

DOI:

Available at (PDF):

УДК 631.67:330

ПЕРЕРОЗПОДІЛ ГРАНУЛОМЕТРИЧНИХ ФРАКЦІЙ У ЧОРНОЗЕМІ ЗВИЧАЙНОМУ ПІД ВПЛИВОМ ТРИВАЛОГО ЗРОШЕННЯ ТА ХІМІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ ФОСФОГІПСОМ

Т.К. Макарова¹, канд. с.-г. наук; Н.М.Максимова², канд. техн. наук; Г. В. Гапіч³, канд. техн. наук; І. В. Чушкіна⁴

¹Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна
<https://orcid.org/orcid.org/0000-0002-7150-6143>; e-mail: Shvydenkotk@i.ua

²Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна
<https://orcid.org/orcid.org/0000-0003-1684-7479>; e-mail: natashannnnnnn@gmail.com

³Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна
<https://orcid.org/orcid.org/0000-0001-5617-3566>; e-mail: gapichgennadii@gmail.com

⁴Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна
<https://orcid.org/orcid.org/0000-0003-1251-6664>; e-mail: zalomiy80@gmail.com

***Анотація.** Стаття розкриває питання перерозподілу гранулометричних фракцій у чорноземі звичайному малогумусному вилугованому на суглинковому лесі в умовах Північного Степу України під впливом зрошення водою II класу якості та хімічної меліорації фосфогіпсом. Тривале використання води для зрошення з водосховища на р. Самара Дніпровського району Дніпропетровської області погіршило властивості ґрунту через розвиток в ньому процесів осолонцювання, що обумовило використання фосфогіпсу. Розраховані норми внесення фосфогіпсу 1,4 т/га, 3 т/га і 6 т/га вносили на фоні зрошення і без нього. Досліджено вплив хімічної меліорації та зрошення на еколого-меліоративний стан ґрунту, що позначилося на змінах його гранулометричного складу, щільності складення та структурно-агрегатного складу.*

Встановлено, що поливи ґрунту середньою нормою зрошення 1500 м³/га знижують вміст фізичної глини на 0,12-0,06 % порівняно з варіантами без зрошення. При внесенні фосфогіпсу при зрошенні відбуваються незначні зміни у перерозподілі гранулометричних фракцій: збільшення фракцій фізичного піску та зменшення фракцій фізичної глини. Встановлено, що гранулометричний склад ґрунту є більш стійким до дії фосфогіпсу ніж до зрошення.

На незрошуваних варіантах з хімічною меліорацією фосфогіпсом у порівнянні з контролем на 0,54-0,91 % збільшується вміст фізичного піску та на 0,87-1,13 % зменшується вміст фізичної глини. З підвищенням норми внесення фосфогіпсу вміст фізичного піску збільшується. Ефект покращення структурності та розуцільнення ґрунту спостерігається на варіантах з внесенням фосфогіпсу нормою 6 т/га під основний обробіток та нормою 3 т/га під весняну культивуацію.

***Ключові слова:** хімічна меліорація, фосфогіпс, чорнозем звичайний, гранулометричний склад, структура ґрунту, щільність складення ґрунту.*

Постановка проблеми. Гранулометричний склад, а саме вміст і співвідношення його гранулометричних фракцій, є головним критерієм, який визначає екологічні та продуктивні функції ґрунту. Він показує відповідне співвідношення в ґрунті механічних елементів різних розмірів (гранулометричних фракцій) у відсотках і впливає практично на всі його

© Макарова Т.К., Максимова Н.М., Гапіч Г. В., Чушкіна І. В., 2020.

властивості [1, 2]. Ґрунти за гранулометричним складом поділяють на фізичний пісок (частки > 0,01 мм) та фізичну глину (частки < 0,01 мм). Такий розподіл базується на генезисі ґрунту, при цьому однаковий відсотковий вміст фізичної глини буде відігравати різну роль у підзолистих ґрунтах, чорноземах та солонцях, оскільки має різні діапазони значень [3].

