

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

МАКАРОВА ТЕТЯНА КОСТЯНТИНІВНА

УДК 631.67:631.582:330.131.5(477.63)

**АГРОМЕЛІОРАТИВНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ
ФОСФОГПСУ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ
УКРАЇНИ**

06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації»

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Херсон – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Дніпровському державному аграрно-економічному університеті.

Науковий керівник: кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Онопрієнко Дмитро Михайлович**, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, перший проректор – проректор з навчальної роботи, професор кафедри експлуатації гідромеліоративних систем і технології будівництва.

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор **Морозов Олексій Володимирович**, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», професор кафедри науки про Землю;

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник **Біляєва Ірина Миколаївна**, Інститут зрошуваного землеробства НААН України, завідувач відділу науково-інноваційної діяльності, трансферу технологій та інтелектуальної власності.

Захист відбудеться «27» вересня 2019 р. о 9-00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 67.830.01 у Державному вищому навчальному закладі «Херсонський державний аграрний університет» за адресою: 73006, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23, аудиторія 104.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» (73006, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23), головний корпус та сайті вище згаданого навчального закладу.

Автореферат розіслано «27» серпня 2019 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
кандидат сільськогосподарських наук, доцент _____ А.В. Шепель

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Зрошувальні меліорації в зоні Північного Степу України характеризуються високими показниками економічної ефективності, але екологічні наслідки нераціонального та неякісного зрошення у 60–80 роки минулого століття спричинили зниження родючості ґрунтів та забруднення довкілля. Зрошуване землеробство на чорноземах звичайних у більшості випадків супроводжується деградаційними змінами ґрунтів: підтопленням, вторинним засоленням та їх осолонцюванням, знеструктуренням, порушенням повітряного обміну, дегуміфікацією тощо. Тому виникла необхідність комплексного вивчення змін агроекологічного стану ґрунтів, які тривалий час поливали в умовах Північного Степу мінералізованою водою.

Аналіз наукових робіт свідчить про те, що осолонцювання зрошуваних ґрунтів є поширеним негативним процесом на зрошуваних землях, який визначається якісним складом поливної води, вихідними властивостями ґрунтів, що визначають їх протисолонцюючу буферність та глибину залягання, і мінералізацією підґрунтових вод. Згідно з останніми публікаціями, площа зрошуваних солонцюватих ґрунтів України становить близько 800 тис.га, з них слабосолонцюватих – понад 700 тис. га, середньо- і сильно солонцюватих – близько 90 тис.га.

Фізико-хімічні основи хімічної меліорації солонців і солонцевих ґрунтів розкрито, обґрунтовано та висвітлено в класичних працях К.К. Гедройця, І.Н. Антипова-Каратаєва, О.М. Грінченка, О.М. Можейка, Г.М. Самбока та ін. Незважаючи на значний практичний досвід використання хімічних меліорантів, актуальним залишається перегляд застосування розрахункових норм та строків внесення меліорантів, використання як меліоранту побічного продукту промислового виробництва, насамперед фосфогіпсу. Натепер норми внесення хімічних меліорантів досліджено недостатньо, вони носять рекомендаційний характер залежно від типу ґрунту, передбачають лише осіннє внесення меліоранту. Незважаючи на незадовільний стан ґрунтів, зрошення й надалі проводять водою неналежної якості. Тому комплексне вивчення впливу різних норм і строків внесення меліорантів; процесів гіпсування осолонцюваних ґрунтів; перспектив ведення екологічно безпечного зрошувального землеробства в Північному Степу України є значущим та має здійснюватися з використанням сучасних агротехнологій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження за темою дисертації є складовою частиною наукової тематики кафедри експлуатації гідромеліоративних систем і технології будівництва Дніпровського державного аграрно-економічного університету в межах робіт за темами: «Наукові основи і технології екологічно безпечної меліорації земель, розробка енерго-ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях, проведення хімічної меліорації зрошуваних солонцюватих чорноземів у Придніпровському регіоні» (2013–2015 рр., № державної реєстрації 0112U008269); «Наукове обґрунтування ресурсозберігаючих технологій вирощування кукурудзи на зерно та кукурудзи цукрової на поливних землях, геоінформаційне забезпечення екологічно

безпечного використання води та меліорації іригаційно осолонцюваних ґрунтів в умовах Північного Степу України (2016–2018 рр., № державної реєстрації 0115U007238), де автор роботи була відповідальним виконавцем завдання.

Метою досліджень є встановлення агроеліоративної ефективності хімічної меліорації фосфогіпсом солонцюватих чорноземів звичайних для відтворення їх родючості.

Завдання:

- проаналізувати агроеліоративний стан зрошуваних ґрунтів на прикладі дослідної ділянки;
- виявити методи встановлення еліоративних норм внесення фосфогіпсу;
- дослідити якісний склад зрошувальної води та її тривалий вплив на родючість ґрунтів;
- визначити доцільність використання фосфогіпсу як хімічного еліоранту; встановити оптимальну розрахункову норму та строки внесення фосфогіпсу для відновлення солонцюватих ґрунтів;
- встановити вплив фосфогіпсу на родючість ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур;
- обчислити економічну ефективність запропонованих еліоративних заходів на зрошуваних ґрунтах та перспективи розвитку хімічних еліорацій.

Об'єктом дослідження є зміна фізичних і хімічних властивостей іригаційно солонцюватих ґрунтів та вплив різних норм і строків внесення фосфогіпсу як хімічного еліоранту на ґрунт.

Предметом є фізичні та хімічні показники родючості іригаційно солонцюватих чорноземів звичайних, зміна урожайності сільськогосподарських культур під впливом фосфогіпсу в зрошуваних та незрошуваних умовах.

Методи досліджень. Для вирішення наукових завдань використовували теоретичні методи, що базувалися на системному підході до розглянутої проблеми, з використанням методів аналізу та синтезу для вивчення способів боротьби зі засоленням; експериментальні дослідження, що передбачають проведення польових та лабораторних досліджень. Польові дослідження проводили для вивчення впливу хімічної меліорації на фізичні властивості ґрунту і продуктивність вирощуваних сільськогосподарських культур; лабораторні – для визначення фізичних та хімічних властивостей ґрунту; статистичний метод – для оцінки вірогідності отриманих результатів досліджень; розрахунково–порівняльні – для встановлення ефективності впливу різних норм фосфогіпсу та умов зрошення.

Наукова новизна отриманих результатів.

Уперше обґрунтовано внесення фосфогіпсу розрахунковими нормами на іригаційно солонцюватих чорноземах звичайних в умовах зрошення навесні.

Встановлено ознаки іригаційного осолонцювання ґрунтів, які тривалий час поливали мінералізованою водою з р. Самара; оптимальну методику визначення норми внесення фосфогіпсу на чорноземі звичайному малогумусному; екологічну безпечність використання фосфогіпсу як хімічного еліоранту.

Набуло подальшого розвитку внесення фосфогіпсу обґрунтованими розрахунковими нормами на зрошенні та без поливів.

За матеріалами досліджень отримано патент на корисну модель № 117577 від 26.06.2017 р. «Спосіб меліорації зрошуваних осолонцюватих чорноземів».

Практичне значення отриманих результатів має безпосередній зв'язок із науковою новизною. Результати наукових досліджень впроваджено в державному підприємстві «Дослідне господарство Дніпропетровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» в с. Олександрівка Дніпровського району Дніпропетровської області на площі 60 га (довідка № 0149 від 21.09.2017 р.); в фермерському господарстві «Явір», 2016 рік на площі 37 га; в освітній процес Дніпровського державного аграрно-економічного університету при викладанні таких навчальних дисциплін, як «Основи гідромеліорацій», «Меліорація земель» (довідка № 44–11–839 від 19.07.2019 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом особистого наукового дослідження автора. Дисертант, разом з науковим керівником, розробили схему та програму досліджень. Автор самостійно провела аналітичний огляд літературних джерел з досліджуваних питань; заклала польові дослідження; провела спостереження, лабораторні аналізи, узагальнення, статистичну обробку експериментального матеріалу; розрахувала економічну ефективність; розробила науково обґрунтовані основні положення дисертації, висновки та рекомендації виробництву.

