

ВПЛИВ ЩІЛЬНОСТІ ТА ТВЕРДОСТІ ҐРУНТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

КОВАЛЬОВ М.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-4421-8960

Центральноукраїнський національний технічний університет
МАЩЕНКО Ю.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-7965-0193

Інститут сільського господарства Степу Національної академії аграрних наук
України

ТКАЧ А.Ф. – науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-8230-2691

Інститут сільського господарства Степу Національної академії аграрних наук
України

Постановка проблеми. Питання збільшення врожайності та якості товарної продукції сільськогосподарських культур в умовах погіршення фізичних властивостей ґрунту набувають з кожним роком дедалі більшого значення. Максимальні можливі врожаї зернових, зернобобових, олійних та інших культур залежать від сортової та біологічної особливостей рослин, кліматичних та ґрунтових умов, технологій обробітку та багатьох інших факторів [1, с. 12].

Серед агрофізичних властивостей значення щільності та твердості ґрунту найбільш тісно пов'язане з урожайністю сільськогосподарських культур. Разом з тим, в адаптивних системах та технологіях вирощування польових культур параметри та значення щільності ґрунту розглядаються та досліджуються найменшою мірою [2, с. 130].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значення щільності та твердості ґрунту з агрономічної точки полягають у визначенні параметрів глибини та періодичності механічного обробітку. На думку переважної більшості науковців саме різниця між показниками рівноважної та оптимальної щільності є визначальним чинником, який і регулює частоту та глибину обробки ґрунту, а також виборі системи удобрення [3, с. 27]. Головною вимогою до системи обробітку ґрунту створення оптимальних фізичних умов в посівному шарі, в першу чергу під час сівби. При чому насіння польових культур повинно лежати на відносно ущільненому шарі, де б до нього безперебійно надходила волога, але сам ґрунт під час проростання насіння не деформувався, оскільки це призводить до обривання кореневої системи. Водночас ґрунтовий покрив має бути достатньо пухким та аерованим. Саме дотримання цих вимог створює оптимальні умови для повноцінного росту та розвитку насінини на початку вегетації, а це в свою чергу є запорукою отримання високих та сталих врожаїв [4, с. 176].

Мета статті. Метою досліджень є виявлення залежності зміни динаміки щільності та твердості ґрунту при застосування різних систем удобрення.

Матеріали і методика дослідження. Польові дослідження проводили протягом 2018–2022 роках в лабораторії землеробства Інституту сільського господарства Степу НААН.

Територія Інституту СГС НААН знаходиться у чорноземній зоні Північного Степу Правобережжя України в підзоні чорноземів звичайних перехідних до глибоких [5, с. 198].

ґрунт під дослідом – чорнозем звичайний середньогумусний важко суглинковий. За даними моніторингу ґрунтів Кіровоградської філії ДУ «Держгрунтоохорона» [6], орний шар ґрунту в середньому міститься гумусу 3,70 %, лужногідролізованого азоту – 117, рухомого фосфору – 92 та обмінного калію – 137 мг на 1 кг ґрунту, рухомих форм марганцю, цинку та бору – відповідно 9,6; 0,65 та 1,51 мг на кілограм ґрунту. В основному чорноземам властива нейтральна та близька до нейтральної реакція ґрунтового розчину і вони не потребують хімічної меліорації. Гранулометричний склад: пісок (0,25–0,05 мм) – 3,5 %, пил (0,05–0,01 мм) – 41,5 %, фізична глина – 55 %.

Технологія вирощування соняшнику у сівозмінах загальноприйнята для зони, окрім прийомів, які досліджувалися. Основний обробіток ґрунту (восени) – проводиться відвальна оранка на глибину 25–27 см плугом ПЛН 3-35 з трактором МТЗ-1025, що забезпечує розпушення, оборот та перемішування орного шару. Соняшник вирощували в зернопаропросапній сівозміні з наступним чергування культур: 1. Чистий та зайнятий пар; 2. Пшениця озима; 3. Соя; 4. Кукурудза на зерно; 5. Соняшник.

