрунту норма для обраного фосфогіпсу на витіснення обмінного натрію становить

$$D_{фг} = 0,086 \cdot \frac{30 \cdot 1,2 \cdot 0,55}{99,4(100-4,5)} \cdot 10^4 = 1,79 \text{ т/га}$$

Найбільш точніша та простіша меліоративна норма запропонована Соколовським О.Н. та Грінченко О.М., що основана на розрахунку допоглинанні дослідним ґрунтом кальцію з CaCl₂ [21, 22]. За цим методом розрахункова формула має вигляд

$$D_{фг} = 0,086 \cdot H \cdot d(Ca_c - Ca_s) \frac{100}{C_{фг}(100-W)(100-N)} \cdot 10^4, \quad (3.6)$$

де Ca_c - кількість іонів кальцію, які поглинені солонцевим ґрунтом з насиченого розчину, ммоль/100 г ґрунту,

Ca_s - кількість іонів кальцію, які знаходились у розчині, ммоль/100 г ґрунту,

N - вміст у фосфогіпсі частинок крупніших 5 мм, %.

Для наших умов доза фосфогіпсу за цим методом становить

$$D_{фг} = 0,086 \cdot 30 \cdot 1,2(0,87 - 0,25) \frac{100}{99,4(100-4,5)(100-15,6)} \cdot 10^4 = 2,4 \text{ т/га.}$$

Провідні вітчизняні вчені пропонують застосовувати коагуляційно-пептизаційний метод для малонатрієвих ґрунтів [24-27]. За Лактіоновим Б.М., Мамаєвою Л.Я., Пановим Н.П. доза встановлюється за межею коагуляції високодисперсної фракції ґрунту - формула (2.3) (розділ 2). Враховуючи, що використовуємо фосфогіпс як хімічний меліорант, формула набирає вигляд

$$D_{фг} = 0,086 \cdot \frac{H \cdot d \cdot K}{C_{фг}(100-W)(100-N)} \cdot 10^4, \quad (3.7)$$

де K - кількість кальцію гіпсу, що необхідно для коагуляції колоїдів ґрунту, мекв/100 г ґрунту.

$$D_{фг} = 0,086 \cdot \frac{30 \cdot 1,2 \cdot 1,9}{99,4(100-4,5)} \cdot 10^4 = 6,2 \text{ т/га}$$

Оскільки у другому господарстві використовують зрошувальну воду, що відносять до II класу якості, то потрібно вносити меліорант у кількості

необхідної для витіснення знайденого натрію. Використовуємо формулу (1.2) (розділ 1).

$$D_{fg} = 0,086 \cdot (4,78 - 0,5 \cdot 8,91) \cdot 1300 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 0,89 \text{ т/га}$$

Крім меліоративної норми розрахунку внесення меліорантів є ще агрономічна. Ця доза залежить від прогнозованого відсоткового збільшення врожайності після проведення меліоративних заходів. Найчастіше агрономічна норма дорівнює або менше меліоративної та встановлюється на основі багаторічних досліджень. Для Північного Степу агрономічна норма становить 3-6 т/га меліоранту.

Оскільки для запобігання розвитку процесів осолонцювання у якості хімічного меліоранту пропонується обрати відходи промисловості, то необхідно провести розрахунок на екологічно безпечну норму. Екологічно безпечна норма повинна визначати максимальне значення для усіх інших розрахованих норм. Встановлюють дану норму по елементу в домішках меліоранту який ближче або перевищує рівень гранично допустимих значень. Для даного фосфогіпсу екологічно безпечну норму необхідно розраховувати за стронцієм. Для розрахунку використовували формулу (1.4) (розділ 1).

$$D_e = \frac{(600-577)}{10} \cdot \frac{30 \cdot 1,2}{98,4(100-4,5)} \cdot 10^3 = 8,81 \text{ т/га.}$$

Хімічна меліорація може проводитися з одночасною меліоративною оранкою, якщо солонці є середні та глибокі. Кальцієвмісний меліорант вносять з оранкою глибиною 22-25 см з ґрунтопоглибленням до 45 см з промивним режимом зрошення. Якщо застосовують меліорант з сіркою, то проводять оранку на 40-45 см при промивному режимі зрошення.

Висновки до розділу 3.