Апробація результатів досліджень. Основні положення та матеріали дисертаційної роботи отримані та обговорені на міжнародному, вітчизняному і регіональному рівнях: Всеукраїнських науково-технічних конференціях: «Транзитна територія: екологія і транспорт» (Кременчук, 8–9 грудня 2010 р.), «Еволюція ґрунтів України під впливом антропогенної діяльності» (Херсон, 19–20 лютого 2015 р.); Міжнародних науково-технічних конференціях: «Проблеми природокористування та охорони меліорованих ландшафтів» (Херсон, 21–23 березня 2012 р.), «Водні ресурси України та меліорації земель» (Київ, 22 березня 2013 р.), «Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки» (Миколаїв, 1 липня 2014 р.), «Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем» (Дніпро, 11 жовтня 2018 р.); Міжнародних науково-практичних конференціях: «Перспективны́е направления развития водного хозяйства, строительства и землеустройства» (Херсон, 19–20 мая 2016 р.), «Вода для всіх» (Київ, 21 березня 2019 р.), «Сучасні технології та досягнення інженерних наук в галузі гідротехнічного будівництва та водної інженерії» (Херсон, 24-25 травня 2019 р.); регіональній науково-практичній конференції «Вода для всіх» (Дніпро, 22 березня 2019 р.). Із наукових праць, опублікованих у співавторстві, в дисертаційній роботі використано результати, отримані автором особисто.

Публікації. Основні результати досліджень, що отримані в процесі виконання дисертаційної роботи, опубліковано в 9 наукових виданнях, у тому числі: 4 – у фахових виданнях України; у фаховому виданні України, яке

включено до міжнародних наукометричних баз даних; 4 – у виданнях інших держав; у збірниках матеріалів конференцій; отримано патент на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційний матеріал викладений на 254 сторінках тексту комп'ютерного набору (149 сторінок основного тексту) та складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, додатків і списку переліку джерел посилання. Робота містить 43 таблиці, 21 рисунок і 10 додатків. Список переліку джерел посилання включає 204 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **ВСТУПІ** обґрунтовано необхідність і актуальність виконання роботи, її наукову новизну, практичну цінність, відображено результати апробацій та наведено обсяг публікацій за тематикою досліджень.

У першому розділі **«СУЧАСНИЙ СТАН ТА ІСТОРІЯ ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ. АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЗАРУБІЖНИХ АВТОРІВ»** проаналізовано основні літературні джерела з проблем іригаційної деградації ґрунтів за поливів водою різної якості. Розкрито причини виникнення вторинного іригаційного осолонцювання, наведено історичні відомості використання кальцієвмісних меліорантів та дані щодо їх застосування, встановлено їх вплив на фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів. Питання стану і розвитку зрошуваного землеробства та визначення основних шляхів його впровадження відображено в наукових працях вітчизняних та іноземних дослідників. Вагомий внесок у вивчення цих питань здійснили: І.Д. Примак, Ю.П. Манько, Н.М. Рідей, В.А. Мазур, та ін. Питання меліорації солонцюватих ґрунтів висвітлено в роботах С.А. Балюка, В.Я. Ладних, Г.В. Новікової, Н.Ю. Гаврилович, О.М. Дрозд, М.І. Ромащенко, Е.С. Драчинської, В.О. Ушкаренка, А.О. Бабича, В.А. Писаренка, В.І. Завірюхіна, В.П. Золотуна, А.В. Мелашича, О.П. Сафонові, В.В. Морозова, О.І. Жовтоног, Р.О. Бабушкіної та ін.

Проаналізовано дослідження з впливу зрошення на стан агроландшафтів та ефективність використання хімічної меліорації. Визначено загальноприйняті розрахункові дози внесення фосфогіпсу за хімічної меліорації ґрунту.

У другому розділі **«МІСЦЕ, УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ»** зазначено, що дослідження агроеліоративної ефективності застосування фосфогіпсу на іригаційно солонцюватих ґрунтах в умовах Північного Степу України проведено у 2010–2015 рр. у державному підприємстві «Дослідне господарство Дніпропетровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України» (с. Олександрівка Дніпровського району Дніпропетровської області). Польові дослідження закладено в чотириразовій повторності з розщепленим розташуванням дослідних ділянок. При проведенні польових досліджень ґрунтові проби відбирали згідно з «Інструкцією з проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України»; відбір проб для визначення якості води проводили за ДСТУ ISO 5667-6:2009. Схема дослідів передбачала два фактори (умови зволоження – А, внесення фосфогіпсу – В) та 4 варіанти: контроль; внесення фосфогіпсу нормою 1,4 т/га – меліоративна норма на витіснення обмінного натрію для малонатрієвих солонців (методи

Пфедфера в модифікації Молодцова, Ігнатової, 1990 р.); внесення фосфогіпсу нормою 3 т/га – норма за допоглинанням ґрунтом кальцію (Грінченко О.М., 1980 р.); внесення фосфогіпсу нормою 6 т/га – норма, що розрахована за коагуляційно-пептизаційним методом (Лактіонов Б.І., 1963 р.). Усі норми вносили в запас на три роки, досліджували в умовах зрошення та без нього. Одна з установлених норм збіглась з рекомендованою агрономічною нормою (6 т/га), але жодна з них не перевищила екологічно безпечну норму (10,3 т/га). Норми 1,4 та 3 т/га вносили під культивуацію навесні, а 6 т/га – восени під основний обробіток ґрунту.

Відповідно до гранулометричного складу дослідної ділянки шар ґрунту 0–45 см містить 71,02–74,0 % фізичного піску та 28,98–26,0 % фізичної глини, що за Н. А. Качинським, відповідає легкосуглинковому ґрунту. Рівень підґрунтових вод становить 4–5 м з мінералізацією до 15 г/л. Кількість обмінного Na – 3,64 %; ємкість поглинання ґрунтового вбирного комплексу 20,1–26,47 мекв на 100 г ґрунту; вміст токсичних солей змінюється до 0,48 %. У вологому стані ґрунт в'язкий, липкий, сильно набрякає, легко пептизується. За фізико-хімічними ознаками спостерігаються процеси осолонцювання.

Уміст гумусу в орному шарі (0–30 см) становить 2,01–2,50 %. Із глибиною вміст гумусу поступово зменшується і на глибині 90–105 см дорівнює 0,3 %. За морфологічними ознаками ґрунт належить до чорнозему звичайного малогумусного вилугуваного на суглинковому лесі.

Кліматичні умови характеризувались великою амплітудою добових і річних температур: переважну кількість опадів, яка мала зливовий характер, реєстрували в теплий період, що значно знижувало їх ефективність при вирощуванні сільськогосподарських культур. Гідротермічний коефіцієнт змінювався від 0,95 (2012 р.) до 3,52 (2014 р.)

Поливи проводили водою з водосховища на р. Самара шланго-барабанными дощувальними машинами Irtec.

Під час проведення досліджень чередування сільськогосподарських культур в сівозміні було наступним: ячмінь ярий, пшениця озима, пшениця озима, кукурудза на зерно, пшениця озима.

Лабораторні дослідження проводили на базі Дніпровського державного аграрно-економічного університету, регіонального центру «Облдержродючість» та ТОВ «Центр радіоекологічного моніторингу».

У третьому розділі **«ВПЛИВ ХІМІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ НА ФІЗИЧНІ ТА ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ІРИГАЦІЙНО СОЛОНЦЮВАТИХ ЧОРНОЗЕМІВ»** наведено зміну хімізму засолення, вмісту обмінних іонів у ґрунтовому поглинальному комплексі, фізичних властивостей дослідної ділянки під впливом фосфогіпсу. Як хімічний меліорант було обрано фосфогіпс «Дніпровського заводу мінеральних добрив» (м. Кам'янське). Аналіз фосфогіпсу показав деяке збільшення елементів відносно гранично допустимих концентрацій по хрому, нікелю та алюмінію. Розрахований клас небезпеки промислових відходів за LD₅₀ показав індекс токсичності рівний 3,8, що відноситься до III класу придатності (помірно небезпечні) та відповідає вимогам застосування його в умовах аграрного виробництва.