Родючість ґрунту залежить від його гранулометричного складу, який в свою чергу впливає на теплові, повітряні, водно-фізичні, фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів. В умовах, де розвиваються процеси осолонцювання, гранулометричний склад ґрунтів змінюється залежно від складу ґрунтового поглинального комплексу, а саме від вмісту поглиненого натрію, кальцію і магнію, що позначається на процесах ущільнення, агрегації, фільтрації, вологоутримання, вологоперенесення, гумусоутворення та ін. Доведено, що легкі ґрунти за гранулометричним складом легко обробляються, швидко прогріваються, мають гарний повітряний та водний режим, але погано утримують вологу, мають малу ємність поглинання, низький рівень гумусу та елементів живлення. Важкі ґрунти, навпаки, дуже добре утримують вологу, мають високу ємність поглинання, більш насичені гумусом та елементами живлення. Водночас важкосуглинкові та глинисті ґрунти мають помірну водопроникність, здатність запливати, утворювати кірку, злипатись. За цими критеріями кращими вважають суглинкові ґрунти [3].

Таким чином, актуальним є питання вивчення тривалої дії зрошення та внесення фосфогіпсу у якості хімічного меліоранту на зміни у перерозподілі фракцій гранулометричного складу у ґрунтах, де розвиваються процеси осолонцювання.

Аналіз досліджень та публікацій. Питанням зміни меліоративних властивостей ґрунту під впливом зрошення і хімічної меліорації присвячені роботи вітчизняних та зарубіжних науковців: Ромашенко М. І., Балюк С. А., Андрєєв Г. І., Козлєчков Г. А., Золотун В. П., Моргун М. М., Жуков В. А., Онопрієнко Д. М., Papastefanou С., Stoulos S., Gharaibeh M. A., Eltaif N. I. та ін..

Найактивнішою агрономічною складовою ґрунту є фракція мулу (< 0,001 мм) [1]. Саме вона найбільш насичена колоїдним комплексом, яким визначається поглинальна здатність ґрунту та водостійкість його структури. Сприятлива водотривка структура формується в умовах відповідного поєднання глинистих частинок, гумусу і кальцію. Разом з тим, ситуація змінюється при проведенні зрошення водою II класу якості, за якого відбуваються зміни у ґрунтовому поглинальному комплексі (підвищується вміст поглиненого натрію), змінюється фракційний склад ґрунту, збільшується щільність складення та знижується водостійкість структури ґрунту.

У результаті проведених раніше досліджень в умовах Північного Степу України на чорноземах [4, 5] встановлено, що при зрошенні гранулометричний склад ґрунтів вниз по профілю збільшує відсоток мулу та дрібного пилу. Це пояснюється деагрегацією крупних частинок поливною водою та подрібнення їх у пил і мул [3, 6, 7]. Також, зрошення переносить мілку мулисту фракцію з

верхніх шарів ґрунту у нижні. Дослідження на чорноземі південному після 17 років зрошення показали результати зі зменшенням фізичної глини у орному шарі з 40,32 до 38,99% [8]. Відмічалось, також, поважчання шару 20-40 см. Під час іригаційного осолонцювання не так стрімко, але спостерігаються ті ж самі процеси, що приводять до знеструктурення ґрунтів та утворення у нижніх горизонтах ущільненого шару.

Інші дослідження в умовах Ростовської та Волгоградської областях на чорноземах звичайних доводять полегшення гранулометричного складу у верхніх горизонтах та поважчання у нижчих при зрошенні [9]. Спостерігалась тенденція до збільшення пилюватої фракції у верхніх горизонтах при поливі.

Ґрунти класифікують ще за такою генетичною ознакою, як – структура. З'єднані між собою механічні елементи агрегатів утворюють структуру ґрунту. Якісний склад, форма, розміри у одного тупу ґрунту буде різна в залежності від місця відбору, горизонту та пори року. Ґрунти бувають структурні та безструктурні. Структурна форма розділена на різні частинки з відповідною формою та величиною – грудки. Безструктурний стан містить окремі механічні елементи, які не з'єднані між собою або мають вигляд суцільної зцементованої маси. Основна характеристика структурних частинок не форма, а їх властивості (розмір, водостійкість, пористість та ін.).

