

ЗМІНИ АГРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ЙОГО ОБРОБІТКУ ПРОТЯГОМ ПЕРІОДУ ВЕГЕТАЦІЇ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

КОЗИРЄВ В.В. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0003-4717-3200

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

РОЙ С.С. – науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-6821-9709

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

ПОЛАГЕНЬКО О.С. – науковий співробітник

orcid.org/0009-0002-4416-4835

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

МАКСИМОВ Д.О. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0009-0001-7461-6321

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

ПЕТРИК О.М. – молодший науковий співробітник

orcid.org/0009-0003-9924-0214

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Протягом останніх років у багатьох розвинених країнах світу спостерігається стійка тенденція до заміни інтенсивного механічного обробітку ґрунту практиками нульового (no-till) або мінімального (mini-till) обробітку. Відмова від глибокої оранки мінімізує швидкість мінералізації гумусу та запобігає емісії акумульованого CO₂ в атмосферу, сприяючи стабілізації органічної речовини в ґрунті. Такий підхід створює потенціал для отримання аграріями додаткового доходу через механізм реалізації вуглецевих кредитів. Останні є спеціалізованим фінансово-економічним інструментом у межах глобальної стратегії пом'якшення наслідків антропогенних змін клімату. За своєю суттю, один вуглецевий кредит є сертифікованим і верифікованим дозволом на викид однієї тонни діоксиду вуглецю (CO₂) або еквівалентної кількості інших парникових газів [1, 2, 3].

Південь України належить до зони ризикованого землеробства, де понад половину вегетаційних періодів характеризуються як несприятливі для росту та розвитку польових культур. Це дослідження спрямоване на кількісне визначення змін вмісту основних елементів живлення та органічної речовини в ґрунті під впливом різних способів обробітку в умовах дефіциту зволоження. Особливу увагу приділено динаміці органічної речовини як ключового показника для формування вуглецевих кредитів. Додатково проведено вимірювання емісії CO₂ з поверхні поля та встановлено кореляцію цього показника з інтенсивністю накопичення органічного вуглецю в ґрунті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання впливу різних способів обробітку на агрофізичні та агрохімічні властивості ґрунту залишається об'єктом активних наукових дискусій протягом останніх 15 років. Зокрема, О. В. Піковська (2013) встановила, що мінімізація обробітку сприяє комплексному покращенню структурного стану чорнозему звичайного [4]. У праці О. А. Цюк обґрунтовано залежність між інтенсивністю обробітку ґрунту та його поживним режимом, що підтверджує позитивну динаміку накопичення елементів живлення за умов енергоощадних технологій [5].

Ж. Г. Ху та Н. Г. Јума досліджували динаміку накопичення органічного вуглецю при вирощуванні різних сортів ячменю. Встановлено, що рівень карбону в ґрунті, мікробній біомасі та водорозчинній органіці був значно вищим для сорту Samson, ніж для сорту Abee на фазах виходу в трубку та колосіння, тоді як на стадіях кущення та дозрівання істотних відмінностей не виявлено. Висока інтенсивність дихання ґрунтових мікроорганізмів протягом 10-денної інкубації за рахунок водорозчинної органіки свідчить про високу біодоступність цієї форми вуглецю [3].

Питання акумуляції органічної речовини в чорноземах також висвітлено у працях вітчизняних учених. Л. В. Центило наводить дані щодо впливу систем обробітку у поєднанні з добривами на гумусний стан чорнозему звичайного. Зафіксовано, що мінімізація механічного впливу сприяє оптимізації вмісту гумусу, а найвищу ефективність забезпечує органо-мінеральна система удобрення (внесення 8 т/га органіки:



4,5 т/га компосту та 3,5 т/га побічної продукції і поживних сидератів) [6].

Водночас дослідження Є. Галабан демонструють, що за традиційної системи обробітку відсоток загального та доступного гумусу може бути вищим, ніж за технології no-till без мінерального живлення. Зокрема, у шарі 0–10 см вміст загального вуглецю за нульового обробітку знизився на 0,07 %, тоді як у шарі 10–20 см спостерігалось його зростання на 0,12 %. У горизонті 20–30 см показники були тотожними для обох варіантів. Також виявлено, що за умови використання системи no-till мікрофлора ґрунту уповільнює мінералізацію азоту у верхньому шарі, що знижує концентрацію його доступних форм [7].