Аналіз даних якості зрошувальної води за небезпекою її токсичного впливу на рослини та небезпекою осолонцювання ґрунту підтвердив, що вода за всі роки досліджень відноситься до II класу якості «Обмежено придатна» (ДСТУ 2730-94; 2015). Виняток становить 2011 рік, коли за небезпекою вторинного засолення – II клас придатності за ДСТУ 2730-94 (I клас за ДСТУ 2730:2015). За небезпекою підлуження ґрунту – I клас за ДСТУ 2730-94 (II клас за ДСТУ 2730:2015). Відповідно до агрономічних критеріїв встановлено хімічний тип води як хлоридно-сульфатний за всі роки спостереження, магнієво-натрієвий (2011, 2013 роки) та натрієво-магнієвий (2012, 2014, 2015 роки). Тривале зрошення водою II класу якості «Обмежено придатна» призвело до вимивання карбонатів кальцію з орного шару ґрунту, що негативно вплинуло на властивості чорнозему, а саме: утворення органічної речовини та її накопичення, підтримання стабільності ґрунтової реакції, утворення сприятливого водного, повітряного, поживного, теплового режимів та попередження процесів осолонцювання (рис.1, 2).

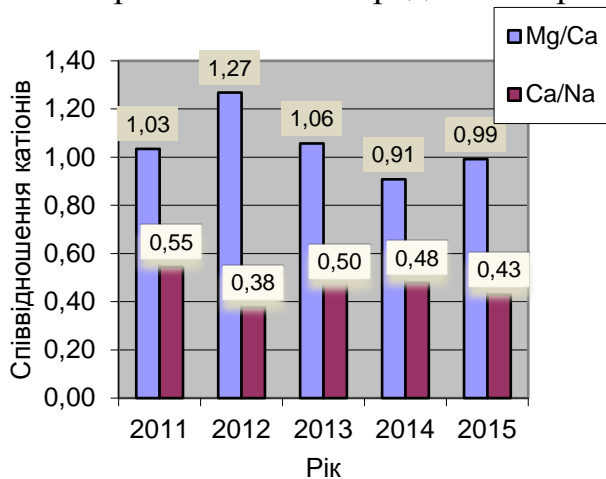


Рис. 1. Зміна співвідношення катіонів магнію, кальцію та натрію в поливній воді за роки досліджень

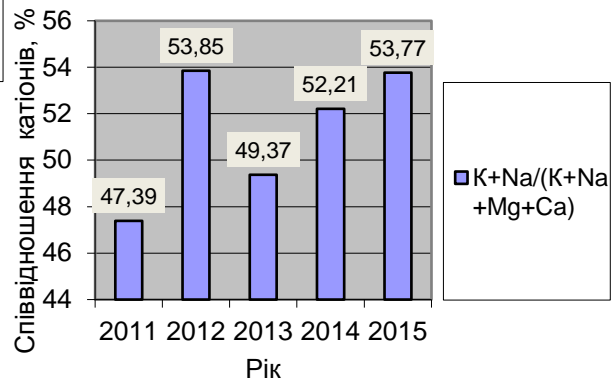


Рис. 2. Зміна якості поливної води за роки досліджень

Для поліпшення поганого фізичного та хімічного стану іригаційно осолонцюваних чорноземів обґрунтовано умови застосування хімічної меліорації.

За хімічним складом водної витяжки ґрунту в період спостережень дослідні ділянки в усіх варіантах з внесенням фосфогіпсу при зрошенні та без поливів, а також на контролі при зрошенні за аніонними складовими (співвідношення, мекв Cl/SO_4 та HCO_3/SO_4 менше 0,25) спостерігали сульфатний тип засолення. У контролі без внесення меліоранту та без зрошення реєстрували содово-сульфатний тип засолення у 2011 році та хлоридно-сульфатний у 2015 році в контролі зі зрошенням. В інші роки досліджень відзначали сульфатний тип засолення.

За катіонним складом хімізм засолення ґрунтів визначали з урахуванням двох катіонів, наявних у більшій кількості. В усіх варіантах з внесенням фосфогіпсу фіксували натрієвий тип засолення. На контролі без зрошення з

2014 року відбувалася зміна до кальцієво-натрієвого типу, спостерігалися процеси розсолення.

Дослідження показали, що за катіонним складом переважають іони кальцію та натрію. Визначали їх співвідношення та встановлювали хімізм засолення (рис.3). Найбільші співвідношення Na/Ca спостерігали в контрольному зрошуваному варіанті (15,83–11,43 мекв/100 г ґрунту), що пояснюється надходженням іонів натрію разом з поливною водою. У варіантах із внесенням фосфогіпсу за всі роки спостережень відбувалося зменшення співвідношення, що свідчить про зниження інтенсивності процесу осолонцювання. Найкращі варіанти у цьому випадку – 6, 7 та 8, тут середній показник у 2 рази менший порівняно зі зрошуваним варіантом. Внесення меліоранту навесні нормами 1,4 та 3 т/га при зрошенні зменшило співвідношення в середньому за 3 роки на 2,53 та 1,51 відповідно. Наголосимо, що внесення восени 6 т/га при зрошенні порівняно з неполивним варіантом – лише на 0,6 одиниці. Тобто кількість атмосферних опадів за осінньо-зимовий період розчиняє та виносить отриманий сульфат натрію при меліорації фосфогіпсом менше, ніж кількість, вимита зрошенням за внесення навесні.

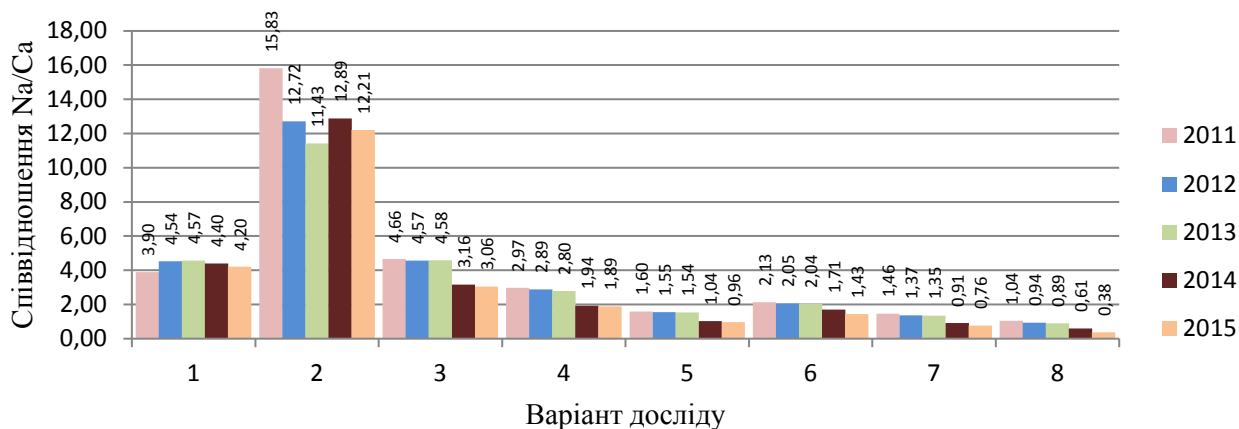


Рис. 3. Співвідношення Na/Ca по роках досліджень у варіантах

Примітка: 1 – без внесення фосфогіпсу без зрошення (контроль), В1; 2 – без внесення фосфогіпсу зі зрошенням (контроль), В2; 3 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 1,4 т/га без зрошення, В3; 4 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га без зрошення, В4; 5 – внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га без зрошення, В5; 6 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 1,4 т/га зі зрошенням, В6; 7 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га зі зрошенням, В7; 8 – внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га зі зрошенням, В8

За встановленим хімізмом (типом) засолення визначали ступінь засолення у відсотковому вмісті токсичних солей. За вмістом токсичних солей усі варіанти (крім В1) мали значення 0,3–0,6 %, що відповідало сульфатному (С) типу засолення середнього ступеня. У варіанті В1 для сульфатного типу значення потрапляють в діапазон 0,15–0,3 %, що характеризує слабозасолений тип (2011, 2013, 2014, 2015 роки).

«Сумарний ефект» токсичних іонів в еквівалентах хлору (мекв) майже завжди збігався зі ступенем засолення, визначеним за вмістом токсичних

солей (%). У нашому випадку виняток становив варіант В1, де у 2014 та 2015 роках значення потрапили в діапазон 0,3–1,0 – середньозасолений ступінь.