Добрива вносили у варіантах мінеральної системи удобрення нормою $N_{40}P_{40}K_{40}$, при органі-мінеральній – $N_{40}P_{40}K_{40}$ + побічна продукція кукурудзи або соняшника залежно від попередника. Розміщення варіантів систематичне, розмір посівної ділянки $8,5 \times 40 = 340$ м², облікової $6,5 \times 30 = 195$ м². Повторність триразова. Визначали щільність та твердість ґрунту згідно загальноприйнятих методик [7, с. 38; 8, с. 40].

Результати досліджень. У ході експериментальних досліджень в умовах північного Степу України проведено порівняльне вивчення ефективності вирощування сояшнику в умовах зерно просапної сівозміни за різних систем удобрення (див. табл. 1).

В таблиці 1 наведено узагальнені нормативні наукові дані щодо щільності ґрунту в рівноважному стані та в орному шарі перед сівбою за традиційної системи удобрення.

Результати деяких досліджень свідчать про те, що оптимальна щільність орного шару ґрунту чорнозему звичайного перед сівбою знаходиться в інтервалі 1,121,25 г/см³ (див. рис. 1). У таблиці 1 наведено також оптимальні параметри щільності ґрунту, які відповідають вимогам конкретних сільськогосподарських культур. За умови оптимальних параметрів щільності у посівному шарі перед сівбою та на перших порах розвитку рослин сільськогосподарських культур можна очікувати максимальний врожай. в якості підтвердження цього, в науковій літературі є безліч експериментальних даних, які отримані в Україні та за кордоном [10, с. 215; 11, с. 120].

Інтервал оптимальної щільності ґрунтів для більшості сільськогосподарських культур, у тому числі й сояшнику, знаходиться в межах 1,05-1,20 г/см³. Це, переважно, ґрунти суглинкового грануло-

метричного складу, що набули поширення в основному у лісостеповій та степовій ґрунтово-кліматичних зонах України. Проте, посівний шар цих ґрунтів, на яких застосовується традиційна технологія, є дещо ущільненим та не відповідає навіть нижній межі оптимальної щільності ґрунту. Тому в цих випадках виникає необхідність у впровадженні комбінованих систем удобрення ґрунту.

Сприятливі фізичні показники ґрунту – одна з неодмінних умов максимального використання ґрунтової родючості, отримання стійкогостабільного врожаю сільськогосподарських культур. Можна вважати, що щільність та твердість ґрунту є основними параметрами, які визначають їх фізичні якості та максимально впливають на врожайність [12, с. 25]. Проведенні нами дослідження та отримані результати показали, що після збирання попередника сояшнику – пшениці озимої, щільність в орному шарі ґрунту 0–30 см дорівнювала 1,26 г/см³ (рис. 1). Найнижчим цей показник був у 0-10 см шарі ґрунту 1,16 г/см³ та поступово зростав у шарах 10–20 та 20-30 см до 1,27 та 1,34 г/см³, відповідно.

Системи удобрення по-різному впливали на величину щільності ґрунту в орному шарі перед початком весняних робіт. Динаміка цього показника у весняний період перед сівбою різнилась як за глибиною відбору зразку, так й системи удобрення ґрунту (див. табл. 2).

Таблиця 1 – Параметри орного шару основних ґрунтів*

Природна зона, тип і гранулометричний склад ґрунтів	Культура	Щільність ґрунту, г/см ³		
		перед сівбою	рівноважна	оптимальний діапазон
зона південного Лісостепу				
Чорноземи типові: – легкосуглинкові	пшениця озима	0,97	1,17	1,051,30
	– середньосуглинкові	пшениця озима	1,10	1,23
	буряки цукрові	1,00	1,21	1,101,26
	горох	0,99	1,21	1,121,32
– важкосуглинкові	пшениця озима	0,97	1,17	1,081,30
зона північного Степу				
Чорноземи звичайні важкосуглинкові	пшениця озима	0,98	1,12	1,061,30
	кукурудза	1,00	1,15	1,101,25

Примітка:* – Згідно даних В. В. Медведєва [9, с. 27]