У результаті численних досліджень на чорноземних та каштанових ґрунтах доведено, що зрошення та механічний обробіток порушують структуру ґрунту [3, 9, 10]. Надмірний обробіток приводить до зменшення структурності через механічний розпад частинок. При зрошенні, як зазначалось раніше, руйнуються водостійкі агрегати, що викликано безпосередньо фізичною дією води на частинки та через зміну хімічних властивостей ґрунту під дією води. Це приводить до утворення поверхневої кірки та збільшення щільності складення ґрунту. Для усунення негативних явищ зрошення пропонується проведення хімічної меліорації для поліпшення фізичних властивостей солонцюватих ґрунтів [11, 12].

Проведеними раніше дослідженнями Інституту овочівництва і баштанництва НААН України встановлено, що ґрунт за механічним складом змінюється в бік поважчання при віддалені від р. Дніпро з легкосуглинкового до важкосуглинкового і легкоглинистого з переважанням в його фракціях часток пилу (від 0,05 до 0,001 мм). Найбільш поширені в цьому районі чорноземі пилювато-важкосуглинкові, в механічному складі яких (при орному шарі 0-20 см) міститься фізичної глини (часток менших за 0,01 мм) від 45 до 55%, а часток мулу (менших за 0,001 мм) від 27 до 35%.

Неоднозначність результатів досліджень викликає зацікавленість цим питанням. Можливо це пояснюється конкретними умовами проведення зрошення, особливістю ґрунтів, рельєфу місцевості та ін.

Мета досліджень. Мета досліджень полягає у встановленні на дослідній ділянці відповідних закономірностей зміни гранулометричного складу ґрунту під дією довготривалого зрошення водою II класу придатності та перерозподіл фракцій ґрунту при проведенні хімічної меліорації фосфогіпсом для усунення процесів осолонцювання.

Методи та об'єкт дослідження. 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 досліди проводили для вивчення впливу хімічної меліорації на фізичні властивості ґрунту; лабораторні – для визначення фізичних та хімічних властивостей ґрунту; статистичний метод – для оцінки вірогідності отриманих результатів досліджень.

Під час виконання роботи було закладено польовий дослід, який включав 4 варіанти та два фактори: 1 – без внесення фосфогіпсу без зрошення (контроль); 2 – без внесення фосфогіпсу зі зрошенням водою II класу якості «Обмежено придатна» за ДСТУ 2730:2015 з середньою зрошувальною нормою 1500 м³/га (контроль); 3 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 1,4 т/га на глибину 12 см без зрошення; 4 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га на глибину 12 см без зрошення; 5 – внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту на глибину 20 см нормою 6 т/га без зрошення; 6 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 1,4 т/га на глибину 12 см зі зрошенням з середньою зрошувальною нормою 1500 м³/га; 7 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га на глибину 12 см зі зрошенням з середньою зрошувальною нормою 1500 м³/га; 8 – внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту на глибину 20 см нормою 6 т/га зі зрошенням з середньою зрошувальною нормою 1500 м³/га. Площа облікової ділянки становить 50 м². Повторюваність дослідів чотириразова з розщепленим розміщенням ділянок. Фосфогіпс вносили розрахунковими дозами в запас на три роки. Меліоративну дозу внесення фосфогіпсу визначали за витісненням обмінного натрію з ґрунтового вбирного комплексу, за попередження осолонцювання ґрунту мінералізованими водами (за вмістом натрію у поливній воді), за коагуляційно-пептизаційним методом та допоглинанням ґрунтом кальцію. Під час проведення досліджень чергування сільськогосподарських культур було наступним: ячмінь ярий, пшениця озима, пшениця озима.

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. Ведення сільськогосподарства на дослідній ділянці проводили та проводять в умовах зрошення водою з водосховища на р. Самара. На початку проведення зрошення у дослідному господарстві ґрунт мав дрібногрудкувату структуру. Проведення обробітку у вологому стані та надмірне зволоження привело до його ущільнення, незадовільного проникнення води і повітря у нижні горизонти.