Дослідження зміни сольового складу ґрунтового профілю (рис.4) на третій рік післядії показали найбільше накопичення солей у шарі 0–15 см: 4,22 мекв/100 г ґрунту у варіанті з внесенням фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га зі зрошенням (В7). Варіант В5 збільшив кількість солей на 0,19 мекв/100 г ґрунту відносно даних початку меліорації. У варіанті В7 кількість солей на 0,022 мекв/100 г ґрунту була більшою порівняно з В5 до шару 0–30 см. У шарі 45–60 см спостерігали накопичення водорозчинних солей сульфату натрію після меліорації фосфогіпсом для В5 (3,7 мекв/100 г ґрунту), тоді як для В7 – шар 75–60 см (3,43 мекв/100 г ґрунту). У шарі ґрунту 90-105 см кількість солей вирівнювалась до початкових умов.

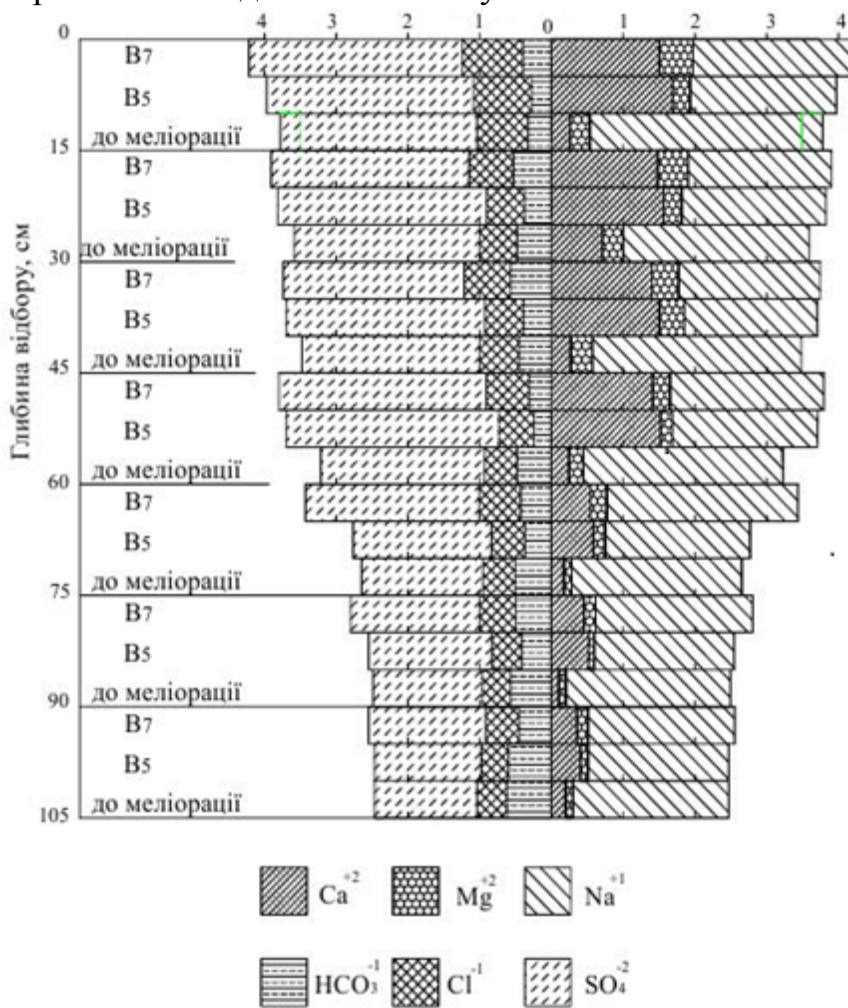


Рис. 4. Вплив фосфогіпсу при зрошенні та без поливів на сольовий профіль (третій рік післядії), мекв/100 г ґрунту

Примітка: В7 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га зі зрошенням; В5 – внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га без зрошення

В усіх варіантах дослідів концентрація іонів Cl^{-1} та SO_4^{-2} зменшувалась за профілем, але все-таки перевищувала межу токсичності 0,3 та 2 мекв/100 г ґрунту. При зрошенні найбільшу концентрацію іонів HCO_3^{-1} відзначили у шарі 15–30 см (0,62 мекв/100 г ґрунту).

Концентрація натрію до проведення досліджень у шарі 0–15 см становила 3,25 мекв/100 г ґрунту. Внесення меліоранту зменшило кількість до 2,04 мекв/100 г ґрунту, при зрошенні – до 2,25 мекв/100 г ґрунту, що пояснюється надходженням іонів з поливною водою. За профілем відбувається підтягування

іонів Na^{+1} при В7 до шару 60–75 см (2,66 мекв/100 г ґрунту), для В5 до шару 45–60 см (2,03 мекв/100 г ґрунту). У нижніх горизонтах концентрація поступово вирівнювалась.

Із внесенням фосфогіпсу відбувався основний позитивний меліоративний ефект: збільшення іонів Ca^{+2} по всьому профілю. Найбільша кількість у В5, шар 0–15 см – 1,69 мекв/100 г ґрунту. За профілем при проведенні меліорації на третій рік післядії іони Ca^{+2} концентрувалися у шарі 45–60 см – 1,41–1,51 мекв/100 г ґрунту, що долає дефіцит цього елемента в ґрунтовому профілі.

Наші дослідження показали, що за поливів водою II класу придатності на чорноземі звичайному проявляються ознаки солонцюватості: підвищується частка обмінного натрію та магнію (табл. 1), зменшується відсоток обмінного кальцію. Хоча показники хімічної характеристики ґрунту були не досить високі, спостерігали суттєві ознаки осолонцювання візуально: ґрунт безструктурний, липкий, щільний, низько водопроникний.

На контрольних ділянках (варіанти 1, 2 табл.1) спостерігали стрімкі процеси осолонцювання, особливо у зрошуваних варіантах. За 5 років досліджень кількість обмінного натрію в умовах зрошення зросла з 4,5 до 5,18 % від суми обмінних катіонів. У незрошуваному контролі середнє значення обмінного натрію становило 4,28 % від суми обмінних катіонів, що було на 15 % нижче цього показника при зрошенні, але і в цьому випадку відбуваються процеси вторинного осолонцювання ґрунтів. Співвідношення обмінного кальцію до магнію по 2-му варіанту становить 2,53, а по 1-му – 2,76, що свідчить про витіснення обмінного кальцію магнієм з ґрунтового поглинального комплексу. Сума обмінних катіонів у контрольних варіантах істотно не змінювалась і становила 28,3–28,87 мекв/100 г ґрунту.

Із внесенням фосфогіпсу різними нормами спостерігали зменшення обмінного натрію порівняно з контрольним варіантом на 2,3 % від суми обмінних катіонів за відсутності поливів (внесення меліоранту восени) та на 3,7 % від суми обмінних катіонів (внесення меліоранту навесні) на зрошенні. Цей факт указує на більш суттєвий вплив весняного внесення фосфогіпсу саме при зрошенні.

У дослідях спостерігали тенденцію до зменшення обмінного натрію в разі збільшення норми внесення фосфогіпсу. У варіантах без зрошення найменші показники обмінного натрію відзначали за внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га – 2,12 % від суми обмінних катіонів у перший рік післядії та 2,08 % від суми обмінних катіонів на третій рік післядії. Після повторного внесення фосфогіпсу в запас найкращими показниками були знову при нормі 6 т/га – 1,25 % на перший рік післядії. Значення обмінного натрію знизилося з 4,25 % до 1,25 %, але залишилося в межах слабого ступеня осолонцювання.

Як і у варіантах без зрошення, за поливів спостерігали тенденцію до зменшення обмінного натрію зі збільшенням норми внесення меліоранту.

