

КОРЕЛЯЦІЙНІ ЗВ'ЯЗКИ УРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКУ З ПОКАЗНИКАМИ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

М. В. ВОЙТОВИК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-6943-3213>

Білоцерківський національний аграрний університет

О. А. ЦЮК, доктор сільськогосподарських наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0001-8789-522x>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: zemlerobstvo_@ukr.net

[https://doi.org/10.31548/dopovidi4\(104\).2023.002](https://doi.org/10.31548/dopovidi4(104).2023.002)

Анотація. Однією з найважливіших властивостей ґрунту є його родючість, яка формується в процесі ґрунтоутворення й характеризується сукупністю всіх його показників. Відновлення родючості ґрунту та її збереження має бути першочерговим завданням сучасного землеробства, оскільки воно є одним із важливих резервів збільшення виробництва сільськогосподарської продукції. Метою досліджень було встановити залежності продуктивності соняшнику від фізико-хімічних та агрохімічних показників чорнозему типового залежно від систем удобрення. У процесі досліджень були використані наступні методи: польовий – визначення взаємодії об'єктів досліджень з природними та агротехнічними факторами; лабораторний – визначення вмісту гумусу, фізико-хімічних та агрохімічних показників; статистично-математичний – проведення дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізу.

Застосування органо-мінеральної системи удобрення в сівозміні сприяє покращенню їх фізико-хімічні і агрохімічні показники чорнозему типового. Найвища урожайність соняшнику формується за мінеральної – 2,9 т/га та органо-мінеральної системи удобрення, що значно перевищує варіант без добрив.

Тривалий антропогенний вплив на чорноземах типових веде до тенденції тісного зв'язку урожайності соняшнику з усіма показниками мінерального живлення, окрім азоту мінерального, де рівень зв'язку був середнім ($r = 0,41 \pm 0,24$). Коефіцієнти кореляції свідчать, що рН, сума увібраних основ впливають на збільшення вмісту гумусу, середній вплив на збільшення вмісту гумусу ($r = 0,41$), фосфору ($r = 0,62$) та калію ($r = 0,65$) у шарі ґрунту 0-25 см.

Матеріали дослідження мають практичне значення для аграріїв аналізу фракційно-групового складу гумусу, азоту, що легко гідролізується в чорнозему типового.

Ключові слова. гумус, азот мінеральний, рухомий фосфор, обмінний калій, урожайність

Войтовик М. В., Цюк О. А.

Актуальність. Як відомо, наразі ґрунти зазнають величезного антропогенного впливу. Це стосується інтенсифікації обробітку ґрунту, внесення мінеральних добрив задля збільшення продуктивності сільськогосподарських культур. Проте, ці заходи спрямовані на збільшення урожайності, тому збереження родючості ґрунту або її покращення віднесено на другий план. На сьогодні постає питання внесення оптимальних рівнів мінерального удобрення задля збереження і підтримання родючості ґрунту та одержання високих врожаїв [6].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Джерелом елементів мінерального живлення для формування врожаю є гумус, від запасів якого залежать водні і фізичні властивості, структура ґрунту, його поглинальна здатність [3,4]. Перерозподіл вмісту поживних речовин у ґрунті по профілю, дають змогу з'ясувати реально вільний доступ до фонду поживних елементів ґрунту для рослин, а і їх біогенну акумуляцію, шляхи міграції в ландшафті та участь у біологічному кругообігу речовин, що особливо актуально для підвищення ефективності агропромислового виробництва, яке має реалізовуватись з урахуванням зміни родючості ґрунтів [1, 2, 14]. Тому між вмістом гумусу і величиною запасів основних елементів живлення в ґрунті існує

певна залежність, або кореляційний зв'язок [19, 21, 24, 26].

За даними «Статистичного щорічника України – 2003» [17], зазвичай самої лише наявності кореляції недостатньо для того, щоб зробити висновок про причинно-наслідковий зв'язок, що часто формулюють фразою «кореляція не означає причинності». У багатьох випадках, коли достовірно відомо, що залежність існує, кореляційний аналіз може не дати результатів унаслідок того, що залежність нелінійна. Факт кореляційної залежності не дає змоги стверджувати, яка зі змінних попереджує чи є причиною змін або що змінні причинно пов'язані між собою [24, 18, 20, 23].