Попри наявність ґрунтової наукової бази, особливості трансформації балансу елементів живлення та органічної речовини залежно від способів обробітку ґрунту в умовах абіотичного стресу (несприятливих погодних умов вегетації) залишаються недостатньо вивченими.

Мета. Встановлення закономірностей змін вмісту основних елементів живлення та органічної речовини в ґрунті за несприятливих погодних умов у період вегетації, а також у визначенні впливу на ці процеси різних способів основного обробітку ґрунту.

Матеріали та методика досліджень. Дослідні ділянки були закладені на базі ДПДГ «Андріївське» ІКОСГ НААН (с. Андріївка, Білгород-Дністровського району, Одеської області).

ґрунти на дослідних ділянках – чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні неглибокі малогумусні важко-суглинкові на лесі. Вміст гумусу становить 3,9–4,1 %. У досліді проводились агротехнічні заходи, загальнови-знані для умов Півдня України, за винятком основного обробітку ґрунту.

Під час проведення досліджень використовувались математичні, статистичні та лабораторно-аналітичні методи. Дослід був закладений згідно вимог до

проведення польового досліду з використанням сучасних методик [8].

На початку та в кінці вегетаційного періоду в шарі ґрунту 0–30 см, були відібрані зразки ґрунту на кожному з варіантів досліду. У відібраних зразках визначалися наведені далі показники. Вміст органічної речовини (метод Тюрина з використанням спектрофотометра) [9]. Вміст мінерального азоту (сума нітратного та амонійного азоту, визначались спектрофотометричним методом). Вміст рухомих сполук фосфору та обмінного калію (методи спектрофотометрії та полуменевої фотометрії відповідно). рН водне (іонометричний метод). Емісію CO₂ з поверхні поля визначали методом абсорбції.

Статистичну обробку отриманих даних проводили методом дисперсійного аналізу з використанням спеціалізованого програмного забезпечення Microsoft Excel, Agrostat, XLStat та Statistica [10].

Результати досліджень. Польові дослідження проводилися протягом років, що характеризувалися несприятливими гідротермічними умовами для розглянутих сільськогосподарських культур. Вегетаційний період 2024 року відзначався аномально високими температурними показниками; зокрема, фаза цвітіння соняшнику проходила за умов критичного дефіциту вологи та спеки, що негативно вплинуло на рівень урожайності. У 2025 році спостерігався суттєвий недобір атмосферних опадів, причому їх значна кількість була зафіксована лише в середині червня. Усі наведені нижче результати є середньоарифметичними значеннями за два роки досліджень.

Спочатку розглянемо зміни кислотності ґрунту протягом періоду вегетації (рис. 1).

Згідно з отриманими даними, показник рН на початку вегетації був відносно однорідним в усіх варіантах досліду і варіював у межах 7,31–7,47. Після збирання врожаю зафіксовано тенденцію до незначного зростання лужності ґрунту – до діапазону 7,36–7,51 (середнє