Результати досліджень та їх обговорення. Ґрунтовий покрив ділянки представлено чорноземом звичайним малогумусним вилугованим легкосуглинковим на лесі, профіль якого на момент досліджень складався з таких горизонтів:

Нк_{0-30см} - гумусовий, темно-сірий, орний шар - порохуватий, в сухому стані брилистий і тріщинуватий, легкосуглинковий; підорний шар - грудкувато-зернистий сухий, перехід у наступний горизонт поступовий за складенням і кольором

Нрк_{30-45 см} – верхній перехідний, гумусований, темно-сірий, з глибиною змінюється на бурий, легкосуглинковий, горіхувато-грудкуватий, злегка ущільнений, сухий, засолений, перехід у наступний горизонт поступовий за кольором.

НР(i)ks_{45-50см} – нижній перехідний, гумусовий, ілювійований, темно-бурувато-сірий, вологий, легкосуглинковий, горіхуватий, карбонатний, наявне скипання від 10%-соляної кислоти, карбонати у вигляді «білозірки», засолений.

Ph(i)k_{50-110см} - верхня частина ґрунтоутворюючої породи, темно-бурий, свіжий, легкосуглинковий, структура змінюється з горіхуватої на грудкувату, ущільнений, перехід у наступний горизонт поступовий за кольором.

Рk_{110-150 см} - ґрунтоутворююча порода - лес, палевий, ущільнений, легкосуглинковий, горіхувато-грудкуватий, карбонатний, карбонати у вигляді прожилок.

Дані гранулометричного складу ґрунту за середніми показниками по роках досліджень наведено у таблиці 1.

1. Гранулометричний склад ґрунту дослідної ділянки(середнє за 3 роки досліджень)

Варіант досліджу*	Шар ґрунту, см	Розмір часток (мм), значення (%)						Вміст, %	
		1,000-0,250	0,250-0,050	0,050-0,010	0,0100-0,005	0,005-0,001	<0,001	фізична глина	фізичний пісок
1	0-30	4,07	34,89	33,55	2,08	8,96	16,44	27,48	72,51
	30-60	5,16	29,46	35,82	3,69	7,56	18,28	29,53	70,44
2	0-30	3,81	35,73	33,87	1,96	8,9	16,24	27,1	73,41
	30-60	5,21	31,38	34,98	2,2	7,48	18,07	27,75	71,57
3	0-30	4,42	35,48	34,24	1,56	8,14	14,39	24,09	74,14
	30-60	5,2	30,61	36	3,34	7	16,57	26,91	71,81
4	0-30	4,49	35,76	34,57	1,62	8,25	14,68	24,55	74,82
	30-60	5,27	30,87	36,4	3,4	7,1	16,75	27,25	72,54
5	0-30	4,51	35,9	34,85	1,67	8,37	14,83	24,87	75,26
	30-60	5,3	31	36,48	3,42	7,18	16,78	27,38	72,78
6	0-30	4	36,1	34,25	1,58	8,31	14,1	23,99	74,35
	30-60	5,38	31,54	35	2,05	7,1	16	25,15	71,92
7	0-30	4,21	36,28	34,53	1,6	8,43	14,14	24,17	75,02
	30-60	5,42	31,61	35,1	2,1	7,14	16,23	25,47	72,13
8	0-30	4,37	36,37	34,64	1,68	8,4	14,36	24,44	75,38
	30-60	5,51	31,75	35,5	2,1	7,16	16,3	25,56	72,76

Примітка: *1 – без внесення фосфогіпсу без зрошення (контроль); 2 – без внесення фосфогіпсу зі зрошенням водою II класу якості «Обмежено придатна» за ДСТУ 2730:2015 з середньою зрошувальною нормою 1500 м³/га (контроль); 3 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 1,4 т/га на глибину 12 см без зрошення; 4 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га на глибину 12 см без зрошення; 5 – внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту на глибину 20 см нормою 6 т/га без зрошення; 6 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 1,4 т/га на глибину 12 см зі зрошенням водою II класу якості з середньою зрошувальною нормою 1500 м³/га ; 7 – внесення фосфогіпсу під культивування навесні нормою 3 т/га на глибину 12 см зі зрошенням водою II класу якості з середньою зрошувальною нормою 1500 м³/га; 8 – внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту на глибину 20 см нормою 6 т/га зі зрошенням водою II класу якості з середньою зрошувальною нормою 1500 м³/га..