Питання взаємозв'язку фізико-хімічних властивостей, гумусного стану чорнозему з активністю ґрунтово-біологічних процесів за різних систем удобрення при переході від інтенсивного до органічного землеробства є важливим, але недостатньо вивченим [5]. Тому встановлення взаємозв'язку вмісту агрохімічних показників у ґрунті з продуктивністю соняшнику за різних систем удобрення, в якій відображається стан системи «ґрунту – елементи живлення – рослини», набуває дедалі більшої актуальності.

Мета досліджень – встановити залежності продуктивності соняшнику від фізико-хімічних та агрохімічних показників чорнозему

Войтовик М. В., Цюк О. А.

типового залежно від систем удобрення.

Матеріали і методи досліджень.

Дослідження здійснювали упродовж 2012–2021 рр. у багаторічному стаціонарному досліді кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства Білоцерківського національного аграрного університету.

Ґрунт стаціонарного досліді – чорнозем типовий глибокий малогумусний, має наступну агрохімічну, фізико-хімічну характеристику 0-30 см шару: азот гідролізований – 110 мг/кг ґрунту; рухомий фосфор та обмінний калій – 120–110 мг/кг ґрунту відповідно; вміст гумусу за Тюрінім – 3,7–3,9 %; рН сольове – 6,0–6,4; Нг за Каппеном – 1,09–1,26 мг-екв/100 г ґрунту; сума увібраних основ за Каппеном-Гільковіцем – 23,8–27,2 мг-екв/100 г ґрунту. Щільність ґрунту оброблюваного шару коливається у межах 1,16–1,25 г/см³, а загальна щільність становить 52–55 %.

Дослідження проводили в агроценозі соняшнику, який вирощували після пшениці озимої в плодозмінній короткоротаційній сівозміні з наступним чергуванням культур: люцерна – пшениця озима – буряки цукрові, соняшник – гречка – ячмінь + люцерна.

Зміст градацій систем удобрення. Нульовий рівень – без застосування добрив. Органічна – внесення на 1 га 8 т 3,0 т нетоварної

частини врожаю, маси поживних сидератів на гектар сівозмінної площі. Норма органічних добрив визначена за необхідністю позитивного балансу гумусу. Органо-мінеральна – для відтворення родючості ґрунту пріоритетне використання органічних добрив, внесення 8 т гною на 1 га сівозмінної площі і 3.5 т маси післяжнивних сидератів, нетоварної частини врожаю, внесення 110 кг (N₂₇P₃₈K₄₅) мінеральних добрив. Мінеральна – для відтворення родючості ґрунту внесення на 1 га сівозмінної площі 8 т гною і 222 кг (N₆₈P₇₂K₈₂) мінеральних добрив. З добрив вносили напівперепрілий гній великої рогатої худоби на солом'яній підстилці, аміачну селітру, простий гранульований суперфосфат, калійну сіль.

Повторність у досліді триразова. Повторення розміщено на площі (території) суцільно, систематично, варіанти удобрення розміщено послідовно в чотири яруси. Площа елементарних ділянок: посівна 171 м², облікова – 112 м².

На всіх варіантах рештки соломи пшениці після збору урожаю подрібнювали і заробляли її у ґрунт дисковою бороною. Після збору пшениці проводили підготовку ґрунту до сівби гірчиці білої на сидеральну масу. В кінці вересня на початку жовтня післяжнивні посіви гірчиці по всіх варіантах заробляли у ґрунт. Вносили гній в нормі 40 т/га.

Войтовик М. В., Цюк О. А.

Зразки ґрунту відбирали та готували до аналізів згідно з ДСТУ 4287:2007.