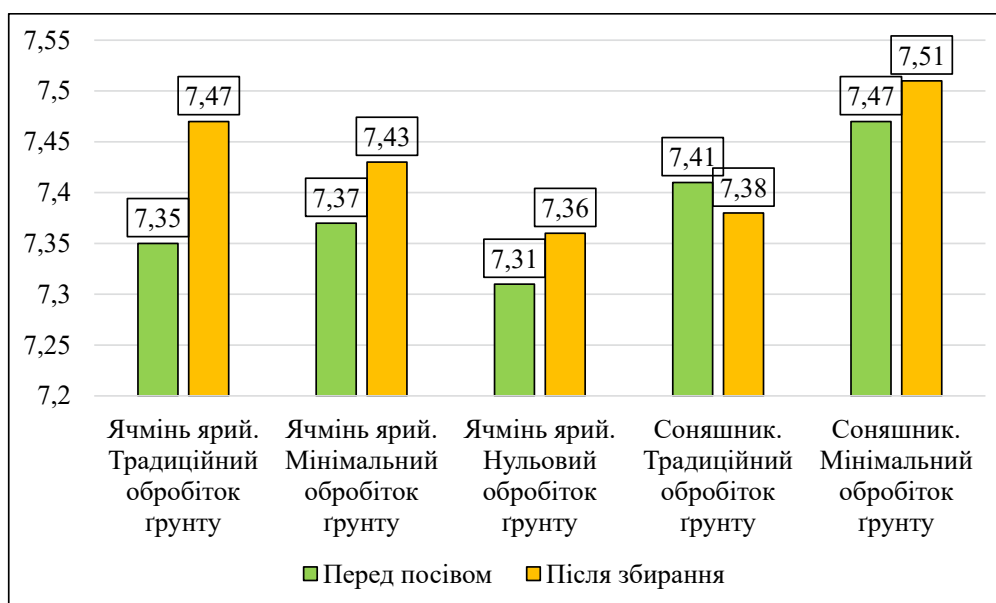


Рис. 1. рН в шарі ґрунту 0–30 см на посівах ярого ячменю та соняшника ($HIP_{05} = 0,05$)

значення – 7,43). Таке підвищення рН протягом вегетації є закономірним для посушливих умов і зумовлене зниженням вологості ґрунту з одночасним зростанням концентрації розчинних солей. У варіанті з традиційним обробітком на посівах соняшнику відмічено несуттєве зниження кислотності наприкінці вегетації, проте воно не перевищувало значення НР_{05} , що дозволяє трактувати цей результат як статистичну похибку.

Далі представлені дані по вмісту основних елементів живлення та органічної речовини в орному шарі ґрунту (табл. 1).

На початку вегетації вміст мінерального азоту характеризувався як низький. Концентрація рухомого фосфору коливалася від 30,4 мг/кг (традиційний обробіток, ячмінь) до 34,3 мг/кг (мінімальний обробіток, соняшник). Вміст обмінного калію в усіх варіантах досліджу був високим. Показник вмісту органічної речовини продемонстрував відносну стабільність між варіантами, перебуваючи в межах від 3,81 % до 4,10 %. Після завершення вегетації агрохімічний стан ґрунту зазнав трансформацій. Зафіксовано зниження вмісту мінерального азоту та рухомого фосфору в усіх варіантах. Вміст обмінного калію варіював у широкому діапазоні: від 131 мг/кг за традиційного обробітку (соняшник) до 214 мг/кг за нульового обробітку (ячмінь). Вміст органічної речовини зазнав неістотних коливань (3,70–4,14 %, середнє значення – 3,95 %).

Для визначення динаміки зміни вмісту основних елементів живлення та органічної речовини в ґрунті протягом періоду вегетації були розраховані прирости цих показників у відсотках до значень на початку вегетації (табл. 2).

Аналіз розрахованих даних дозволяє виділити декілька ключових тенденцій. Виявлено закономірне зниження вмісту мінерального азоту (на 28,6–32,3 %) в усіх варіантах, що зумовлено його споживання рослинами впродовж вегетації. Зменшення вмісту фосфору відбувалося нерівномірно: на посівах ячменю за нульового обробітку воно становило 15,8 %, тоді як за мінімального – 32,6 %, що свідчить про відсутність прямої кореляції цього показника зі способом обробітку. Динаміка обмінного калію виявилася складнішою: за традиційної технології спостерігалася його винесення, тоді як за нульового обробітку (ячмінь) та мінімального (соняшник) зафіксовано зростання вмісту на 16,8 % та 6,3 % відповідно.

Трансформація вмісту органічної речовини на посівах ячменю корелювала зі способом обробітку: за традиційної оранки зафіксовано зниження на 2,3 %, за мінімального обробітку – на 0,8 %, тоді як за нульового обробітку спостерігалася тенденція до накопичення (збільшення на 1,0 %). На посівах соняшнику за мінімального обробітку вміст органіки знизився на 2,9 %, а за традиційного – залишився стабільним. Слід

Таблиця 1.

Вміст NPK та органічної речовини в ґрунті на посівах ярого ячменю та соняшника (середнє за 2024–2025 рр.).

Культура	Спосіб обробітку ґрунту	N (мінеральний), мг/кг	P_2O_5 , мг/кг	K_2O , мг/кг	Органічна речовина, %
На початку вегетації					
Ячмінь ярий	Традиційний	18,9	30,4	176,6	3,94
	Мінімальний	20	30,7	177,9	3,99
	Нульовий	19,2	31,1	182,9	4,1
Соняшник	Традиційний	21,5	33,3	172,8	4,09
	Мінімальний	18,1	34,3	188,1	3,81
В кінці вегетації					
Ячмінь ярий	Традиційний	12,8	23,9	147	3,85
	Мінімальний	13,9	20,7	154	3,96
	Нульовий	13,7	26,2	214	4,14
Соняшник	Традиційний	15,2	27	131	4,09
	Мінімальний	12,5	26,9	200	3,7
НР_{05}		2,8	4,6	16,5	0,02

Таблиця 2.