Таблиця 1

Зміна обмінних катіонів під дією фосфогіпсу в орному шарі ґрунту

Варіант досліджу	2011 рік (перший рік післядії, перше внесення)			2013 рік (третій рік післядії, перше внесення)			2014 рік (перший рік післядії, друге внесення)					
	сума обмінних катіонів, мекв/100 г ґрунту	% від суми обмінних катіонів			сума обмінних катіонів, мекв/100 г ґрунту	% від суми обмінних катіонів			сума обмінних катіонів, мекв/100 г ґрунту	% від суми обмінних катіонів		
		Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺		Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺		Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺
1	28,76	71,28	24,69	4,03	28,34	70,29	25,41	4,24	28,53	70,10	25,38	4,25
2	28,87	68,90	26,60	4,50	28,27	67,92	26,95	5,13	28,58	68,23	26,59	5,18
3	29,43	75,77	21,58	2,65	26,79	74,65	22,77	2,58	29,29	77,84	20,48	1,67
4	30,01	76,31	21,33	2,37	27,28	74,96	22,76	2,27	29,59	77,73	20,75	1,52
5	30,63	76,40	21,48	2,12	27,88	75,44	22,67	2,08	30,37	78,04	20,71	1,25
6	27,21	73,87	24,00	2,13	26,76	74,36	23,92	1,72	27,65	75,95	22,82	1,23
7	28,27	75,70	22,76	1,54	27,88	75,32	23,32	1,36	29,70	77,04	21,91	1,05
8	29,96	76,28	22,23	1,49	27,57	75,70	23,03	1,27	28,43	77,40	21,70	0,90

У даному випадку найкращим виявився варіант внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га. Після першого року післядії значення обмінного натрію становило 1,49 % від суми обмінних катіонів, а на третій рік післядії це значення зменшилося до 1,27 % від суми обмінних катіонів. Повторне внесення нормою 3 т/га зменшило присутність обмінного натрію в ґрунтовому поглинальному комплексі до 0,98 % від суми обмінних катіонів на перший рік післядії. Це вказує на те, що в ґрунті сповільнилися процеси осолонцювання.

Підкреслимо, що значна кількість обмінного магнію (25,44–21,65 % від суми обмінних катіонів) надає негативні візуальні характеристики (табл. 1).

Хімічна меліорація фосфогіпсом позитивно вплинула і на фізичні властивості орного шару ґрунту (табл. 2).

Таблиця 2

Зміна фізичних показників ґрунту по варіантах дослідів (шар ґрунту 0–30 см)

Варіант досліджу	Щільність будови ґрунту, г/см ³			Пористість ґрунту, %			Водопроникність ґрунту, мм/хв		
	2011 р.	2013 р.	2014 р.	2011 р.	2013 р.	2014 р.	2011 р.	2013 р.	2014 р.
1	1,37	1,35	1,35	50,20	50,40	50,50	2,14	2,07	2,00
2	1,36	1,40	1,39	47,28	47,20	47,10	1,10	1,14	1,10
3	1,24	1,25	1,20	52,00	52,00	52,35	2,48	2,45	2,50
4	1,22	1,23	1,19	52,41	52,14	52,76	2,50	2,50	2,58
5	1,21	1,21	1,17	52,83	52,02	53,00	2,51	2,52	2,60
6	1,27	1,28	1,23	49,45	49,40	49,51	1,70	1,60	1,81
7	1,25	1,24	1,20	49,98	50,00	49,91	1,73	1,71	1,89
8	1,22	1,26	1,18	50,00	50,10	50,20	1,79	1,77	1,90

Внесення фосфогіпсу суттєво вплинуло на показники щільності ґрунту у бік покращення (табл. 2). Навіть із внесенням фосфогіпсу зберігали тенденцію до

збільшення щільності варіанти зі зрошенням порівняно з незрошуваними аналогами. По роках досліджень вони спостерігали тенденцію до збільшення щільності в посушливі роки. Найнижчі показники щільності у варіантах без зрошення були в перший рік післядії за повторного внесення фосфогіпсу. Значення щільності у цьому періоді становило $1,17-1,2 \text{ г/см}^3$, що на $0,04-0,96 \text{ г/см}^3$ менше порівняно з післядією першого року за першого внесення.

В умовах зрошення дія фосфогіпсу як хімічного меліоранту на щільність складення ґрунту за весняного внесення була більш суттєва порівняно з незрошуваними варіантами. В роки досліджень спостерігали ту саму тенденцію, що і за відсутності поливів (збільшення щільності в посушливі роки та найнижчі показники в перший рік післядії за повторного внесення фосфогіпсу). Значення щільності на перший рік післядії за повторного внесення меліоранту становило $1,18-1,21 \text{ г/см}^3$.

Пористість ґрунту на контрольних ділянках без внесення фосфогіпсу та без зрошення за роки спостережень змінювалася в діапазоні від 50,0 до 50,8 % (табл. 2). На зрошенні за середніми показниками значення пористості орного шару ґрунту на контрольних ділянках становило 47,14 %, а за відсутності поливів цей показник був на 3,24 % більшим. Це пояснюється підвищеними відповідними показниками щільності ґрунту при зрошенні. В умовах зрошення відзначали тенденцію до зменшення пористості, тоді як без зрошення чітку динаміку не спостерігали, тобто значення змінювалися хаотично (табл. 2).

Хімічні меліорації (внесення фосфогіпсу) суттєво вплинули на показники пористості ґрунту. Їх покращення реєстрували в усіх варіантах дослідження порівняно з контролем. Найкращим варіантом за відсутності поливів, як і при дослідженні щільності, був варіант з внесенням фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га. Найкращими показниками пористості ґрунту характеризувалися варіанти без зрошення за повторного осіннього внесення фосфогіпсу в перший рік післядії, тобто пористість збільшилася на $0,17-0,35 \%$ порівняно з післядією за першого внесення меліоранту.

Зрошення не призвело до кардинальної зміни пористості, а в роки досліджень спостерігали ту ж саму тенденцію, що і за відсутності поливів. Найкраще значення пористості реєстрували в перший рік післядії за повторного весняного внесення фосфогіпсу як хімічного меліоранту, що становило $49,51-50,2 \%$.

Водопроникність ґрунту за нашими даними на контролі без внесення фосфогіпсу виявилася більшою у варіантах без зрошення порівняно зі зрошуваними (табл.2). Внесення фосфогіпсу суттєво вплинуло на підвищення водопроникності ґрунту в усіх варіантах дослідження. У варіантах із внесенням фосфогіпсу без зрошення відбулося підвищення середніх показників у роки досліджень на $2,46-2,54 \text{ мм/хв}$. Збільшення водопроникності відбувалося пропорційно збільшенню норми внесення меліоранту. Це доводить теорію підвищення водопроникності зрошуваних ґрунтів за хімічної меліорації кальцієвмісними меліорантами при коагулюванні ґрунтових колоїдів катіонами кальцію. Найвищі показники водопроникності ґрунту відзначали у варіантах без

зрошення за повторного внесення фосфогіпсу восени в перший рік післядії. Водопроникність в перший рік післядії за повторного внесення збільшилася на 0,02–0,1 мм/хв порівняно з післядією при першому внесенні.

За хімічної меліорації та поливів спостерігали зниження показників водопроникності порівняно з показниками незрошуваних варіантів. Як і у варіантах без зрошення, за роки досліджень кращим виявився перший рік післядії за повторного внесення – 1,81–1,9 мм/хв. Цей факт підтверджує утворення водостійких агрегатів та зменшення рухомості мулуватих часток при внесенні кальцію з фосфогіпсом. Завдяки цьому збільшується водостійкість ґрунту, підвищується фільтрація, що допомагає вимиванню солей з ґрунту. Оцінка водопроникності ґрунту, за шкалою Н.А.Качинського, показала, що внаслідок дії хімічної меліорації вона зі задовільної набула статусу доброї.

Фосфогіпс збільшує продуктивність сільськогосподарських культур, що приводить до збільшення кореневих решток у ґрунті, завдяки цьому відбувається підвищення гумусу. Ця зміна свідчить про сповільнення процесів дегуміфікації чорноземів звичайних при зрошенні. Найкращими з відновлення органічної частини порівняно з контролем були варіанти зі зрошенням. При зрошенні виявили варіанти з внесенням фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га (підвищення гумусу на 0,35 %) та восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га (підвищення гумусу на 0,39 %). У дослідах без зрошення, порівняно з контролем, найкращим з відновлення органічної частини виявився варіант, де вносили фосфогіпс восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га (підвищення гумусу на 0,29 %).

У четвертому розділі «**ВПЛИВ ФОСФОГІПСУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**» проаналізовано зміну врожайності сільськогосподарських культур в умовах зрошення та з внесенням фосфогіпсу на іригаційно солонцюватих чорноземах. В усіх варіантах дослідження спостерігали приріст урожайності сільськогосподарських культур пропорційно збільшенню норми внесення фосфогіпсу (табл.3).