Агрохімічні та фізико-хімічні показники ґрунту визначали за такими методиками: гумус – за методом І. В. Тюріна (ДСТУ 4289–2004) [8]; рН сольової витяжки – потенціометричним методом (ДСТУ ISO 10390-2001), сума увібраних основ (ДСТУ ISO 11260-2001); амонійний і нітратний азот за методикою ЦИНАО; рухомий фосфор (P_2O_5) та обмінний калій (K_2O) – за Мачигінім. (ДСТУ 4114–2002) [7]; кальцій і магній (ДСТУ 7861:2015) [11]; математичне оброблення результатів досліджень врожайних даних здійснювали дисперсійним та кореляційно-регресійним методом з використанням програм «Microsoft Excel» і «Statistica 6.0».

Результати досліджень та їх обговорення. Серед найбільш актуальних завдань сучасного землеробства є необхідність обґрунтування способів відновлення місту гумусу в ґрунтах. Цього можна досягти внесення відповідної кількості органічних речовин та підвищення інтенсивності її гуміфікації [22, 25].

За орґано-мінеральної і орґанічної системи удобрення вміст гумусу підвищився на 0,23 і 0,16 % в орґанному шарі ґрунту порівняно з контролем (табл. 1). За мінеральної системи удобрення, вміст гумусу в орґанному шарі зменшився на 5,2 % у

порівнянні з орґано-мінеральною системою. Орґанічна система істотно підвищувала вміст гумусу порівняно з контролем.

Застосування мінеральної системи удобрення сприяло підвищенню кислотності чорноземного ґрунту у порівнянні з іншими системами. Пояснюється тим, що застосування мінеральних добрив разом із гноєм, вміст підвищували Са, Mg та Na у ґрунті і вплив азотних і калійних добрив знижували за рахунок активності цих катіонів. Підвищилась ємність поглинання під впливом добрив.

За сумою увібраних основ істотної різниці системи удобрення не призводили. За мінеральної системи удобрення сума вбирних основ мала тенденцію до підвищення її вмісту.

Вміст Са в шарі 25-50 см на ділянках без застосування добрив найбільш зменшився і становив 13,1 мг/екв на 100 г ґрунту. Кількість обмінного Са за орґано-мінеральної системи удобрення в 0-25 і 25-50 см шарі ґрунту перевищувала контроль на 4,2 і 4,1 мг/екв на 100 г ґрунту відповідно.

За останні десятиліття використання чорнозему опідзоленого без застосування меліорантів і добрив ступінь насичення ґрунту основами знизився до 85,7 %, знизився рН, зросла гідролітична кислотність [12]. Загальні втрати кальцію та магнію залежать від доз добрив і

Войтовик М. В., Цюк О. А.

гранулометричного складу ґрунтів [13].

Дослідження проведені Польовим В. М. [16], встановив, що без застосування добрив призводить до зменшення вмісту магнію і кальцію.

Вміст магнію у ґрунті за орґано-мінеральної системи удобрення в орному і підорному шарі підвищився порівняно з мінеральною системою на 0,03 і 0,34 мг/екв на 100 г ґрунту пов'язано це із наявністю кальцію у добривах і підняттям карбонатів у верхні шари за рахунок режиму зволоження [5].

За орґанічної і орґано-мінеральної системи кількість

мінерального азоту була найбільшою, найнижчі запаси зафіксовано на ділянки без застосування добрив. Норма мінеральних добрив була вищою у орґано-мінеральної і мінеральної системи удобрення, то мінералізаційні процеси гною прискорювалися, завдяки чому зростав вміст мінерального азоту порівняно з орґанічною системою.

Вміст рухомого фосфору за орґанічної системи удобрення зменшився на 7,4 мг/кг ґрунту порівняно з орґано-мінеральною системою. У варіантах мінеральної та орґано-мінеральної систем удобрення спостерігається тенденція до підвищення вмісту рухомих фосфатів.

1. Агрорхімічні, фізико-хімічні показники та урожайність соняшнику чорнозему типового залежно від системи удобрення, (2022-2021 рр.)