Встановили основні прийоми проведення хімічної меліорації калієвмісними сполуками для поліпшення фізико-механічних властивостей: заміна обмінного натрію у ґрунтовому вбирному комплексі на кальцій. Розглянули можливості та умови проведення меліоративної плантажної оранки.

У С(Ф)Г «Перемога» для покращення якості води та підвищення її класу пропонується застосувати хімічну меліорацію зрошувальної води додаванням

калієвмісного меліоранту або сірчаної кислоти. Норма сірчаної кислоти становить $0,81 \text{ г/дм}^3$, фосфогіпсу - $0,23 \text{ г/дм}^3$. Меліоративні заходи слід поводити при передпосівних весняних та вологозарядкових осінніх поливах у період передпосівного обробітку ґрунту. Можливо використовувати установки та машини з внесення рідких органічних добрив (МЖТ-Ф-6/6А, МЖТ-Ф-11 та інші).

У другому дослідному господарстві - державне підприємство «Дослідне господарство Дніпровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» для попередження та зменшення деградаційних процесів ґрунтів пропонується застосувати плантажну оранку та хімічну меліорацію фосфогіпсом.

Меліоративну плантажну оранку пропонується проводити причіпними плугами типу ПТН-40, ПТН-3-40 на глибину 35-40 см восени. У весняний період необхідно у два-три сліди провести чизелювання на глибину до 25 см з попереднім органічним та мінеральним удобренням.

У якості хімічного меліоранту застосовувати фосфогіпс. Фосфогіпс з «Дніпровського заводу мінеральних добрив» м. Кам'янське відповідає ТУ У 24.1-31980517-002:2005 та дає можливість застосовувати його у сільському господарстві. Вносити фосфогіпс можна розкидачем мінеральних добрив РУМ-500 восени або навесні.

Меліоративними нормами внесення фосфогіпсу є $1,79 \text{ т/га}$ (на витіснення обмінного натрію з ґрунтового вбирного комплексу), $2,4 \text{ т/га}$ (метод допоглинання ґрунтом кальцію), $6,2 \text{ т/га}$ (коагуляційно-пептизаційний метод), 1 т/га (надходження натрію з поливною водою). Екологічно безпечна норма внесення фосфогіпсу становить $8,8 \text{ т/га}$.

ВИСНОВКИ

1 С(Ф)Г «Перемога» розташоване на вододільному плато з рівнинним рельєфом з нахилом західного напрямку біля р. Оріль. ДП «Дослідне господарство Дніпровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» розміщене на третій надпойменій терасі р.Дніпро біля р. Самара.

2 Розглянуті господарства представлені чорноземом звичайним на суглинковому лесі гумусним (перше господарство) та малогумусним (друге господарство) з ознаками осолонцювання.

3 Підґрунтові води залягають на глибині 5-7 м (перше господарство) та 3-5 м (друге господарство).

4 Орний шар першого господарства за ступенем засолення є незасолений без ознак процесів осолонцювання, ґрунт другого дослідного господарства є мало- та середньозасолений має ознаки осолонцювання.

5 Зрошення відбувається водою каналу Дніпро-Донбас у першому господарстві та з озера на р.Самара уся вода відноситься до II класу якості – обмежено придатна. Ведення сільського господарства можливе у при використанні заходів попередження засолення та осолонцювання.

6 Встановили основні прийоми проведення хімічної меліорації калієвмісними сполуками для поліпшення фізико-механічних властивостей: заміна обмінного натрію у ґрунтового вбирного комплексі на кальцій. Розглянули можливості та умови проведення меліоративної плантажної оранки.

7 У С(Ф)Г «Перемога» для покращення якості води та підвищення її класу пропонується застосувати хімічну меліорацію зрошувальної води додаванням калієвмісного меліоранту або сірчаної кислоти. Норма сірчаної кислоти становить $0,81 \text{ г/дм}^3$, фосфогіпсу - $0,23 \text{ г/дм}^3$. Меліоративні заходи слід поводити при передпосівних весняних та вологозарядкових осінніх поливах у період передпосівного обробітку ґрунту. Можливо використовувати установки та машини з внесення рідких органічних добрив (МЖТ-Ф-6/6А, МЖТ-Ф-11 та інші).

8 У другому дослідному господарстві - державне підприємство «Дослідне господарство Дніпровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» для попередження та зменшення деградаційних процесів ґрунтів пропонується застосувати плантажну оранку та хімічну меліорацію фосфогіпсом.