З наведених даних видно, що зрошення і хімічна меліорація фосфогіпсом призводять до змін у співвідношеннях між фракціями гранулометричного складу ґрунту, основними з яких є збільшення частинок фізичного піску по відношенню до контролю. Суттєво відрізняються значення розміру гранулометричних частинок зі зрошуваним та незрошуваним варіантами. Завдяки зрошенню вміст фізичної глини в орному шарі ґрунту (0-30 см) зменшився на 0,38%, при цьому на 0,94 % збільшився вміст поглиненого натрію і на 0,15 г/см³ підвищилася щільність складення ґрунту у порівнянні з контролем. Зміни в складі ґрунтового поглинального комплексу позначилися на поглинальній здатності ґрунту та структурно-агрегатному складі. Під дією зрошення вміст агрономічно-цінних агрегатів ґрунту (10,0-0,25 мм) в орному шарі зменшився до 68,5 %, тоді як в підорному шарі (30-60 см) залишався стабільним. Вміст фізичного піску збільшувався по відношенню до контрольного незрошуваного варіанту в середньому на 1,02 % в орному та підорному шарах ґрунтового профілю.

Хімічна меліорація фосфогіпсом без зрошення позитивно вплинула на кількість фракцій фізичного піску. Відбулося укрупнення цих фракцій на 0,54-0,91% у порівнянні з контрольним незрошуваним варіантом. Значення відсотка вмісту фракцій збільшувалось з підвищенням норми внесення меліоранту. Так, при нормі 1,4 т/га це значення було 4,42%, а при нормах 3 та 6 т/га – 4,49 та 4,51% відповідно. Більш суттєве підвищення значень фізичного піску саме в орному шарі ґрунту на 0,35-0,44%, тоді як у підорному шарі ця різниця складає 0,4-0,11%. Вміст фізичної глини навпаки зменшився на 0,87-1,13%. Така ж тенденція спостерігається у зміні кількості обмінного натрію: на контролі без зрошення він становив 4,24%. При збільшенні норми внесення значення обмінного натрію змінювались з 2,58 % при нормі 1,4т/г до 2,08 % при нормі внесення фосфогіпсу 6 т/га. Щільність складення ґрунту орного шару при цьому змінювалась у незначних діапазонах – 1,25-1,21 г/см³ по варіантах внесення меліоранту, а при порівнянні з контрольним (1,35 г/см³) ця зміна була більш суттєва. Підорний шар при незначній зміні вмісту фізичної глини у середньому на 2,35 % характеризувався ущільненням до 1,41 г/см³. При проведенні хімічної меліорації структурно-агрегатний стан ґрунту характеризувався підвищенням вмісту агрономічної цінної структури до 71,2 %.

У варіантах із зрошенням спостерігали також збільшення фракцій фізичного піску та зменшення фракцій фізичної глини зі збільшенням норми внесення меліоранту. В орному шарі ґрунту відбулося збільшення фракцій фізичного піску на 0,31-0,35% у порівнянні з контрольним зрошуваним варіантом, що на 0,23-0,56% менше варіантів без зрошення. Вміст фізичної глини навпаки зменшився на 0,89-1,04%. Значення відсотка вмісту фракцій (1,000–0,2500 мм) збільшувалось зі збільшенням норми внесення меліоранту. Величина вмісту фракцій розміром 1,00–0,25 мм підвищувалася із збільшенням норми внесення меліоранту. Так при нормі 1,4 т/га це значення було 4,00%, при нормах 3 та 6 т/га – 4,21 та 4,37 відповідно, що на 0,42-0,14% менше у порівнянні з незрошуваними варіантами. Це вказує на вищу стабільність ґрунту до дії фосфогіпсу ніж до зрошення. У структурно-агрегатному складі відбувається втрата агрономічно цінних агрегатів до 69,4%, але це більше на 1% у порівняння з контролем. При цьому відбувається значне зменшення обмінного натрію до 1,27-1,72 % з 5,13 % на контролі при зрошенні, що пояснюється значним зменшенням вмісту фізичної глини в середньому на 2,3 %. Щільність складення ґрунту у цьому випадку становила 1,26-1,28 г/см³ (на контролі -1,4 г/см³).