№	Система удобрення	рН	Сума увібраних основ мг-ек в 100 г ґрунту	Гумус, %	Ca	Mg	NH ₄ +NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Урожайність соняшнику, т/га
					мг/екв на 100 г ґрунту					
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	БД	7,2	48,2	3,58	14,6	1,85	13,8	16,9	109	1,8
		7,3	48,0	3,08	13,1	1,62	12,2	12,1	89,0	
3	О		-	3,99	-	-	20,3	21,7	117	2,1
			-	3,40	-	-	15,0	14,0	78	
4	ОМ	7,3	49,0	4,06	18,8	2,67	19,2	28,9	129	2,7
		7,4	48,2	3,57	17,2	2,35	14,1	20,4	90	
5	М	7,4	49,9	3,85	18,4	2,64	19,0	32,6	150	2,9
		7,4	48,1	3,35	16,5	2,01	13,3	24,8	147	
	НР ₀₅	0,17	F _ф <F ₀₅	0,22	0,18	0,51	1,7	5,4	13,0	
		0,28	F _ф <F ₀₅	0,25	0,16	0,74	1,03	2,5	5,6	

Примітка: БД – без добрив (контроль); О – орґанічна; ОМ – орґано-мінеральна; М – мінеральна. Чисельник - шар 0-25 см ґрунту; знаменник – шар 25-50 см ґрунту.

Войтовик М. В., Цюк О. А.

Як стверджував Б. С. Носко [15], якщо вбирання фосфору із внесених фосфатів добрив на всіх фонах вирівнюється на 130-150-й день, то різниця в їхній рихомості зберігається до кінця періоду. При досягненні певного рівня насиченості фосфором ґрунт набуває здатності швидко відновлювати рівновагу розчинних фосфатів у ґрунтовому розчині, тобто характеризується більшими можливостями до забезпечення потреб рослин у фосфатному живленні.

Вміст обмінного калію залежить як від внесення добрив, так і від його вмісту в ґрунтово-поглинальному комплексі. У зоні достатнього зволоження Лісостепу України його вміст залежить як від мінеральних, так і від органо-мінеральних добрив, та має незначне збільшення і знаходиться на рівні середнього забезпечення.

Застосування органо-мінеральної системи удобрення вміст обмінного калію в орному і підорному шарі ґрунту значно знизився порівняно із мінеральною системою. Це пов'язано з особливістю мінералізації органічної речовини, зменшення фіксації калію ґрунту, а також вивільненням необмінного калію в рухомі обмінні сполуки.

Закономірності зміни агрохімічних властивостей ґрунтів найбільш об'єктивно відображають характер ведення сільськогосподарського виробництва.

Зв'язок урожайності соняшнику з умістом у ґрунті основних елементів мінерального живлення має сильні та середні значення коефіцієнтів кореляції, що свідчить про прямолінійну залежність між досліджуваними ознаками.

Проведений кореляційний аналіз дав змогу виявити певні тенденції залежності між фізико-хімічними та агрохімічними показниками ґрунту (табл. 2). Коефіцієнти кореляції свідчать, що реакція ґрунтового розчину істотно впливає на збільшення вмісту фосфору ($r = 0,68$), збільшенню калію ($r = 0,75$), неістотно вмісту гумусу ($r = 0,12$), у шарі ґрунту 0-25 см. При цьому в шарі 25-50 см вплив рН слабшає, вмісту фосфору ($r = 0,66$), обмінного калію ($r = 0,69$), вміст гумусу знижується ($r = -0,02$).

Схожий вплив на вміст фосфору, обмінного калію і гумусу в ґрунті має сума увібраних основ, тіснота зв'язку була середньою. Так, вміст фосфору ($r = 0,62$), калію ($r = 0,65$), гумусу ($r = 0,49$) в шарі 0-25 см. У нижньому шарі 25-50 см зв'язок слабшає: фосфор ($r = 0,19$), калію ($r = 0,29$), гумусу ($r = 0,049$).

Спостерігається, в обох шарах ґрунту не істотний кореляційний зв'язок гумусу з азотом ($r = 0,62-0,47$), фосфором ($r = 0,48-0,34$) та калієм азотом ($r = 0,06-0,31$).

Зв'язок агрохімічних показників, також як гумус, азот, фосфор та калій, із рН та сума увібраних основ

Войтовик М. В., Цюк О. А.

тісніший у шарі 0-25 см порівняно з шаром 25-50 см.

2. Кореляційна матриця зв'язку між фізико-хімічними та агрохімічними показниками чорнозему типового залежно від системи удобрення, (2022-2021 рр.)