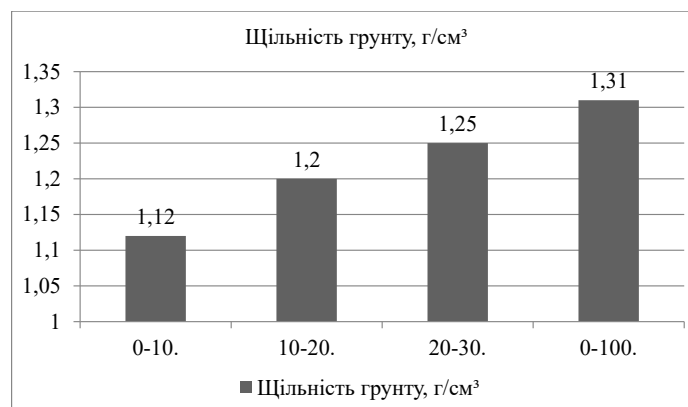


Рис. 1. Рівноважна щільність ґрунту, г/см³ (середнє за 2018–2022 роки)

Таблиця 2 – Динаміка щільності орного шару ґрунту під соняшником протягом його вегетації, г/см³ (середнє за 2018–2022 роки)

Варіант досліджу	Шар ґрунту, см			
	0–10	10–20	20–30	0–30
1	2	3	4	5
Перед початком весняних робіт				
Без добрив	1,17	1,28	1,33	1,26
Мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	1,10	1,12	1,25	1,16
Органо-мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	1,02	1,07	1,18	1,10
Перед сівбою соняшнику				
Без добрив	1,20	1,30	1,34	1,29
Мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	1,04	1,04	1,16	1,05
Органо-мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	0,91	0,99	1,09	1,06
Фаза цвітіння				
Без добрив	1,19	1,29	1,35	1,27
Мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	1,14	1,20	1,24	1,19
Органо-мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	1,07	1,15	1,21	1,15
Фаза повної стиглості				
Без добрив	1,22	1,32	1,33	1,29
Мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	1,14	1,24	1,31	1,23
Органо-мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	1,05	1,22	1,24	1,20

Перед початком весняних робіт найменша щільність ґрунту в шарі 0-30 см була в органо-мінеральній сівозміні – 1,02 г/см³, дещо більшою – в мінеральній 1,10 г/см³, самою високою на контролі – 1,17 г/см³. Аналізуючи зміну даного показника вглиб ґрунтового профілю, варто відмітити, що за органо-мінеральної системи обробітку від 0 до 30 см підвищення було незначним – 0,05 та 0,08 г/см³. При мінеральній системі удобрення щільність ґрунту зростала з глибиною – на 4,7; 5,9 та 5,5 %. У той же час на контролі цей показник збільшився на 14,3; 6,4 та 8,6 % що в свою чергу погіршувало умови проростання насіння та росту рослин у наступний період.

Застосування мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення сприяло зменшенню показника щільності ґрунту у верхньому посівному шарі 0–10 см, тоді як на контрольних ділянках даний показник був більший на 0,08, та 0,15 г/см³. Дана закономірність спостерігалася і в більш глибоких шарах.

У фазу цвітіння соняшнику найбільша щільність ґрунту як у посівному шарі 0–10 см, так і в шарі 0-30 см була відмічена нами на контрольному варіанті без внесення добрив 1,20 та 1,29 г/см³, відповідно, тоді як за мінеральної, та органо-мінеральної системи удобрення вона підвищувалася, до 1,07 і 1,14 г/см³; та 1,15 і 1,19 г/см³, відповідно. Дана закономірність спостерігалась і в більш глибоких шарах ґрунту.

У фазу повної стиглості соняшнику мінімальна щільність ґрунту в усіх шарах відмічалась на варіантах з органо-мінеральною системою удобрення – 1,20 г/см³ у в середньому по шару 0-30 см, а найбільша без застосування добрив (контроль) – 1,29 г/см³. На ділянках, з мінеральною системою удобрення вона була на рівні 1,23 г/см³.

Отриманні дані щільності ґрунту під посівами соняшнику показують, що зі збільшення глибини

шару відповідно збільшується і його щільність, не залежно від системи удобрення ґрунту, що скоріше за все пов'язано з фізичними властивостями ґрунту та його здатністю відновлюватися залежно від кількості поживних речовин, які надходять у ґрунт за різних систем удобрення.