Таблиця 3

Вплив хімічної меліорації на врожайність сільськогосподарських культур

Варіант дослідження	Урожайність культур, т/га, рік дослідження					
	ячмінь ярий, 2011р.	пшениця озима, 2012р.	пшениця озима, 2013 р.	кукурудза на зерно, 2014 р.	пшениця озима, 2015 р.	
1	2,70	3,80	4,10	5,00	4,20	
2	3,29	4,44	4,58	6,54	4,83	
3	2,82	3,88	4,15	5,20	4,30	
4	2,87	3,90	4,17	5,22	4,37	
5	2,91	3,97	4,25	5,27	4,41	
6	3,52	4,52	4,64	6,91	4,94	
7	3,60	4,65	4,74	7,00	5,19	
8	3,69	4,79	4,78	7,08	5,20	
НІР ₀₅ , т/га	А	0,057	0,045	0,069	0,045	0,076
	В	0,052	0,056	0,050	0,056	0,054
	АВ	0,074	0,080	0,070	0,080	0,076

Зміна врожайності пшениці озимої від кількості обмінного натрію (рис. 3) описується для умов зрошення рівнянням $y = -0,6075x + 49,104$; $R^2 = 0,6441$ та для незрошуваних варіантів – $y = -0,5826x + 42,658$; $R^2 = 0,8489$, де x - кількості обмінного натрію, %; y - урожайності пшениці озимої, ц/га.

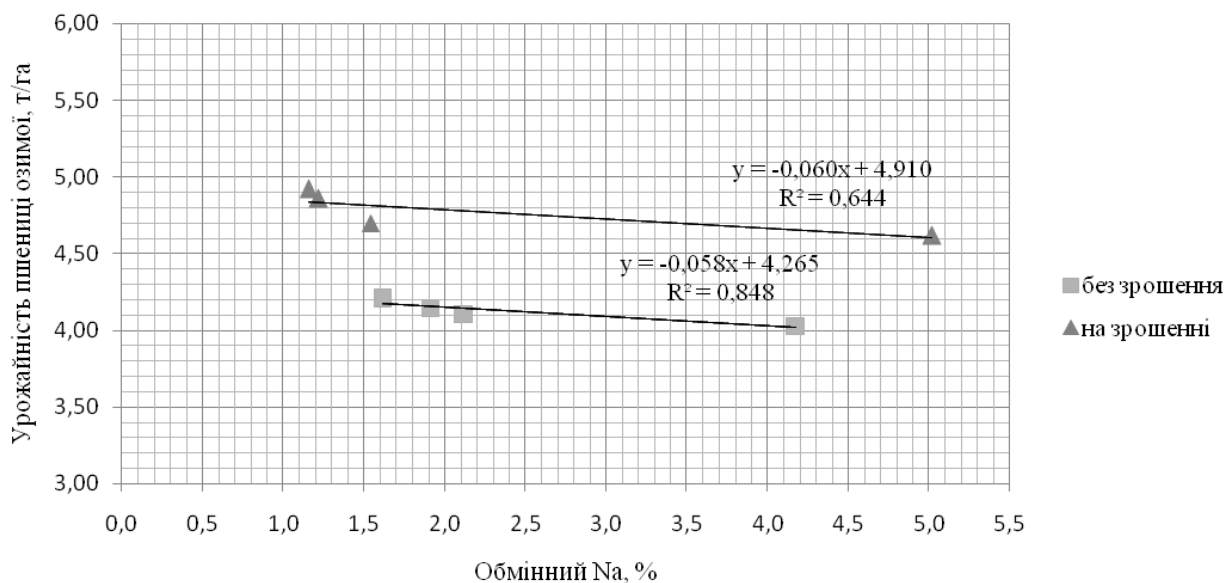


Рис. 3. Лінія тренда зміни врожайності пшениці від кількості обмінного натрію

Дослідженнями встановлено, що варіанти з внесенням фосфогіпсу без зрошення не поступаються у відсотковому розподілі врожайності у зрошуваних варіантах. При зрошенні більшу перевагу в розподілі врожайності по роках набув варіант з внесенням фосфогіпсу навесні та восени. Максимальний приріст урожайності в цих умовах відзначали з внесенням фосфогіпсу під культивуацію навесні нормою 3 т/га та восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га. Це пояснюється надходженням рухомого фосфору та кращим засвоєнням поживних речовин рослинами за рахунок зрошення й поліпшення фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунту фосфогіпсом.

У п'ятому розділі «**ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ХІМІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ**» наведено дані розрахунків основних економічних показників проведення хімічної меліорації фосфогіпсом. Виявлено позитивні тенденції у варіантах дослідів при зрошенні.

Зі збільшенням норми внесення фосфогіпсу збільшується і виручка від реалізації сільськогосподарської продукції в умовах зрошення і без нього, оскільки спостерігається пропорційне збільшення приросту врожаю.

У варіантах без зрошення найбільший чистий прибуток (4269 грн/га) та висока рентабельність при меліорації фосфогіпсом отримано за максимальної норми – осіннє внесення 6 т/га. Економічний ефект (775,3 грн/га) та коефіцієнт загальної економічної ефективності капітальних вкладень (0,26) також показали максимальні значення при нормі 6 т/га.

Вважаємо, що при зрошенні капіталовкладення у хімічну меліорацію фосфогіпсом були однакові, як і в незрошуваному варіанті. Найбільший

додатковий чистий прибуток, як і у варіантах без зрошення, був із внесенням фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га (618,3 грн/га) та внесенням фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га (432,8 грн/га). Не зважаючи на високий прибуток норми внесення 6 т/га при зрошенні, найвищий коефіцієнт загальної економічної ефективності капітальних вкладень у цих умовах спостерігали при внесенні фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га.

Рівень рентабельності виробництва в усіх варіантах дослідів мав високі показники. Зрошення підвищувало рівень рентабельності від хімічної меліорації при внесенні меліоранту навесні нормою 3 та 6 т/га, оскільки в цьому випадку спостерігали більші прибавки врожаю.

Виходячи з коефіцієнта загальної економічної ефективності капітальних вкладень на проведення хімічної меліорації був розрахований термін окупності проведених заходів з поліпшення процесів осолонцювання в умовах зрошення та без нього. У варіантах без зрошення менший термін окупності капіталовкладень збігається з нормою 1,4 т/га – 3 роки 11 місяців. Найменший термін окупності капіталовкладень при зрошенні спостерігали за внесення меліоранту навесні нормою 3 т/га – 1 рік 11 місяців.

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що ґрунт дослідної ділянки за фізичними, морфологічними та агрохімічними показниками відноситься до чорнозему звичайного малогумусного вилугуваного на суглинковому лесі з фізико-хімічними ознаками солонцюватості: рН = 7,5; кількість обмінного Na – 3,64 %, уміст токсичних солей змінюється до 0,48 % (середньозасолені); у вологому стані ґрунт в'язкий, липкий, сильно набрякає, легко пептизується.

2. Аналіз якості зрошувальної води за небезпекою її токсичного впливу на рослини та небезпекою осолонцювання, підлуження та вторинного засолення ґрунту показав, що вона відноситься до II класу якості «Обмежено придатна».

3. Для попередження іригаційного осолонцювання чорнозему звичайного як хімічний меліорант було обрано фосфогіпс з Дніпровського заводу мінеральних добрив (м. Кам'янське). Розраховано норми внесення фосфогіпсу як хімічного меліоранту в різні періоди за відповідними методиками: 1,4 т/га – меліоративна норма на витіснення обмінного натрію для малонатрієвих солонців (методи Пфеффера в модифікації Молодцова, Ігнатової, 1990 р.); 3 т/га – норма за допоглинанням ґрунтом кальцію (Грінченко О.М., 1980 р.); 6 т/га – норма, що розрахована за коагуляційно-пептизаційним методом (Лактіонов Б.І., 1963 р.). Усі норми вносили в запас на три роки. Одна з установлених норм збігалась з рекомендованою агрономічною нормою (6 т/га) та жодна з них не перевищувала екологічно безпечну норму (10,3 т/га).