Показник	pH	Сума увібраних основ мг-ек в 100 г ґрунту	Гумус, %	Ca	Mg	NH ₄ +NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Шар ґрунту 0-25 см								
pH	1,000							
Сума увібраних основ мг-ек в 100 г ґрунту	0,69	1,000						
Гумус, %	0,12	0,49	1,000					
Ca	0,43	0,69	0,44	1,000				
Mg	0,55	0,44	0,32	0,81	1,00			
NH ₄ +NO ₃	0,06	0,06	0,62	0,52	0,51	1,000		
P ₂ O ₅	0,68	0,62	0,48	0,83	0,89	0,46	1,000	
K ₂ O	0,75	0,65	0,06	0,68	0,50	-0,15	0,71	1,00
Шар ґрунту 25-50 см								
pH	1,000							
Сума увібраних основ мг-ек в 100 г ґрунту	0,28	1,000						
Гумус, %	-0,02	0,049	1,000					
Ca	0,39	0,47	0,34	1,000				
Mg	0,42	0,27	0,61	0,65	1,000			
NH ₄ +NO ₃	-0,21	-0,10	0,47	0,12	0,45	1,000		
P ₂ O ₅	0,66	0,19	0,34	0,66	0,81	0,29	1,000	
K ₂ O	0,69	0,29	-0,31	0,33	0,28	-0,49	0,55	1,000

Висновки і перспективи.

Систематичне сумісне застосування на чорноземах типових органо-мінеральної системи удобрення з внесенням 8 т/га гною сівозмінної площі і 3,5 т маси післяжнивних сидератів, нетоварної частини

врожаю (N₂₇P₃₈K₄₅) мінеральних добрив найбільшою мірою покращує їх фізико-хімічні та агрохімічні властивості.

За мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення формується найвища урожайність

Войтовик М. В., Цюк О. А.

соняшнику – 2,9 і 2,7 т/га, що значно перевищує контроль.

Тривалий антропогенний вплив на чорноземах типових веде до тенденції тісного зв'язку урожайності соняшнику з усіма показниками мінерального живлення, окрім азоту мінерального, де рівень зв'язку був середнім ($r = 0,41 \pm 0,24$). Коефіцієнти кореляції свідчать, що рН, сума увібраних основ впливають на

Список використаних джерел

1. Бородін А. Л. Агрофізичні властивості посівного шару ґрунту перед сівбою ярих культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2016. Вип. 85. С. 96–99.

2. Вергунова І. М. Основи математичного моделювання для аналізу та прогнозу агрономічних процесів. Київ : Нора-прінт, 2000. 146 с.

3. Гізбулін Н. Г. Удосконалення методики проведення польових досліджень. *Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2007. Вип. 9. С. 79–87.

4. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В. Трансформація кислотно-основних властивостей ґрунту за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уман. нац. ун-ту садівництва*. 2014. № 1. С. 8–12.

5. Демиденко О. В. Кореляційні зв'язки фізіологічних груп мікроорганізмів з показниками родючості чорнозему опідзоленого за різних систем удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2021. №4. С. 20–27. DOI:

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-03>

6. Доробан А. С. Кореляційний аналіз впливу рівнів мінерального удобрення на вміст лужно-гідролізованого азоту в ґрунті та урожайність культур ланки польової сівозміни за поверхневого основного обробітку ґрунту. *Альманах науки*. 2018. № ½ (10). С. 40–44.

7. ДСТУ 4114-2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна (Зі скасуванням ГОСТ 26205-91)

збільшення вмісту гумусу, середній вплив на збільшення вмісту гумусу ($r = 0,41$), фосфору ($r = 0,62$) та калію ($r = 0,65$) у шарі ґрунту 0-25 см. Перспективним напрямком для подальших досліджень є вивчення якісних змін гумусу, гідролітичної кислотності, азоту, що легко гідролізується в агроценозі соняшнику за плодозмінної сівозміни.

8. ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини. [Чинний від 2003-01-07]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 9 с.

9. ДСТУ ISO 10390:2001 Якість ґрунту. Визначання рН (ISO 10390:1994, IDT). [Чинний від 2003-01-07]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 11 с.