Ще одним агрофізичним показником ґрунту є його твердість. Результати досліджень показали, що твердість була в прямому зв'язку з щільністю ґрунту (див. табл. 3).

Визначення твердості ґрунту за допомогою пенетрометра фірми DICKEY-john показало, що в орному шарі 0–30 см перед сівбою соняшнику за мінеральної вона була на 2,2 г/см³ більшою, порівняно з контрольним варіантом без удобрення і на 1,6 г/см² меншою при органо-мінеральній системі удобрення.

За час росту та розвитку рослин соняшнику агротехнічні заходи, які проводилися протягом його вегетації під час проведення міжрядного обробітку ґрунту та внесення пестицидів, разом з природними факторами не сприяли вирівнюванню твердості ґрунту як в цілому по його профілю, так і в орному шарі 0-30 см.

Перед збиранням культури твердість ґрунту мала найменші значення в тридцяти сантиметровому шарі на контролі 8,4 кг/см². Найбільші значення цей показник мав при мінеральній системі удобрення соняшнику – 11,0 г/см², в той же час як органо-мінеральна система удобрення займає проміжне становище між ними з значенням 9,6 г/см².

Під час росту та розвитку рослин соняшнику твердість орного шару, зменшилася на контролі на 0,2 кг/см², а на мінеральній збільшилася на 0,2 г/см². А от за органо-мінеральної системи обробітку він зріс на 2,6 г/см². При вирощуванні соняшнику відмічене істотне зростання рівня врожайності за всіма варіантами удобрення (див. табл. 4).

Таблиця 3 Твердість ґрунту за пенетрометром DICKEY-john залежно від системи удобрення, г/см² (середнє за 2018–2022 роки)

Система удобрення	Шар ґрунту, см			
	0–10	10–20	20–30	0–30
Перед сівбою соняшнику				
Без добрив	5,6	9,8	10,5	8,6
Мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	6,3	7,7	18,3	10,8
Органо-мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	3,5	4,2	13,4	7,0
Фаза повної стиглості				
Без добрив	7,7	8,4	9,1	8,4
Мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	4,2	13,4	15,5	11,0
Органо-мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	7,0	9,1	12,7	9,6

Таблиця 4 – Урожайність соняшнику залежно від систем удобрення (середнє за 2018–2022 роки), т/га

Система удобрення	Урожайність, т/га
Без добрив	2,61
Мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	2,93
Органо-мінеральна N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.	3,12
НІР ₀₅ = 0,25	

Загальна врожайність виявилася найбільшою в досліді з використанням органо-мінеральної системи удобрення – 3,12 т/га. Різниця між варіантами з використанням мінеральної системи та без добрив була незначною – 0,32 т/га. Найменшу врожайність показав контрольний дослід без використання добрив 2,61 т/га (див. табл. 4).

Вирощування соняшнику на фоні органо-мінеральної та мінеральної системи удобрення сприяло істотному зростанню її врожаю, де прибавка до контролю становила відповідно 0,51 т/га (19,5 %) та 0,32 т/га (12,3 %). Аналіз продуктивності соняшнику у зерно-просапній сівозміні показує, що найвищою вона сформувалась у варіанті. Порівняння продуктивності соняшнику із застосуванням різних систем удобрення свідчить, що органо-мінеральна з поживними залишками є більш продуктивною, ніж мінеральна. Не підлягає сумніву актуальність використання побічної продукції рослинництва у збереженні та підвищенні родючості ґрунтів у сучасному землеробстві України [13, с. 321]. Тому, застосування у досліді мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення позитивно впливає на забезпеченість ґрунту та рослин елементами живлення має як наукову, так і практичну значущість [14, с. 170; 15, с. 148].