4. Аналіз вмісту важких металів у фосфогіпсі довів можливість його використання з дотриманням екологічно безпечної норми. В умовах зрошення поліпшення екологічного стану солонцюватих ґрунтів реєстрували при внесенні меліоранту навесні: внесення фосфогіпсу нормою 3 т/га підвищило водопроникність ґрунту на 0,66 мм/хв; зменшило суму токсичних солей до 0,41 %

на третій рік після дії; зменшило кількість обмінного Na до 1 % від суми обмінних катіонів. У незрошуваних умовах внесення навесні не показало позитивних змін. Без поливів кращим виявився варіант з внесенням фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га. Це підвищило водопроникність ґрунту на 0,68 мм/хв; зменшило суму токсичних солей до 0,38 % на третій рік після дії; зменшило кількість обмінного Na на третій рік після дії до 2,08 % від суми обмінних катіонів; підвищило вміст гумусу на 0,29 %;

5. При зрошенні найбільший приріст врожаю отримали з внесенням фосфогіпсу під культивуацію навесні нормою 3 т/га (до 9 %) та восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га (до 12 %). Без зрошення найбільший приріст урожаю спостерігали при внесенні фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га (до 8 %).

6. Внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га дає найбільший рівень рентабельності при зрошенні (116 %) та без поливів (113 %). Найменший термін окупності капіталовкладень при зрошенні виявився у варіанті з внесенням фосфогіпсу під культивуацію навесні нормою 3 т/га (1 рік 11 місяці), без зрошення – варіант з внесенням фосфогіпсу під культивуацію навесні нормою 1,4 т/га (3 роки 11 місяців).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Вирощування сільськогосподарських культур на іригаційно солонцюватих чорноземах звичайних при зрошенні водою II класу придатності, без поливів з підвищенням урожайності до 20 % та поліпшенням фізико-хімічних властивостей можливе при проведенні хімічної меліорації фосфогіпсом різними розрахунковими дозами.

Для отримання максимального приросту врожайності при зрошенні необхідно вносити фосфогіпс навесні під культивуацію дозою, що розрахована за допоглинанням кальцію (3 т/га); восени під основний обробіток ґрунту дозою, яка розрахована за коагуляційно-пептизаційним методом (6 т/га). Без зрошення фосфогіпс необхідно вносити восени під основний обробіток ґрунту дозою, яка розрахована за коагуляційно-пептизаційним методом (6 т/га). Найвищий коефіцієнт загальної економічної ефективності капітальних вкладень спостерігається з внесенням фосфогіпсу під культивуацію навесні нормою допоглинання (3 т/га) при зрошенні.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України:

1. **Макарова Т. К.** Особливості застосування фосфогіпсу на солонцюватих зрошуваних чорноземах. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки.* 2013. Вип. 3(63). С. 145–153.

2. Онопрієнко Д. М., **Макарова Т. К.** Аналіз деградаційних процесів зрошуваних ґрунтів Дніпропетровської області. *Таврійський науковий вісник.* 2013. Вип. 86. С. 146–151.

3. **Макарова Т. К.** Зміна показників осолонцювання зрошуваних чорноземів при проведенні хімічної меліорації. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2018. Вип. 101. С. 183–187.

4. **Макарова Т. К.** Економічна ефективність хімічної меліорації фосфогіпсом на іригаційно солонцюватих чорноземах. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2018. Вип. 4(84). С. 22–30.

Стаття у науковому фаховому виданні України, яке включено до міжнародних наукометричних баз даних:

5. 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.

Статті в наукових виданнях інших держав:

6. **Макарова Т. К.** Зміна фізико-хімічних властивостей солонцюватих чорноземів під впливом хімічної меліорації. *Мир науки и инноваций*. Иваново. 2015. Вып. 1(1). Том 15. С. 45–48.

7. **Макарова Т. К.** Зміна кіркоутворення та водопроникності ґрунту при проведенні хімічної меліорації. *Научные труды SWorld*. Иваново. 2018. Вып. 53. Том 2. С. 114–119.

8. **Макарова Т. К.**, Борисевич М.О. Проблеми іригаційно осолонцюваного чорнозему та шляхи їх вирішення. *Modern scientific researches*. Minsk. 2018. Vol. Issue 4. P. 119–123.

Патент

9. Спосіб меліорації зрошуваних осолонцюватих чорноземів: пат. 117577 Україна: МПК 2017. 01 А01В 79/00; заявл. 13.02.2017; опубл. 26.06.2017, Бюл. № 12. 4 с.

Тези доповідей на наукових конференціях:

10. **Макарова Т. К.** Еколого-меліоративний стан зрошуваних земель Дніпропетровської області та їх хімічні меліорація. *Транзитна територія: екологія і транспорт*: Всеукраїнська наук.-техн. конф. молодих учених та студентів (Кременчук. 8–9 грудня 2010 р.). Кременчук. 2010. С. 30–32.

11. **Макарова Т. К.**, Онопрієнко Д. М. Аналіз деградаційних процесів зрошуваних ґрунтів на прикладі Дніпропетровської області. *Екологічні проблеми природокористування та охорони меліорованих ландшафтів*: матеріали міжнар. наук.-техн. конф. (Херсон. 21–23 березня 2012 р.). Херсон. 2012. С. 233–235.

12. **Макарова Т. К.** Агромелиоративная эффективность использования химической мелиорации на орошаемых солонцовых почвах. *Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО*: материалы международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию Победы в Сталинградской битве. (Волгоград, 30 января–1 февраля 2013 г.). Волгоград. 2013. С. 207–210.

13. **Макарова Т. К.** Ефективність хімічної меліорації при зрошенні ґрунтів мінералізованими водами. *Водні ресурси України та меліорації земель*:

матеріали міжнар. наук.-техн. конф. (Київ, 22 березня 2013 р.). Київ, 2013. Том 2. С. 121–123.

14. **Макарова Т. К.**, Онопрієнко Д. М. Ефективність хімічної меліорації на солонцюватих зрошуваних чорноземах. *Проблеми і перспективи розвитку сучасної аграрної науки*: матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (Миколаїв, 1 липня 2014 р.). Миколаїв, 2014. С. 64–66.

15. **Макарова Т. К.** Вплив хімічної меліорації на фізико-хімічні властивості солонцюватих чорноземів. *Еволюція ґрунтів України під впливом антропогенної діяльності*: Всеукраїнська наук.-практ. конф. присвячена пам'яті видатного вченого доктора с.-г. н., професора В. П. Золотуна (Херсон, 19–20 лютого 2015 р.). Херсон, 2015. С. 69–71.

16. **Макарова Т. К.** Зміна показників осолонцювання зрошуваних чорноземів при проведенні хімічної меліорації. *Перспективныє направления развития водного хозяйства, строительства и землеустройства*: Международная научно-практическая конференция (Херсон, 19–20 мая 2016 р.). Херсон, 2016. С. 63–70.

17. **Макарова Т. К.** Іригаційне осолонцювання чорнозему звичайного та шляхи вирішення. *Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем*: матеріали III міжнар. наук.-техн. конф. (Дніпро, 11 жовтня 2018 р.). Дніпро, 2018. С. 149–151.

18. **Макарова Т.К.** Агромеліоративна ефективність використання хімічних меліорантів на зрошуваних осолонцюватих чорноземах. *Вода для всіх*: матеріали наук.-практ. конф. (Дніпро, 22 березня 2019 р.). Дніпро, 2019. С. 31–32.

19. **Макарова Т.К.** Вплив зрошення на ґрунтовий покрив сільськогосподарських угідь Дніпропетровської області. *Вода для всіх*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 21 березня 2019 р.). Київ, 2019. С. 99–100.

20. **Макарова Т.К.** Міграція солей ґрунтового профілю іригаційно солонцюватого чорнозему під дією фосфогіпсу та зрошення. *Сучасні технології та досягнення інженерних наук в галузі гідротехнічного будівництва та водної інженерії*: міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон, 24–25 травня 2019 р.). Херсон, 2019. С. 82–84.

АНОТАЦІЯ

Макарова Т.К. Агромеліоративна ефективність використання фосфогіпсу на зрошуваних землях Північного Степу України. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації. – ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». Херсон, 2019.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та результати експериментальних досліджень з вивчення впливу тривалого зрошення водою неналежної якості на чорнозем звичайний, виявлено ознаки іригаційного осолонцювання ґрунтів та шляхи подолання цього явища в умовах зрошення та без нього шляхом проведення хімічної меліорації фосфогіпсом. Розраховано дози внесення фосфогіпсу: 1,4 т/га – меліоративна норма на витіснення обмінного

натрію для малонатрієвих солонців; 3 т/га – норма за допоглинанням ґрунту; 6 т/га – норма, що розрахована за коагуляційно-пептизаційним методом.