У підорному шарі вміст фізичного піску збільшився на 0,12-0,4%, а вміст фізичної глини зменшився на 0,73-0,87% у порівнянні з контрольним зрошуваним варіантом. Як і у варіантах без зрошення, так і під час поливу відбувається ущільнення підорного шару ґрунту до 1,55 г/см³.

Встановлено, що поливи ґрунту середньою нормою зрошення 1500 м³/га знижують вміст фізичної глини на 0,12-0,06 % порівняно з варіантами без зрошення. При внесенні фосфогіпсу при зрошенні відбуваються незначні зміни у перерозподілі гранулометричних фракцій: збільшення фракцій фізичного піску та зменшення фракцій фізичної глини. Встановлено, що гранулометричний склад ґрунту є більш стійким до дії фосфогіпсу ніж до зрошення.

На незрошуваних варіантах з хімічною меліорацією фосфогіпсом у порівнянні з контролем на 0,54-0,91 % збільшується вміст фізичного піску та на 0,87-1,13 % зменшується вміст фізичної глини. З підвищенням норми внесення фосфогіпсу вміст фізичного піску збільшується. Ефект покращення структурності та розуцільнення ґрунту спостерігається на варіантах з внесенням фосфогіпсу нормою 6 т/га під основний обробіток та нормою 3 т/га під весняну культивуацію.

Висновки. Проведені дослідження показали, що у ґрунті відбувається перерозподіл фракцій гранулометричного складу, а саме зменшення вмісту фізичної глини на 0,12-0,06% при зрошенні у порівнянні з неполивним варіантом. При проведенні хімічної меліорації фосфогіпсом у варіантах зі зрошенням спостерігали збільшення фракцій фізичного піску та зменшення фракцій фізичної глини. Встановили, що при поливі фракційний склад ґрунту більш стійкий до внесення фосфогіпсу, а ніж до зрошення.

Під впливом хімічної меліорації фосфогіпсом без зрошення відбувається збільшення фракцій фізичного піску на 0,54-0,91% у порівнянні з контрольним незрошуваним варіантом за рахунок кращої агрегованості у мікроагрегатах; вміст фізичної глини навпаки зменшився на 0,87-1,13%. Значення відсотка вмісту фракцій фізичного піску збільшувалось зі збільшенням норми внесення меліоранту. В усіх варіантах досліду відбувається ущільнений підорного шар ґрунту; зменшення кількості обмінного натрію; у варіантах зі зрошенням відбувається втрата агрономічно цінних грудкувато-зернистих частинок ґрунту.

За результатами досліджень встановлено, що фосфогіпс покращив гранулометричний склад ґрунту дослідної ділянки, хоча відбулося деяке ущільнення підорного шару ґрунту. На показники фракційності гранулометричного складу та щільності складення найкраще вплинуло внесення фосфогіпсу восени під основний обробіток ґрунту нормою 6 т/га та внесення під культивування навесні нормою 3 т/га.

Бібліографія

1. Золотун В. П., Жуков В. А., Моргун М. М. та ін. Изменение мелиоративных свойств почв юга Украины в условиях орошения и их мелиорация. *Агрoхимия и плодородие почв*: тез. докл. III съезда почвоведов и агрохимиков (10-14 сентября 1990г.). Харьков, 1990. С.41-45.
2. Papastefanou C., Stoulos S., Ioannidou A., Manolopoulou M. The application of phosphogypsum in agriculture and the radiological impact. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2006. №89. pp. 188-198.
3. Шикула Н.К., Назаренко Г.В. Минимальная обработка черноземови воспроизводство их плодородия. М.: Агропромиздат, 1990. 320 с.
4. Д. М. Онопрієнко, А. В. Шепель, Т. К. Макарова. Вплив фосфогіпсу на хімічний склад водної витяжки ґрунту // *Агрологія*. 2019. №2(3). С. 151-155. [doi:10.32819/019022](https://doi.org/10.32819/019022).
5. Д. М. Онопрієнко, Т. К. Макарова. Вплив хімічної меліорації на сольовий режим ґрунтів (на прикладі Дніпропетровської області) // *Вісник ДДАЕУ*. 2015. №3(37). С. 53-57.
6. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв: учебное пособие / Под ред. Д.С. Орлова, В.Д. Васильевской. М.: Изд-во МГУ, 1994. 272с.
7. Ромащенко М. І., Балюк С. А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. К.: Видавництво «Світ», 2000. 114 с.
8. Остапов В.Н., Сафронова Е.П. Влияние орошения на плодородие почв в степной зоне Украины. *Гидротехника и мелиорация*. 1986. №5. С. 54-58.
9. Андреев Г.И., Козлечков Г.А., Андреева Г.Г. Экологическое состояние орошаемых почв на Нижнем Дону: монография. Д., 2007. 262 с.
10. 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. Vol. 26. Issue 2. pp. 141-148.
11. Лозовіцький П. С. Водні та хімічні меліорації ґрунтів. К., 2010. 187с.
12. Хімічна меліорація ґрунтів (концепція інноваційного розвитку) / за ред. С.А. Балюка і Р.С. Трускавецького, Ю.Л. Цапко. Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2012. 129 с.