9 Меліоративну плантажну оранку пропонується проводити причіпними плугами типу ПТН-40, ПТН-3-40 на глибину 35-40 см восени. У весняний період необхідно у два-три сліди провести чизелювання на глибину до 25 см з попереднім органічним та мінеральним удобренням.

10 У якості хімічного меліоранту застосовувати фосфогіпс. Фосфогіпс з «Дніпровського заводу мінеральних добрив» м. Кам'янське відповідає ТУ У 24.1-31980517-002:2005 та дає можливість застосовувати його у сільському господарстві. Вносити фосфогіпс можна розкидачем мінеральних добрив РУМ-500 восени або навесні.

11 Меліоративними нормами внесення фосфогіпсу є 1,79 т/га (на витіснення обмінного натрію з ґрунтового вбирного комплексу), 2,4 т/га (метод допоглинання ґрунтом кальцію), 6,2 т/га (коагуляційно-пептизаційний метод), 1 т/га (надходження натрію з поливною водою). Екологічно безпечна норма внесення фосфогіпсу становить 8,8 т/га.

12 При виконанні кваліфікаційної роботи небезпечні та шкідливі чинники можуть виникнути при роботі в лабораторії та при внесенні хімічних меліорантів в ґрунт. Для цього встановлено заходи з охорони праці при роботі з реагентами в лабораторії та при внесенні хімічних меліорантів в ґрунт. Рекомендується використовувати спеціальний одяг, захисні герметичні окуляри, гумові рукавички, протипилові респіратори марок Ф-82Ш, У-2К, «Астра-2» та «Пелюсток».

Забезпечити належну вентиляцію лабораторії для запобігання ураження органів дихання продуктами випаровування, вивітрювання та парами з витратою потоку повітря 220 м³/год. Розглянуто правила експлуатації припливно-витяжної вентиляції. Встановлено пожежну профілактику в лабораторному приміщенні.

Визначено необхідність доцільність застосування методів дистанційного зондування при спостереженні та прогнозуванні надзвичайних ситуацій.

13 З точки зору економічної ефективності, для подолання надмірної лужності зрошуваної води у С(Ф)Г «Перемога» доцільно вносити фосфогіпс нормою 0,23 кг/м³ при поливі.

У державному підприємстві «Дослідне господарство Дніпровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» для подолання процесів засолення та осолонцювання ґрунтів найбільш рентабельним (253%) є спосіб меліоративної плантажної оранки. Внесення фосфогіпсу під культивуацію навесні нормою 2 т/га на 34 % рентабельніше ніж внесення нормою 6 т/га. Найбільший економічний ефект спостерігали при внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Макарова Т. К. Вплив зрошення водою II класу придатності на хімічний склад ґрунту. Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету. 2020. Вип. 2(37). С. 138-142.
2. Irrigation potential in Africa. A basin approach. FAO, 1997. 458 p.
3. The environmental impacts of irrigation in the European union. A report to the Environmental Directorate of the European Directorate of the European Commission, 2000. 138 p.
4. Міністерство екології та природних ресурсів України. Звіт про стратегічну екологічну оцінку «Проект стратегії зрошення та дренажу в Україні до 2030 року». Управлінням охорони земельних та водних ресурсів: Міністерства екології та природних ресурсів України. Київ, 2019. 48 с.
5. Грінченко О.М., Можейко О.М., Новикова Г.В.. Рекомендації по підвищенню родючості солонців і солонцюватих ґрунтів України. К.: Урожай, 2017. 21с.
6. Рекомендації по підвищенню родючості солонців і солонцюватих ґрунтів за допомогою меліоративної плантажної оранки. К.: Урожай, 1976. 15 с.
7. Д.М. Онопрієнко, А.В.Ткачук, Т.К. Макарова, В.В. Любченко Ефективність сільськогосподарського виробництва на зрошуваних землях з використанням фосфогіпсу. Таврійський науковий вісник. Випуск №112, 2020. С.226-232.
8. Т.К. Макарова. Особливості застосування фосфогіпсу у якості хімічного меліоранту. Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем: матеріали IV Міжнародної конференції (8-9 жовтня 2020 р., м. Дніпро), 2020. С.49-50.
9. Зрошені землі Дунай-Дністровської зрошувальної системи: еволюція, екологія, моніторинг, охорона, родючість / упоряд. В.Я.Ладних, О.А.Носоненко; за ред. С.А.Балука. Харків, 2001. 260 с.
10. Зборищук Н.Г., Буханова О.Б. К вопросу о гипсовании южных черноземов в целях предотвращения их осолонцевания при орошении.