Висновки. Застосування мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення сприяло формуванню сприятливих показників щільності та твердості ґрунту, і як наслідок збільшенню врожайності соняшнику. Найбільшу врожайність було отримано в наших дослідженнях ми отримали на варіантах з застосуванням органо-мінеральної системи удобрення, де вона становила 3,12 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кохан А.В., Глущенко Л.Д., Гангур В.В., Олєпир Р.В., Лень О.І., Тоцький В.М. Насичення сівозміні соняшником / наук. ред. Кохана А.В. Полтава: ПП Астроя, 2018. 83 с.
2. Ткаліч І.Д., Ткаліч Ю.І., Кохан А.В. Вплив способів сіви, прийомів догляду і добрив на врожайність насіння соняшнику в Степу. Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони. Дніпропетровськ, 2012. № 2. С. 128–132.
3. Будьонний Ю.В., Шевченко М.В. Ефективність довгострокового застосування різних способів основного обробітку ґрунту під соняшник в умовах Лівобережного Лісостепу України. Вісник Харківського ДАУ ім. В.В. Докучаєва. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство. 2001. №4, С. 26–28.
4. Перетятко І.В. Економічна ефективність виробництва соняшнику в сільськогосподарських підприємствах України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2013. № 2. С. 175–179.
5. Ковальов М.М. Загальна шпаруватість, щільність зложення та вміст гумусу – пріоритетні агроекологічні критерії родючості. Вісник ХНАУ: 36. наук. пр. Харк. націон. аграр. Ун-т. 2011. № 2. С. 198–203.
6. Матеріали моніторингу ґрунтів Інституту сільськогосподарства Степу НААН, Кропивницький: «КОД». 2021 р. 48 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 415 с.
8. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур. Вип. 7. Київ, 2000. 144 с.
9. Медведєв В.В. Твердість почв. Харків: Изд-во КП «Городская типография», 2009. 152 с.
10. Kostova V. Prospect for development of sunflower production in Bulgaria. Trakia journal of sciences. 2010. Vol. 8, Suppl. 3. P. 215.
11. Центилю Л.В. Біологічна активність ґрунту за різних систем удобрення соняшнику та обробітку ґрунту. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 108. С. 117–122.
12. Медведєв В.В., Лактіонова Т.М., Пліско І.В. Закономірності залучення гранулометричних елементів у мікроагрегати в ґрунтах України. Агрохімія і ґрунтознавство. 2001. Вип. 61. С. 22–31.
13. Kovalov Mykola, Vasytkovska Kateryna, Reznichenko Vita, Mostipan Mykola. Agro-ecological

Aspects of the Change of Sulphate Sulphur Content in Chernozem of the Buh-dnipro Interstream Area in Ukraine. has been published in the WSEAS Transactions on Environment and Development, ISSN / E-ISSN: 1790-5079 / 2224-3496, Volume 15, 2019, Art. #35, pp. 319–323.

14. Мащенко Ю.В., Григор'єва О.М., Черячукін М.І., Семеняка І.М. Ефективність коротко ротацийних сівозмін при різних системах удобрення у зоні недостатнього зволоження Правобережного Степу України. Зернові культури. Том. 6, № 1, 2022, С. 169–176.

15. Пінковський В.Г., Мащенко Ю.В., Танчик С.П. Вплив елементів живлення та родючості ґрунту та продуктивності соняшнику в Правобережного Степу України. Таврійський науковий вісник. Науковий журнал. Вип. 107. Херсон. Видавничий дім «Гельветика», 2019, С. 145–150.

REFERENCES:

1. Kokhan A.V., Hlushchenko L.D., Hanhur V.V., Olepri R.V., Len O.I., & Totskiy V.M. (2018). Nasychennia sivozmin soniashnykom [Saturation of crop rotations with sunflower]. Kokhan A.V. (Ed.). Poltava: PP Astraiia [in Ukrainian].

2. Tkalic I.D., & Tkalich Yu.I., & Kokhan A.V. (2012). Vplyv sposobiv sivy, pryiomiv dohliadu i dobryh na vrozhaunist nasinnia soniashnyku v Stepu [The influence of sowing methods, methods of care and fertilizers on the yield of sunflower seeds in the Steppe]. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone*. Dnipropetrovsk, Vols 2. pp. 128–132 [in Ukrainian].

3. Budonnyi Yu.V., & Shevchenko M.V. (2001). Efektyvnist dovhostrokovoho zastosuvannia riznykh sposobiv osnovnoho obrobittu ґрунту pid soniashnyk v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Effectiveness of long-term application of various methods of main tillage for sunflower in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Visnyk Kharkivskoho DAU im. V.V. Dokuchaeva. Seriya: Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo – Bulletin of Kharkiv State Agrarian University named after V.V. Dokuchaeva. Series: Soil science, agrochemistry, agriculture, forestry*, Vols. 4, pp. 26–28 [in Ukrainian].