References

1. Zolotun, V. P., Zhukov, V. A., & Morgun, M. M. et all. (1990). *IzmeneniemeliorativnyhsvoystvpochvyugaUkrainy v usloviyahorosheniya i ihmelioraciya* [ChangingthereclamationpropertiesofsoilsinthesouthofUkraineunderirrigationandtheirreclamation].

Agrohimiya i plodorodiepochv: tez. dokl. III sezdapochvovedov i agrohimikov. Harkov, 41-45. [In Russian].

2. Papastefanou, C., Stoulos, S., Ioannidou, A., & Manolopoulou M. (2006). The application of phosphogypsum in agriculture and the radiological impact. *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. 89, 188-198.

3. Shikula, N. K., & Nazarenko, G.V. (1990). Minimalnaya obrabotka chernozemov i vosproizvodstvo ih plodorodiya [Minimal processing of chernozems and reproduction of their fertility]. M.: Agropromizdat. [In Russian].

4. Onoprienko, D. M., Shepel', A. V., & Makarova, T. K. (2019). Influence of phosphogypsum on the chemical composition of aqueous extract from soil. *Agrology*, 2(3), 151–155. doi:10.32819/019022. [In Ukrainian].

5. Onoprienko, D. M., & Makarova, T. K. (2015). Vplyv khimichno melioratsii na soloviy rezhym gruntiv (na prykladi Dnipropetrovskoi oblasti) [Influence of chemical reclamation on soils salt regime (on the example of Dnepropetrovsk region)]. *Bulletin of the DSAEU*, Vol. 3(37), 53-57. [In Ukrainian].

6. Orlova, D.S., & Vasilevskoj, V.D. et al. (1994). Pochvenno-ekologicheskij monitoring i ohranapochv: uchebnoe posobie [Soil-ecological monitoring and soil protection: a training manual]. Moscow: Izd-vo MGU. [In Russian].

7. Romashenko, M. I., & Balyuk, S. A. (2000). Zroshenny zemel v Ukrayini. Stantashlyah ipolipshennya [Irrigation of lands in Ukraine. Condition and ways to improve]. Kyiv. [In Ukrainian].

8. Ostapov, V. N., & Safronova, E. P. (1986). Vliyanie orosheniya na plodorodiepochv v stepnoj zone Ukrainy [The impact of irrigation on soil fertility in the steppe zone of Ukraine]. *Gidrotehnika i melioraciya*, Vol. 5, 54-58. [In Russian].

9. Andreev, G. I., Kozlechkov, G. A. & Andreev, A. G. (2007). Ekologicheskoe sostoyanie oroshayemykh pochv na Nizhnem Donu: monografiya [The ecological state of irrigated soils in the Lower Don: monograph]. Dnepropetrovsk. [In Russian].

10. Gharaibeh, M. A., Eltaif, N. I., & Shra'ah, S. H. (2010). Reclamation of a calcareous saline-sodic soil using phosphoric acid and by-product gypsum. *Soil Use and Management*, Vol. 26, Iss. 2, 141–148.

11. Lozovitskyi, P. S. (2010). Vodni ta khimichni melioratsii gruntiv [Water and chemical soil reclamation]. Publishing and Printing. [In Ukrainian].