Прирости показників вмісту NPK та органічної речовини в ґрунті на посівах ярого ячменю та соняшника у відсотках за період вегетації (середнє за 2024–2025 рр.).

Культура	Спосіб обробітку ґрунту	N (мінеральний), %	P_2O_5 , %	K_2O , %	Органічна речовина, %
Ячмінь ярий	Традиційний	-32,3	-21,4	-16,5	-2,3
	Мінімальний	-30,5	-32,6	-13,6	-0,8
	Нульовий	-28,6	-15,8	16,8	1
Соняшник	Традиційний	-29,3	-18,9	-24,4	0
	Мінімальний	-30,9	-21,6	6,3	-2,9

враховувати, що критично несприятливі умови вегетації соняшнику у 2024–2025 роках могли детермінувати отримані результати.

Для того щоб оцінити фактори, які впливають на накопичення органічної речовини в ґрунті при різних способах його обробітку були проведені виміри емісії CO₂ з поверхні поля (рис. 2).

Експериментально встановлено, що інтенсивність емісії CO₂ була загалом низькою, що вказує на пригнічення мікробіологічної активності внаслідок дефіциту вологи. Результати вимірювань демонструють чітку тенденцію зниження інтенсивності механічного впливу сприяє зменшенню емісії CO₂. Перехід від традиційної оранки до мінімального та нульового обробітків суттєво мінімізує втрати вуглецю, що пояснюється сповільненням мінералізації органічної речовини за відсутності інтенсивної аерації та перевертання пласта.

Для того, щоб отримати більш точні дані про зв'язок між емісією CO₂ з поверхні поля та динамікою накопичення органічного вуглецю в ґрунті для варіантів досліду на посівах ячменю було проведено кореляційний аналіз (рис. 3).

Попри малу кількість точок, виявлено статистично достовірну лінійну залежність між розглянутими параметрами. Аналіз виявив сильний негативний кореляційний зв'язок між емісією CO₂ з поверхні поля та вмістом органічної речовини в ґрунті. Це очікуваний результат, але отримані дані можна використати в подальших дослідженнях направлених на вивчення процесів накопичення органічної речовини в ґрунті. Це дає змогу оцінити силу розглянутої залежності та вказує на кількісні

значення емісії CO₂ з поверхні поля в несприятливі роки на Півдні України.

Висновки. Незважаючи на відносно низьку продуктивність ячменю ярого та соняшнику в досліджувані роки, у всіх варіантах експерименту зафіксовано стабільну тенденцію до зниження вмісту мінерального азоту в орному шарі ґрунту – в середньому на 30,3 %. Вміст рухомих сполук фосфору також зменшився в усіх варіантах незалежно від виду культури та способу обробітку; та коливалось в межах 15,8–32,6 %.

Натомість динаміка обмінного калію виявила суттєву залежність від обробітку ґрунту: за традиційної системи спостерігалось винесення цього елемента живлення, тоді як за нульового обробітку (ячмінь) та мінімального (соняшник) зафіксовано зростання його вмісту на 16,8 % та 6,3 % відповідно. Зміни вмісту органічної речовини в ґрунті на посівах ячменю ярого демонстрували аналогічну динаміку. Зокрема, встановлено, що застосування технології no-till дозволило забезпечити приріст вмісту органічної речовини на 1,0 % порівняно з вихідними значеннями на початку вегетації, що зумовлено інтенсифікацією процесів гуміфікації рослинних решток.

Отже, результати досліджень підтверджують доцільність мінімізації механічного навантаження на ґрунт, зокрема перспективність впровадження системи нульового обробітку при вирощуванні польових культур у посушливих умовах Півдня України. Такий підхід сприятиме не лише збереженню та відтворенню родючості ґрунту, а й дозволить сільськогосподарським підприємствам регіону інтегруватися в глобальні процеси формування та реалізації карбонових кредитів.