Внесення меліоранту позитивно вплинуло на фізичні та фізико-хімічні властивості досліджуваного ґрунту. Внесення фосфогіпсу за зрошення підвищувало врожайність пшениці озимої до 4,78–5,20 т/га (збільшення на 4–7 % відносно контролю). Урожайність ячменю ярого в зрошуваних умовах за хімічної меліорації фосфогіпсом підвищувалася з 3,29 т/га на контролі до 3,69 т/га при внесенні фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га (збільшення на 10,8 %). Якщо у варіантах без зрошення значення врожайності пшениці озимої за хімічної меліорації строкато відрізняються між собою (2012 та 2013 роки спостереження), то при зрошенні ці показники дещо згладжуються за рахунок кращого розчинення залишків меліоранту та засвоєння поживних елементів рослинами.

Внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га дає найвищий рівень рентабельності при зрошенні (116 %) та без поливів (113 %). Найменший термін окупності капіталовкладень на меліорацію при зрошенні відповідає варіанту з внесенням фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га (1 рік 11 місяців), без зрошення – варіант з внесенням фосфогіпсу під культивування навесні нормою 1,4 т/га (3 роки 11 місяців).

Ключові слова: тривале зрошення, іригаційне осолонцювання, хімічна меліорація, розрахунок доз внесення меліоранту, економічна ефективність, розрахункова норма фосфогіпсу.

АННОТАЦІЯ

Макарова Т.К. Агромелиоративная эффективность использования фосфогипса на орошаемых землях Северной Степи Украины. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.02 – сельскохозяйственные мелиорации. – ГВУЗ «Херсонский государственный аграрный университет». Херсон. 2019.

В диссертационной работе приведены теоретическое обоснование и результаты экспериментальных исследований изучения влияния длительного орошения водой ненадлежащего качества на чернозём обыкновенный, выявлены признаки ирригационного осолонцевания почв и пути преодоления этого явления в условиях орошения и без него путем проведения химической мелиорации фосфогипсом. Рассчитаны дозы внесения фосфогипса: 1,4 т/га – мелиоративная норма на вытеснение обменного натрия для малонатриевых солонцов; 3 т/га – норма допоглощения почвы кальция; 6 т/га – норма, рассчитанная коагуляционно-пептизационным методом.

Внесение меліоранта положительно повлияло на фізическіе і фізико-хіміческіе свойства исследуемой почвы. Внесение фосфогіпса при орошении повысило урожайность озимой пшеницы до 4,78–5,20 т/га (увеличение на 4–7% относительно контроля). Урожайность ячменя ярогого в орошаемых условиях при химической мелиорации фосфогіпсом повысилась с 3,29 т/га на контроле до

3,69 т/га при внесении фосфогипса осенью под основную обработку почвы нормой 6 т/га (увеличение на 10,8%). Если в вариантах без орошения значения урожайности озимой пшеницы при химической мелиорации сильно отличаются между собой (2012 и 2013 года наблюдений), то при орошении эти показатели несколько сглаживаются за счет лучшего растворения остатков мелиоранта и усвоения питательных элементов растениями.

Внесение фосфогипса осенью под основную обработку почвы нормой 6 т/га дает максимальный уровень рентабельности при орошении (116 %) и без поливов (113 %). Самый короткий срок окупаемости капиталовложений на мелиорацию при орошении соответствует варианту с внесением фосфогипса под культивацию весной нормой 3 т/га (1 год 11 месяцев), без орошения – вариант с внесением фосфогипса под культивацию весной нормой 1,4 т/га (3 года 11 месяцев).

Ключевые слова: длительное орошение, ирригационное осолонцевание, химическая мелиорация, расчет доз внесения мелиоранта, экономическая эффективность, расчетные нормы фосфогипса.

SUMMARY

Makarova T.K. Agromeliorative effectiveness of phosphogypsum use on irrigated lands of the Northern Steppe of Ukraine. – Manuscript.

Thesis for a candidate degree in agricultural sciences in specialty. – 06.01.02 – agricultural melioration. – State High School "Kherson State Agrarian University". Kherson. 2019.

In the thesis the theoretical substantiation and results of experimental researches on studying the influence of prolonged irrigation by water of inadequate quality on black soils are given, the signs of irrigation salinization of soils and ways of overcoming this phenomenon under irrigation and without it are revealed.

Phosphogypsum was selected as a chemical meliorant to prevent irrigation salinization of the experimental territory, which was introduced under irrigation and without it. The dosages of introducing of phosphogypsum as a chemical meliorant are calculated on the basis of different calculation formulas: 1.4 t/ha – meliorative norm for displacement of exchange sodium for less sodium salt soils; 3 t/ha – the norm for soil absorption of calcium (Sokolovskyi O.N., Hrinchenko O.M.); 6 t/ha – the norm calculated according to the coagulation-peptizing method (Laktionov B.M., Mamaieva L.Ya., Panov N.P.).

The introduction of a meliorant had positive influence on the physical and physical-chemical properties of the experimental soil. Based on the "total effect" of toxic ions, the level of salinization of experimental sites was characterized as medium salinized, then gradually changed to a weakly salinized type (variations with the introduction of phosphogypsum at the norm of 3 and 6 t/ha with irrigation).

The conduction of chemical melioration by phosphogypsum led to an improvement of the parameters of the soil picking complex. The best results for displacement of exchange sodium were observed when the phosphogypsum was introduced at the norm calculated at the coagulation threshold (6 t/ha) without irrigation.

With irrigation was the best result with introducing of phosphogypsum at the rate of absorption (3 t/ha). For ratios of exchange calcium to magnesium the variant with introduction of phosphogypsum at the norm of 6 t/ha without irrigation was the best.

Phosphogypsum as a chemical meliorant slows the processes of dehumidification of common black soils with irrigation. The best restoration of the organic part compared with the control were variants with irrigation. During Irrigation variants with introducing phosphogypsum under cultivation in the spring at the norm of 3 t/ha (increasing humus by 0,35 %) and in autumn under the basic tillage of soil at the norm of 6 t/ha (increasing humus by 0,39 %) were revealed. In experiments without irrigation compared with control, the best variant for restoring the organic part was the introduction of phosphogypsum in autumn under basic tillage at the norm of 6 t/ha (increase of humus by 0,29 %).

Irrigation increases the intensification of farming, but, as our studies have shown, not on salinized soils. With Irrigation the crop productivity of spring barley increased by 0,59 tons per ha, corn for grain – by 1,54 tons per ha compared to unirrigated control. The introduction of phosphogypsum from irrigation increased the crop productivity of winter wheat to 4,78–5,20 tons per ha (increase of 4–7% compared to control). The crop productivity of spring barley under irrigated conditions during chemical melioration by phosphogypsum increased from 3,29 tons per ha at the control to 3,69 tons per ha when the phosphogypsum was introduced in autumn under the basic soil tillage at a norm of 6 t/ha (increase by 10,8%). Whereas in unirrigated variants winter wheat crop productivity values with chemical melioration variably differ from each other (observation in 2012 and 2013), with irrigation these indexes are somewhat smoothed by better dissolving of remanufactured remnants and assimilation of nutrient elements by plants.

The introduction of phosphogypsum in autumn under the basic soil cultivation with the norm of 6 t/ha gives the highest level of profitability at irrigation (116 %) and without irrigation (113 %). The shortest payback period for irrigation investment was the variant with the introduction of phosphogypsum under cultivation in the spring at a rate of 3 t/ha (1 year 11 months), without irrigation – option with the introduction of phosphogypsum under cultivation in the spring at a rate of 1,4 t/ha (3 years 11 months).

Keywords: prolonged irrigation, irrigation salinization, chemical melioration, calculation of doses of meliorant, economic efficiency of calculated norms of phosphogypsum.

Здано на складання 09.08.2019. Підписано до друку 10.08.2019. Формат 60x90/16. Папір офсетний. Друк ризографічний. Гарнітура Times. Ум. друк. арк. 0,97. Обл.-вид. арк. 1,37. Тираж 100 прим. Зам. № 819_29

Видавництво «*Літограф*»
Ідентифікатор видавця у системі ISBN: 2267
Адреса видавництва та друкарні:
49000, м. Дніпро, вул. ім. М.В. Гоголя, 10/а
тел. : (066) 369-21-55, (097) 841-92-84
E-mail: Litograf.dp@gmail.com