12. Baliuk, S. A. (Ed.). (2012). Suchasna koncepcija himichnoi' melioracii' (2005). Informatsiine zabezpechennia zroshuvanoho zemlerobkyslyh i soloncevyh gruntiv [Contemporary concept of chemical melioration of acid and saline soils]. Harkiv. [In Ukrainian].

Т. К. Макарова, Н. Н. Максимова, Г. В. Гапич, И. В. Чушкина

Перераспределение гранулометрических фракций в черноземах обыкновенных под влиянием длительного орошения и химической мелиорации фосфогипсом

Аннотация. Статья раскрывает вопросы перераспределения гранулометрических фракций в черноземе обычном малогумусном вилугованом на суглинистом лессе в условиях Северной Степи Украины под влиянием орошения водой II класса качества и химической мелиорации фосфогипсом. Длительное использование воды для орошения из водохранилища на р. Самара Днепропетровского района Днепропетровской области ухудшило свойства почвы через развитие в нем процессов осолонцевания, что обусловило использование фосфогипса. Исследовано влияние химической мелиорации и орошения на эколого-мелиоративное состояние почвы, что сказалось на изменениях его гранулометрического состава, плотности сложения и структурно-агрегатного состава.

Установлено, что поливы почвы средней нормой орошения 1500 м³/га снижают содержание физической глины на 0,12-0,06% по сравнению с вариантами без орошения. При внесении фосфогипса при орошении происходят незначительные изменения в перераспределении гранулометрических фракций: увеличение фракций физического песка и

уменьшение фракций физической глины. Установлено, что гранулометрический состав почвы является более устойчивым к действию фосфогипса чем к орошению.

На неорошаемых вариантах с химической мелиорацией фосфогипсом по сравнению с контролем на 0,54-0,91% увеличивается содержание физического песка и на 0,87-1,13% уменьшается содержание физической глины. С повышением нормы внесения фосфогипса содержание физического песка увеличивается. Эффект улучшения структурности и разуплотнения почвы наблюдается на вариантах с внесением фосфогипса нормой 6 т/га под основную обработку и нормой 3 т/га под весеннюю культивацию.

Ключевые слова: химическая мелиорация, фосфогипс, чернозем обыкновенный, гранулометрический состав, структура почвы, плотность сложения почвы.

T. K. Makarova, N. N. Maksymova, G. V. Napich, I. V. Chushkina
Redistribution of the granulometric composition of the ordinary black soil under the influence of long-term irrigation and chemical melioration by phosphogypsum

Abstract. The article reveals the issue of redistribution of granulometric fractions in chernozem ordinary low-humus leached on loamy forest in the Northern Steppe of Ukraine under the influence of class II water irrigation and chemical reclamation with phosphogypsum. Prolonged use of water for irrigation from the reservoir on the Samara River in the Dniprovskiy district of the Dnipropetrovsk region deteriorated the properties of the soil due to the development of salinization processes in it, which led to the use of phosphogypsum. The calculated application rates of phosphogypsum 1.4 t / ha, 3 t / ha and 6 t / ha were applied against the background of irrigation and without it. The chemical reclamation and expansion of the ecological-reclamation station of the soil, which is known for the change of its granulometric composition, rather strong composition and structural-aggregate composition, is investigated.

It is updated that irrigation of soils of average norm increases 1500 m³/hectare constant physical clay by 0.12-0.06%, possibly with the possibility of reduction. When phosphogypsum was applied during irrigation, there were minor changes in the redistribution of particle size fractions: use physical sand fractions and reduction of physical clay fractions. It is established that the granulometric composition of the soil is more resistant to phosphogypsum than to irrigation

In non-irrigated cases with chemical reclamation phosphogypsum, compared with the control, the content of physical sand increases by 0.54-0.91% and the content of physical clay decreases by 0.87-1.13%. With an increase in the rate of phosphogypsum application, the content of physical sand increases. The effect of improving the structural and softening of the soil is observed on the options with the introduction of phosphogypsum at a rate of 6 t / ha for the main cultivation and at a rate of 3 t / ha for spring cultivation.

Keywords: chemical reclamation, phosphogypsum, ordinary black soil, granulometric composition, soil structure, soil density.