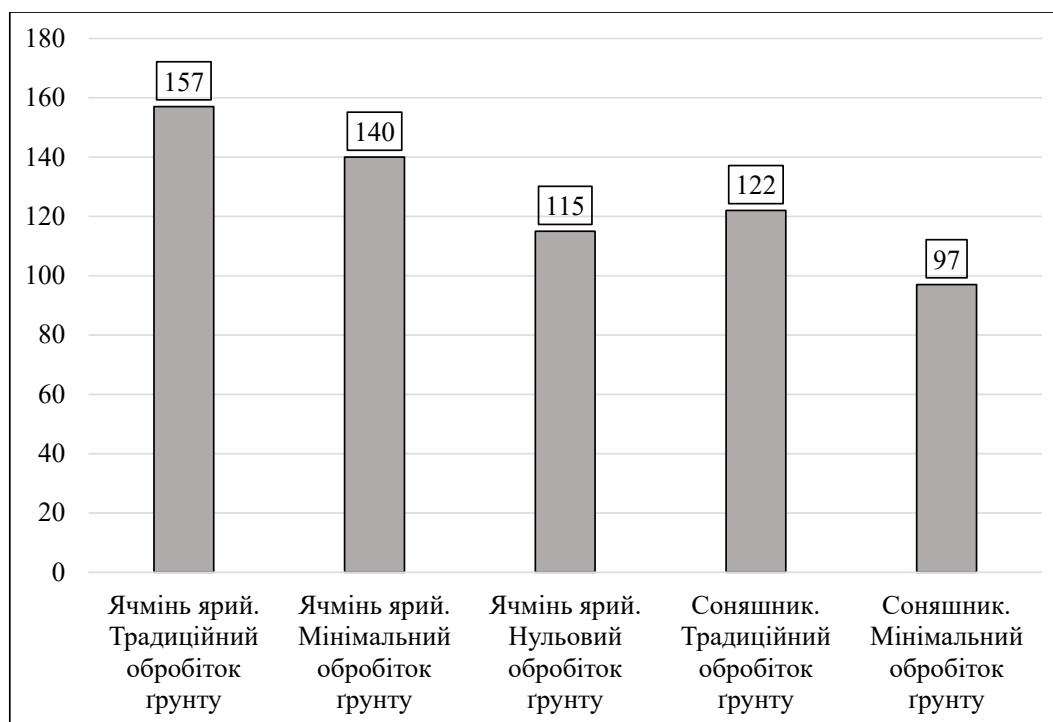


Рис. 2. Емісія CO₂ з поверхні поля на посівах ярого ячменю та соняшника, мг/м²/хв (середнє за 2024–2025 рр.).