4. Peretiatko I. V. (2013). Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva soniashnyku v silskohospodarskykh pidpriemstvakh Ukrainy [Economic efficiency of sunflower production in agricultural enterprises of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahranoi akademii Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. Vols. 2. pp. 175–179 [in Ukrainian].

5. Kovalov M.M. (2011). Zahalna shparuvativ, shchilnist zlozhennia ta vmist humusu – priorytetni ahroekologichni kryterii rodiuchosti [General sparsiness, compaction density and humus content are priority agroecological criteria of fertility]. *Visnyk KhNAU: Zb. nauk. pr. Khark. natsion. ahrar. Un-t Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Collection of scientific papers*.

Kharkiv National Agrarian University. Vols. 2. pp. 198–203 [in Ukrainian].

6. Materialy monitoryngu gruntiv Instytutu silskoho hospodarstva Stepu NAAN [Soil monitoring materials of the Institute of Steppe Agriculture of the National Academy of Sciences]. (2021), Kropyvnytskyi: «KOD» [in Ukrainian].

7. Dospekhov B.A. (1979). Metodika polevogo opyta [Field experiment methodology]. Moscow.: Kolos. [in Russian].

8. Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia sil'skohospodars'kykh kul'tur [Methods of state variety testing of crops]. (2000). Kyiv: Derzhstandart Ukraine [in Ukrainian].

9. Medvedev V.V. (2009). Tverdost pochv [Soil hardness]. Kharkov: IZD-VO KP «Gorodskaya tipografiya» [in Ukrainian].

10. Kostova B. Prospect for development of sunflower production in Bulgaria. *Trakia journal of sciences*. 2010. Vol. 8, Suppl. 3. P. 215.

11. Tsentylo L. V. (2019). Biologichna aktyvnist ґрунту za riznykh system udobrennia soniashnyku ta obrobittu ґрунту [Biological activity of the soil under different systems of sunflower fertilization and tillage]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk Taurian Scientific Bulletin*. Vols. 108. pp. 117–122 [in Ukrainian].

12. Medvediev V.V., & Laktionova T.M., & Plisko I.V. (2001). Zakonomirnosti zaluchennia hranulometrychnykh elementiv u mikroahrehaty v gruntakh Ukrainy [Patterns of involvement of granulometric elements in microaggregates in the soils of Ukraine]. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo Agrochemistry and soil science*. Vols. 61. pp. 22–31 [in Ukrainian].

13. Kovalov Mykola, Vasytkovska Kateryna, Reznichenko Vita, Mostipan Mykola. Agro-ecological Aspects of the Change of Sulphate Sulphur Content in Chernozem of the Buh-dnipro Interstream Area in Ukraine. has been published in the WSEAS Transactions on Environment and Development, ISSN/E-ISSN: 1790-5079/2224-3496, Volume 15, 2019, Art. #35, pp. 319–323.

14. Mashchenko Yu.V., & Hryhorieva O.M., & Cheriachukin M.I., & Semeniaka I.M. (2022). Efektyvnist kortko rotatsiinykh sivozmin pry riznykh systemakh udobrennia u zoni nedostatnoho zvolozhennia Pravoberezhnoho Stepu Ukrainy [Effectiveness of short rotation crop rotations with different fertilization systems in the zone of insufficient moisture of the Right Bank Steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury Cereal crops*. Vol. 6, part 1, pp. 169–176 [in Ukrainian].

15. Pinkovskiy V.H., & Mashchenko Yu.V., & Tanchyk S.P. (2019). Vplyv elementiv zhyvlennia ta rodiuchist hruntu ta produktyvnist soniashnyku v Pravoberezhnoho Stepu Ukrainy [The influence of nutrients and soil fertility and sunflower productivity in the Right Bank Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Naukovyi zhurnal Taurian Scientific Bulletin. Scientific journal*, Kherson. Helvetica Publishing House, Vols. 107. pp. 145–150 [in Ukrainian].