10. ДСТУ ISO 11260-2001 Якість ґрунту. Визначання ємності катіонного обміну та насиченості основами з використанням розчину хлориду барію (ISO 11260:1994, IDT). [Чинний від 2003-01-07]. Київ : Держспоживстандарт України, 2003. 11 с.

11. ДСТУ 7537:2014 Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності. [Чинний від 2015-01-07]. Київ : Держспоживстандарт України, 2015. 11 с.

12. ДСТУ 7861:2015 Якість ґрунту. Визначення обмінних кальцію, магнію, натрію і калію в ґрунті за Шолленбергером у модифікації ННЦ ІГА імені О.Н. Соколовського. [Чинний від 2016-01-07]. Київ : Держспоживстандарт України, 2016. 11 с.

13. Євтушенко Т. В., Тонха О. Л. Уміст і запаси гумусу залежно від удобрення і обробітку чорнозему типового. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2017. №269. С. 168–176.

13. Мазур Г. А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів : монографія. Київ: Аграрна наука, 2008. 308 с.

14. Малієнко А. М., Борис Н. Є., Буслаєва Н. Г. Питання методики польових

Войтовик М. В., Цюк О. А.

дослідів у землеробстві та рослинництві. *Землеробство*. 2018. Вип. 1. С. 38–44.

15. Носко Б. С. Фосфор у ґрунтах і землеробстві України. Х.: ФОП Бровін О.В., 2017. 476 с.

16. Польовий В. М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві. Рівне: Волинські обереги, 2007. 319 с.

17. Статистичний щорічник України – 2003. Київ : Консультант, 2004. 632 с.

18. Чичуліна К. В. Кореляційний зв'язок в економіко-математичних моделях. Наукові праці Полтав. держ. аграрної акад. 2012. Вип. 1(4). Т. 3. С. 250–255.

19. Effect of slope position on physicochemical properties of eroded soil / F. Khan, Z. Hayat, W. Ahmad et al. *Soil Environ*. 2013. Vol. 32. P. 22–28.

20. Effects of slope position, aspect and cropping system on soil nutrient variability in hilly areas / Y. Gou, H. Chen, W. Wu, H. B. Liu *Soil Res*. 2015. Vol. 53. P. 338–348. DOI:10.1071/SR14113

21. El Shafee O., Abdoun T., Zeghal M. Centrifuge modeling and analysis of soil structure interaction under biaxial dynamic excitations. *Geotechnical Special Publication*. 2017. Vol. 281. P. 37–47. DOI:10.1088/1748-9326/10/2/024019.

22. Hogxiang Zhao, jihao Qin, Tianping Gao, Nengkun Zhang, Hongchang Sun, Shuwei Zhu, Cailong Xu, Tangynan Ning. Immediate and long-term effects of tillage practices with crop residue on soil water and organic carbon storage changes under a wheat-maize cropping system. *Soil and Tillage Research*. 2022. Vol. 218. 105309. <https://dri.org/10.1016/j.still.2021.105309>

23. Ma Q., Zhao G. X. Effects of different land use types on soil nutrients in intensive agricultural region. *J. Nat. Res*. 2010. Vol. 25. P. 1834–1844.

24. Shake table test of soil-pile groups/bridge structure interaction in liquefiable ground / Tang L. et al. *Earthquake Engineering and Engineering Vibration*. 2010. Vol. 9. № 1. P. 39–50. DOI:10.1016/e2012.01.010.

25. Tsyuk O.A., Tanchuk S.P., Tsentulo L.V., Kirilyuk V.I., Pavlov O.S., Sleptsov Y. (2018). Change of carbon's contain of the main humuse's groups of the black typical soil with

the agriculture's ecologizationю. *Ukrainian Journal of Ecology*, Vol. 8, № 4. P. 154-157.

26. Variation in soil physical and chemical properties as affected by three slope positions and their management implications in Ganye, North-Eastern Nigeria / S. A. Gisilanbe, H. J. Philip, R. I. Solomon, E. E. Okorie *Asian J. Soil Sci. Plant Nutr*. 2017. Vol. 2. P. 1–13. DOI:10.9734/AJSSPN/2017/39047.