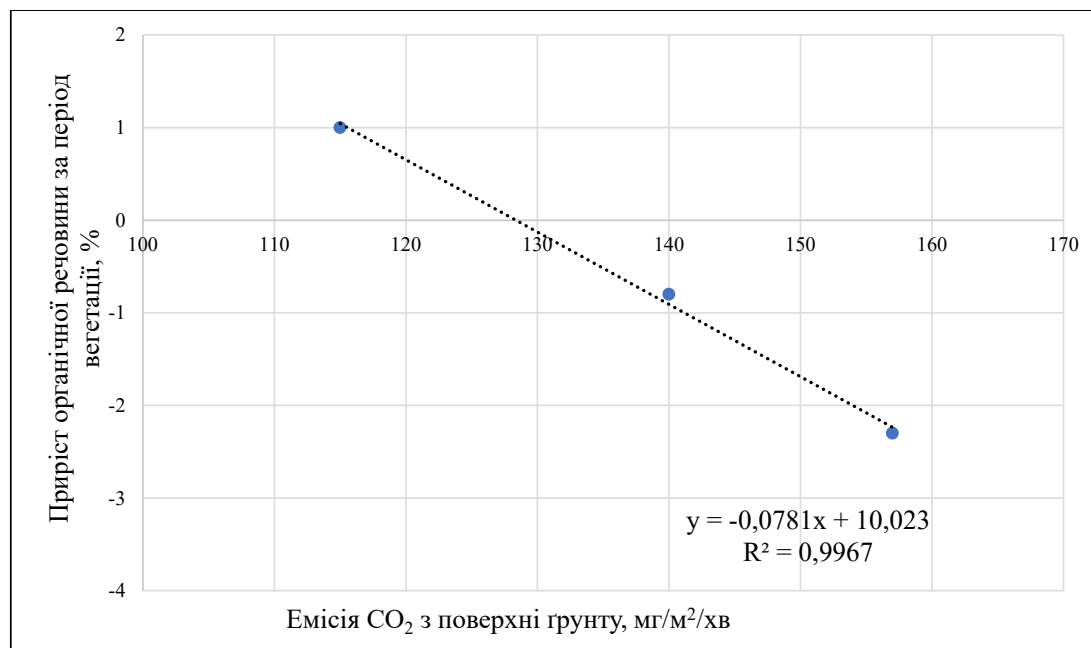


Рис. 3. Аналіз кореляцій між емісією CO₂ з поверхні поля та вмістом органічної речовини в ґрунті на посівах ячменю ярого

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Хумаров О. А. Теоретичні основи формування внутрішнього вуглецевого ринку в Україні. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України: збірник наукових праць ДУ «Інститут регіональних досліджень ім. М. І. Долішнього НАН України»*. 2015. Вип. 1. С. 86–91.
2. Гудіма Т. С., Джабраїлов Р. А., Єремєєва Н. В. Перспективи вдосконалення правового регулювання відносин з впровадження вуглецевих кредитів в Україні. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Право*. 2025. С. 284–294.
3. Xu, J. G., Juma N. G. Above and below ground transformation of photosynthetically fixed carbon by two barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in a Typic Cryoboroll. *Soil Biology and Biochemistry*. 1993. 25.9. С. 1263–1272.
4. Піковська О. В. Вплив мінімізації обробітку ґрунту на структурний стан чорнозему звичайного. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*. 2013. 183 (2). 193–197.
5. Цюк О. А. Зміни поживного режиму ґрунту в агрофітоценозі пшениці озимої залежно від систем його основного обробітку в сівозміні. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія*. 2015. 210-1. С. 156–161.
6. Центило Л. В. Вплив систем удобрення та обробітку ґрунту на гумусний стан і біологічні процеси чорнозему типового. *Таврійський науковий вісник*. 2019. 107. С. 171–177.
7. Галабан Є. Вплив обробітку ґрунту на якісний склад органічної речовини. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових розробок*

у виробництво : Матеріали доповідей в міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв, 2022. С. 88–90.

8. Методика польового досліду (зрошуване землеробство) : Навчальний посібник / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 448 с.
9. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. Київ, 2005. 8 с. (Національний стандарт України).
10. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві : Монографія. В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант, 2013. 403 с.

REFERENCES:

1. Khumarov, O. A. (2015). Teoretychni osnovy formuvannia vnutrishnoho vuhletsevoho rynku v Ukraini [Theoretical foundations of the formation of the domestic carbon market in Ukraine]. *Sotsialno-ekonomichni problemy suchasnoho periodu Ukrainy: zbirnyk naukovykh prats DU «Instytut rehionalnykh doslidzhen im. M. I. Dolishnoho NAN Ukrainy»*, 1, 86–91 [in Ukrainian].
2. Hudima, T. S., Dzhabrailov, R. A., & Yermieieva, N. V. (2025). Perspektyvy vdoskonalennia pravovoho rehu liuvannia vidnosyn z vprovadzhennia vuhletsevykh kredytiv v Ukraini [Prospects for enhancing the legal framework for carbon credit implementation in Ukraine]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Pravo*, 284–294 [in Ukrainian].
3. Xu, J. G., & Juma, N. G. (1993). Above and below ground transformation of photosynthetically fixed carbon by two barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in a Typic Cryoboroll. *Soil Biology and Biochemistry*, 25.9, 1263–1272.
4. Pikovska, O. V. (2013). Vplyv minimizatsii obrobittku gruntu na strukturnyi stan chornozemu zvychainoho [Effect of minimizing soil tillage on the structural state of ordinary chernozem]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho*

- universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Ahronomiia*, 183 (2), 193–197 [in Ukrainian].
5. Tsluk, O. A. (2015). Zminy pozhyynoho rezhymu gruntu v ahrofitotsenozi pshenytsi ozymoi zalezchno vid system yoho osnovnogo obrobitku v sivozmini [Changes in the soil nutrient regime in the winter wheat agrophytocenosis depending on primary soil tillage systems in a crop rotation]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Ahronomiia*, 210-1, 156–161 [in Ukrainian].
 6. Tsentylo, L. V. (2019). Vplyv system udobrennia ta obrobitku gruntu na humusnyi stan i biolohichni protsesy chornozemu typovoho [Effect of fertilization systems and soil tillage on the humus status and biological processes of typical chernozem]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 107, 171–177 [in Ukrainian].
 7. Halaban, Ye. (2022). Vplyv obrobitku hruntu na yakisnyi sklad orhanichnoi rechovyny [The effect of soil tillage on the qualitative composition of organic matter]. *Rozvytok aharnoї haluzi ta vprovadzhennia naukovykh rozrobok u vyrobnytstvo : Materialy dopovidei v mizhnar. nauk.-prakt. konf.*, (pp. 88–90). Mykolaiv [in Ukrainian].
 8. Ushkarenko, V. O. et al. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo) [Field Experiment Methodology (Irrigated Agriculture)]*. Kherson: Hrin D. S., 448 [in Ukrainian].
 9. DSTU 4289:2004. Yakist gruntu. Metody vyznachennia orhanichnoi rechovyny [DSTU 4289:2004. Soil quality. Methods for determination of organic matter]. (2005). Kyiv, 8 (Natsionalnyi standart Ukrainy) [in Ukrainian].
 10. Ushkarenko, V. O. et al. (2013). *Statystychnyi analiz rezultativ polovyykh doslidiv u zemlerobstvi [Statistical Analysis of Field Experiment Results in Agriculture]*. Kherson : Ailant, 403 [in Ukrainian].

Козирев В.В., Рой С.С., Полагенько О.С., Максимов Д.О., Петрик О.М. Зміни агрохімічних показників ґрунту при різних способах його обробітку протягом періоду вегетації польових культур на Півдні України

Мета. дослідити зміни вмісту основних елементів живлення та органічної речовини в ґрунті за несприятливих погодних умов під впливом різних способів обробітку ґрунту. **Методи.** Під час проведення досліджень використовувались математичні, статистичні та лабораторно-аналітичні методи. Двічі на рік в шарі ґрунту 0–30 см, були відібрані зразки ґрунту. У відібраних зразках визначався наступний перелік показників: вміст органічної речовини; вміст мінерального азоту; вміст доступних сполук фосфору та калію; рН водне. Емісію CO₂ з поверхні поля визначали методом абсорбції. Всі аналізи ґрунтових зразків були проведені згідно з діючими стандартами. Статистичний та кореляційний аналіз отриманих даних проведено з використанням наступного програмного забезпечення «Microsoft Excel», «Agrostat», «XLStat» та «Statistica». **Результати.** Польовий дослід було проведено у несприятливі для розглянутих сільськогосподарських культур роки. Показник рН у всіх варіантах на початку вегетації відрізнявся несуттєво. Він становив 7,31–7,47. Після збирання врожаю кислотність ґрунту знаходилась в діапазоні 7,36–7,51. Невелике збільшення рН ґрунту протягом періоду вегетації є нормою в посушливих умовах. Відмічено очікуване зниження вмісту мінерального азоту протягом вегетації. В середньому, цей показник

зменшився на 28,6–32,3 %. На посівах ячменю ярого за нульового обробітку ґрунту вміст доступного фосфору знизився на 15,8 %, а за мінімального обробітку – на 32,6 %. Цей показник коливався в широких межах, але не корелював зі способом обробітку ґрунту. Динаміка зміни вмісту обмінного калію є більш складно. Якщо на варіантах з традиційним обробітком ґрунту спостерігається його зменшення, то за нульового обробітку під ячменем та мінімального під соняшником вміст обмінного калію навпаки збільшився на 16,8 % та 6,3 % відповідно. Вміст органічної речовини на посівах ячменю суттєво залежав від способу обробітку ґрунту. За традиційного обробітку вміст органіки зменшився на 2,3 %, а за мінімального обробітку зменшився лише на 0,8 %. У варіанті з нульовим обробітком спостерігалось збільшення вмісту органічної речовини на 1 %. Кореляційний аналіз виявив сильну негативну кореляцію між емісією CO₂ з поверхні поля та вмістом органічної речовини в ґрунті. Ці дані дозволяють оцінити вплив діяльності мікробіоти ґрунту на накопичення в ньому органічного вуглецю. **Висновки.** Проведені дослідження дозволили отримати кількісні показники змін ряду агрохімічних показників ґрунту протягом вегетації під впливом несприятливих погодних умов. На всіх варіантах досліді спостерігалось стабільне зниження вмісту мінерального азоту в орному шарі ґрунту в середньому на 30,3 %. Вміст доступного фосфору також знизився на всіх варіантах. Динаміка обмінного калію та органічної речовини суттєво залежала від обробітку ґрунту. Вміст органічної речовини в ґрунті на посівах ячменю ярого у варіанті з нульовим обробітком в кінці вегетаційного періоду підвищився на 1 % порівняно з його значенням на початку вегетації. Від накопичення органічної речовини в ґрунті залежить його родючість та можливість сільськогосподарських підприємств регіону долучитись до процесів утворення та реалізації карбонових кредитів. Зважаючи на це, можна рекомендувати зменшення механічного навантаження на ґрунт, а особливо впровадження нульового обробітку, при вирощуванні польових культур на Півдні України.