Арохимия, 1987. №10. С.70-75.

11. Ковда В.А. Опыт оросительных мелиорации. Мелиорация почв в СССР, 1971. №12. С. 25-31.

12. Морозов В.В., Гамаюнова В.В., Морозов О.В., Сидоренко О.І. – Еколого-агромеліоративний моніторинг зрошуваних земель із застосуванням ГІС-технологій: практикум. Херсон: Вид-во ХДУ, 2007. 164 с.

13. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв: учеб. пособие / под ред. Д.С. Орлова, В.Д. Васильевской. Москва: Изд-во МГУ, 1994. 272с.

14. Risk assessment of irrigation-related soil salinization and sodification in mediterranean areas. Alexandra Tomaz, Patrícia Palma, Sofia Fialho and ath. Water 2020, 12, 3569; doi:10.3390/w12123569 (<http://www.mdpi.com/journal/water>)

15. Позняк С. П., Гавриш Н. С., Пшевлоцький М. І. Екологічний стан ґрунтів України: проблеми їхнього використання та охорони. Журнал агробіології та екології, 2007. т.3. № 1-2. С. 178-193.

16. Мамонтов В.Г. Влияние минерализованных вод на некоторые свойства темно-каштановых почв. Проблемы химизации и мелиорации почв, 1981. №6. С. 122-126.

17. Хімічна меліорація ґрунтів (концепція інноваційного розвитку) / за ред. С.А. Балюка, Р.С.Трускавецького. Харків, 2012. 129 с.

18. Антипов-Каратаев И.Н. Мелиорация солонцов в СССР. М., 1953. 563с.

19. Аниканова Е.М. Изменение реакции черноземов под влиянием орошения. Научн. докл. высш. шк. биол. науки, 1988. № 81. С. 90-94.

20. Лозовіцький П.С. Вплив 40-річного зрошення мінералізованою водою на хімічний склад ґрунтового покриву Інгулецького. Меліорація і водне господарство, 2004. №91. С.193 - 208.

21. The relative effects of sodium and potassium on soil hydraulic conductivity and implications for winery wastewater management / M. Arienso, E.W.Christen, N.S. Jayawardane and other. Geoderma, 2012. №173-174. P. 303-310.

22. Laura R.D. Salinity and nitrogen mineralization in soil. Soil Biology and Biochemistry, 1977. Volume 9. Issue 5. P. 333–336.

23. Сосонна Н.В. Вплив зрошення на сольовий склад та еколого-агромеліоративний стан ґрунтів Приазовської зрошувальної системи. Меліорація і водне господарство, 2008. №96. С. 147- 157.

24. Сучасні заходи та технології меліорації природно солонцевих та вторинно солонцюватих ґрунтів України: рекомендації / С.А. Балюк, О.А. Демидов, О.А. Рудюк та ін. Харків: ННЦ ІА імені О.Н. Соколовського, 2011. 48с.

25. Хруслова Т.Н. Защита орошаемых земель от эрозии, подтопления и засоления. Киев, 1991. 203 с.

26. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв: учебник. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Изд-во МГУ, 2003. 448 с.

27. Miyamoto S., Chacon Arturo, Hossain Manwar, Martinez Ignacio. Soil salinity of urban turf areas irrigated with saline water. *Landscape and Urban Planning*, 2005. Volume 71. Issue 2-5. P. 233-241.

28. Ладика М.М. Еколого-меліоративний стан та родючість перезвожених ґрунтів Лівобережного Лісостепу (на прикладі басейну р. Трубіж): автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.03. Київ, 2006. 23 с

29 Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / за наук. ред. С.А. Балюка, М.І. Ромащенко, В.А.Сташука. Київ, 2009. 620 с.

30. Т. К.Макарова, О.В.Козлова. Особливості вирощування соняшнику на солонцюватих ґрунтах. *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*. Volume 7, № 6A. 2019. P.143-147.

31. Балюк С.А., Лісняк А.А, Ладних В.Я., Носоненко О.А. Рекомендації з раціонального використання земель, що вилучені зі зрошення. Харків, 2007. 36 с.