Reference

1. Borodin A. L. (2016). Agrophysical properties of the seed layer of the soil before sowing spring crops. *Ahrokhimiiia i gruntoznavstvo*, 85, 96–99. (in Ukrainian)

2. Verhunova I.M. (2000). *Fundamentals of mathematical modeling for analysis and forecasting of agronomic processes*. Kyiv : Nora-print, 146. (in Ukrainian)

3. Hizbullin N.H. (2007). Improvement of field research methods. *Nauk. pratsi In-tu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*, 9, 79–87. (in Ukrainian)

4. Hospodarenko H.M., & Prokopchuk I.V. (2014). Transformation of acid-base properties of the soil during long-term use of fertilizers in field crop rotation. *Visnyk Uman. nats. un-tu sadivnytstva*, 1, 8–12. (in Ukrainian)

5. Demydenko O.V. (2021). Correlations of physiological groups of microorganisms with indicators of fertility of podzolized chernozem under different fertilization systems. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 4, 20–27. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-03> (in Ukrainian)

6. Doroban A.S. (2018). Correlational analysis of the effect of mineral fertilizer levels on the content of alkaline-hydrolyzed nitrogen in the soil and the yield of crops in the field crop rotation under surface main tillage. *Almanakh nauky*, ½ (10). 40–44. (in Ukrainian)

7. DSTU 4114-2002 *Soils. Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium according to the modified Machigin method (Zi skasuvanniam HOST 26205-91)*. Kyiv : *Derzhspozhyvstandart Ukrainy*, 2002. 9 s. (in Ukrainian)

8. DSTU 4289:2004 *Soil quality. Methods of determining organic matter*. [Chynnyi vid 2003-01-07]. Kyiv :

Войтовик М. В., Цюк О. А.

Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. 9 s. (in Ukrainian)

9. DSTU ISO 10390:2001 Soil quality. Determination of pH (ISO 10390:1994, IDT. [Effective from 2003-01-07]. Kyiv : *Derzhspozhyvstandart Ukrainy*, 2003. 11 s. (in Ukrainian)

10. DSTU ISO 11260-2001 Soil quality. Determination of cation exchange capacity and base saturation using barium chloride solution (ISO 11260:1994, IDT). Kyiv : *Derzhspozhyvstandart Ukrainy*, 2003. 11 s. (in Ukrainian)

11. DSTU 7537:2014 Soil quality. Determination of hydrolytic acidity. Kyiv : *Derzhspozhyvstandart Ukrainy*, 2015. 11 s. (in Ukrainian)

12. DSTU 7861:2015 Soil quality. Determination of exchangeable calcium, magnesium, sodium and potassium in the soil according to Shollenberger in the modification of the NSC IGA named after O.N. Sokolovsky. Kyiv : *Derzhspozhyvstandart Ukrainy*, 2016. 11 s. (in Ukrainian)

13. Yevtushenko T.V., & Tonkha O.L. (2017). The content and reserves of humus depending on the fertilization and processing of typical black soil. *Roslynytvstvo ta hruntoznavstvo*, 269. 168–176. (in Ukrainian)

13. Mazur H.A. (2008). Reproduction and regulation of the fertility of light soils: monohrafiia. Kyiv: *Ahrarna nauka*, 308. (in Ukrainian)

14. Maliienko A.M., Borys N.Ye., & Buslaieva N.H. (2018). The issue of methods of field experiments in agriculture and crop production. *Zemlerobstvo*, 1. 38–44. (in Ukrainian)

15. Nosko B.S. (2017). Phosphorus in soils and agriculture of Ukraine. Kh.: FOP Brovin O.V., 476. (in Ukrainian)

16. Polovyi V.M. (2007). Optimization of fertilization systems in modern agriculture. Rivne : *Volynski oberehy*, 319. (in Ukrainian)

17. Statistical yearbook of Ukraine. 2003. Kyiv : *Konsultant*, 2004. 632. (in Ukrainian)

18. Chychulina K.V. (2012). Correlation in economic and mathematical models.

Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii, 1(4). T. 3. 250–255. (in Ukrainian)

19. Khan F., Hayat Z., Ahmad W. et al. (2013). Effect of slope position on physicochemical properties of eroded soil *Soil Environ.* Vol. 32. 22–28.