Ключові слова: ячмінь ярий, соняшник, органічна речовина, емісія CO₂, мінеральний азот, рухомий фосфор, обмінний калій.

Kozyriev V.V., Roi S.S., Polahenko O.S., Maksymov D.O., Petryk O.M. Changes in soil agrochemical properties under different tillage methods during the growing season of field crops in Southern Ukraine

Purpose. To investigate changes in the content of major nutrients and organic matter in the soil under adverse weather conditions as influenced by various tillage practices. **Methods.** Mathematical, statistical, and laboratory-analytical methods were used in the study. Soil samples were collected twice a year from the 0–30 cm soil layer. The following parameters were determined in the collected samples: organic matter content, mineral nitrogen content, available phosphorus and potassium compounds, and water pH. CO₂ emission from the field surface was determined using the absorption method. All analyses of the soil samples were conducted in accordance with current standards. Statistical and correlation analyses of the obtained data were performed using Microsoft Excel, Agrostat, XLStat, and Statistica software. **Results.** The field experiment was conducted during years characterized by unfavorable weather conditions for the studied agricultural

crops. The soil pH values across all treatments did not differ significantly at the beginning of the growing season, ranging from 7.31 to 7.47. After harvesting, the soil acidity was within the range of 7.36–7.51. A slight increase in soil pH during the growing season is typical under arid conditions. An expected decrease in the mineral nitrogen content was observed throughout the growing season. On average, this parameter decreased by 28.6–32.3 %. In spring barley crops under no-till practice, the available phosphorus content decreased by 15.8 %, while under minimum tillage, it decreased by 32.6 %. This parameter fluctuated widely but did not correlate with the tillage method. The dynamics of the exchangeable potassium content were more complex. While a decrease was observed in the conventional tillage treatments, the exchangeable potassium content increased by 16.8 % under no-till barley and by 6.3 % under minimum tillage sunflower. The soil organic matter content in barley crops significantly depended on the tillage practice. Under conventional tillage, the organic matter content decreased by 2.3 %, whereas under minimum tillage, it decreased by only 0.8 %. In the no-till treatment, a 1 % increase in the organic matter content was observed. Correlation analysis revealed a strong negative correlation between CO₂ emissions from the field surface and the soil organic matter

content. These data make it possible to assess the impact of soil microbiota activity on soil organic carbon accumulation. **Findings.** The conducted research provided quantitative data on changes in several soil agrochemical parameters during the growing season under the influence of adverse weather conditions. Across all experimental treatments, a consistent decrease in the mineral nitrogen content in the arable soil layer was observed, averaging 30.3 %. The available phosphorus content also decreased across all treatments. The dynamics of exchangeable potassium and organic matter significantly depended on the tillage practice. By the end of the growing season, the soil organic matter content in the spring barley crops under the no-till treatment increased by 1 % compared to its baseline value at the beginning of the growing season. Soil fertility, as well as the opportunity for regional agricultural enterprises to participate in the generation and trading of carbon credits, depends on the accumulation of soil organic matter. Given this, it is recommended to reduce mechanical soil disturbance, and particularly to implement no-till farming, for cultivating field crops in Southern Ukraine.

Key words: spring barley, sunflower, organic matter, CO₂ emissions, mineral nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026