32. Gharaibeh M.A., Eltaif N.I., Shra'ah S.H. Reclamation of a calcareous saline-sodic soil using phosphoric acid and by-product gypsum. *Soil Use and Management*. 2010. № 26. P. 141-148.

33. Макарова Т.К. Вплив зрошення на ґрунтовий покрив

сільськогосподарських угідь Дніпропетровської області. Вода для всіх: матеріали міжнар. наук.-прак. конф. (Київ, 21 березня 2019 р.). Київ. 2019. С.99-100.

34. ДСТУ ISO 10390:2001. Якість ґрунту. Визначення рН. К.: Держспоживстандарт України, 2001. 7 с.

35. ГОСТ 26423-85. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. М., 1986. 8 с.

36. ГОСТ 26424-85. Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке. М.: Издательство стандартов, 1985. 11 с.

37. ГОСТ 26425-85. Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. М.: Издательство стандартов, 1985. 20 с.

38. ГОСТ 26426-85. Почвы. Методы определения иона сульфата в водной вытяжке. М.: Издательство стандартов, 1985. 7 с.

39. ГОСТ 26427-85. Почвы. Методы определения натрия и калия в водной вытяжке. М.: Издательство стандартов, 1985. 4 с.

40. ГОСТ 26428-85. Почвы. Методы определения кальция и магния в водной вытяжке. М.: Издательство стандартов, 1985. 39 с.

41. ДСТУ ISO 11265-2001. Якість ґрунту. Визначання питомої електропровідності. К.: Держспоживстандарт України, 2001. 8 с.

42. ДСТУ 7537:2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. К.: Держстандарт України, 2015. 12 с.

43. ГОСТ 26487-85. Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО. М.: Издательство стандартов, 1985. 13 с.

44. ГОСТ 26210-91. Почвы. Определение обменного калия по методу Масловой. М.: Издательство стандартов, 1992. 4 с.

45. ГОСТ 26950-86 Почвы. Метод определения обменного натрия. М.: Издательство стандартов, 1986. 6 с.

46. ДСТУ ISO 11260-2001. Якість ґрунту. Визначання ємності катіонного обміну та насиченості основами з використанням розчину хлориду барію.

К.: Держстандарт України, 2001. 14 с.

47. ДСТУ 2730-94 Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. К.: Держстандарт України, 1994. 34 с.

48. Онопрієнко Д. М., Макарова Т. К. Вплив хімічної меліорації на сольовий режим ґрунтів (на прикладі Дніпропетровської області). Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2015. Вип. 3(37). С. 53-57.

49. Ресурсозберігаючі технології хімічної меліорації ґрунтів в умовах земельної реформи / Р.С. Трускавецький, Ю.Л. Цапко, Г.В. Новікова та ін.; за ред. Р.С. Трускавецького, С.А. Балюка. К., 2016. 70 с.

50. Екологічні проблеми землеробства / І.Д. Примак, Ю.П. Манько, Н.М. Рідей та інш.; за ред. І.Д. Примака. К.: Центр учбової літератури, 2010. 456 с.

51. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.

52. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько. – Д.: Національний гірничий університет, 2014. 271 с.

53. Методичні вказівки до виконання розділу „Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях“ у кваліфікаційних роботах магістрів / В.І. Голінько, С.І. Чеберячко, Ю.І. Чеберячко, О.О. Яворська, М.М. Наумов. – Д.: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2022. – 8 с.

54. ThinkHazard! Режим доступу: <https://thinkhazard.org/en/>.

55. Зеленовский А.А., Синельников В.М. Экономика предприятий АПК Учебное пособие для практических и самостоятельных занятий. Мн., БГАТУ, 2006. 165 с.

56. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств: підр. 2-е вид., доп. і пер. К., КНЕУ, 2002. 624 с

57. Підгорний А. В. Головний показник результативності функціонування сільськогосподарського підприємства. Ефективність виробництва № 3, 2018. С.126-130

58. Мельник О.В. Ефективність використання виробничих ресурсів у аграрному секторі України. Економіка та управління національним господарство, 2011. С.282-288.

59 Федуняк І.О. Наукові засади організації і ефективного виробництва продукції рослинництва на інноваційній основі. К.: Економічний простір, 2017. № 117. С 129-139.