20. Gou Y., Chen H., Wu W., Liu H. B. (2015). Effects of slope position, aspect and cropping system on soil nutrient variability in hilly areas. *Soil Res.* Vol. 53. 338– 348. <https://dri.org/10.1071/SR14113>

21. El Shafee O., Abdoun T., Zeghal M. (2017). Centrifuge modeling and analysis of soil structure interaction under biaxial dynamic excitations. *Geotechnical Special Publication*, Vol. 281. 37–47. <https://dri.org/10.1088/1748-9326/10/2/024019>

22. Hogxiang Zhao, jihao Qin, Tianping Gao, Nengkun Zhang, Hongchang Sun, Shuwei Zhu, Cailong Xu, Tangynan Ning. (2022). Immediate and long-term effects of tillage practices with crop residue on soil water and organic carbon storage changes under a wheat-maize cropping system. *Soil and Tillage Research.* 218. 105309. <https://dri.org/10.1016/j.still.2021.105309>

23. Ma Q., Zhao G. X. (2010). Effects of different land use types on soil nutrients in intensive agricultural region. *J. Nat. Res.* 25. P. 1834–1844.

24. Tang L. et al. (2010). Shake table test of soil-pile groups/bridge structure interaction in liquefiable ground. *Earthquake Engineering and Engineering Vibration.* 9, 1. 39–50. <https://dri.org/10.1016/e2012.01.010>

25. Tsyuk O.A., Tanchuk S.P., Tsentulo L.V., Kirilyuk V.I., Pavlov O.S., Sleptsov Y. (2018). Change of carbon's contain of the main humuse's groups of the black typical soil with the agriculture's ecologizationю. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8, 4. 154–157.

26. Gisilanbe S. A., Philip H. J., Solomon R. I., Okorie E. E. . (2017). Variation in soil physical and chemical properties as affected by three slope positions and their management implications in Ganye, North-Eastern Nigeria. *Asian. J. Soil Sci. Plant Nutr.* Vol. 2. P. 1–13. <https://dri.org/10.9734/AJSSPN/2017/39047>

CORRELATION OF SUNFLOWER YIELD WITH FERTILITY INDICATORS OF BLACK SOIL TYPICAL UNDER DIFFERENT FERTILIZER SYSTEMS

M. V. Voitovyk, O. A. Tsyuk

Abstract. *One of the most important properties of the soil is its fertility, which is formed in the process of soil formation and is characterized by the totality of all its indicators. Restoration of soil fertility and its preservation should be a priority task of modern agriculture, as it is one of the important reserves for increasing the production of agricultural products. The purpose of the research was to determine the dependence of sunflower productivity on the physico-chemical and agrochemical parameters of typical chernozem depending on fertilization systems. The following methods were used in the research process: field - determination of the interaction of research objects with natural and agrotechnical factors; laboratory - determination of humus content, physicochemical and agrochemical indicators; statistical and mathematical - conducting dispersion, correlation and regression analysis.*

The use of the organo-mineral system of fertilization in crop rotation contributes to the improvement of their physico-chemical and agrochemical indicators of typical chernozem. The highest yield of sunflower is formed under the mineral –2.9 t/ha and organo-mineral fertilization system, which is significantly higher than the option without fertilizers.

Long-term anthropogenic impact on typical chernozems leads to a trend of close correlation of sunflower yield with all indicators of mineral nutrition, except for mineral nitrogen, where the level of correlation was average ($r = 0.41 \pm 0.24$). Correlation coefficients indicate that pH, the sum of absorbed bases affect the increase in the content of humus, the average effect on the increase in the content of humus ($r = 0.41$), phosphorus ($r = 0.62$) and potassium ($r = 0.65$) in the soil layer 0-25 cm.

Research materials are of practical importance for farmers in the analysis of the fractional-group composition of humus, nitrogen, which is easily hydrolyzed in typical chernozem.

Keywords: *humus, mineral nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium, productivity*