

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ ЯК ЗАСОБУ АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІН КЛІМАТУ

Малярчук В., канд. с.-г. наук,
e-mail: zemlerob_mvm@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-1459-0956>
Федорчук Є.,
e-mail: jenua-life@i.ua., <https://orcid.org/0000-0002-5419-7887>
Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Анотація

У статті представлено результати досліджень застосування рідкого органічного добрива під час вирощування пшениці озимої із дотриманням вимог органічного землеробства в зернопаропросапній сівозміні дослідного поля Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого у 2020-2021 рр.

Мета досліджень – провести аналіз ефективності використання органічних добрив як стратегічного пріоритету розвитку низьковуглецевого аграрного землекористування (агрохімічний напрям адаптації до кліматичних змін). Визначення впливу рідкого органічного добрива «Ріверм» на якісний стан ґрунту та його здатності утримувати вологу, а також на підвищення продуктивності пшениці озимої в сівозінах на неполивних землях Півдня України.

Методи досліджень: польовий, кількісно-ваговий, візуальний та лабораторний методи. Для систематизації та узагальнення отриманих результатів застосовувалися математико-статистичні методи.

Результати досліджень. Експериментально встановлено, що застосування органічних добрив нового покоління призупиняє зменшення вмісту гумусу й сприяє досягненню його бездефіцитного балансу. Зокрема, за період дослідження відзначено істотне зростання вмісту органічної речовини (лабільного гумусу) в ґрунті на 6,01 %, який за два роки піднявся до рівня середніх значень (2,10 %), проти низького рівня забезпеченості (1,98 %) до використання добрива Ріверм.

Висновки. Підтверджено ефективність застосування рідкого органічного добрива «Ріверм» під час вирощування пшениці озимої сорту Херсонська-99 в умовах південного Степу України, яке покращує поживний режим та вагомо підвищує вміст елементів мінерального живлення (NPK), і, як наслідок, сприяє зростанню урожайності пшениці озимої в середньому на 14 %.

Ключові слова: адаптація до змін клімату, органічне землеробство, рідке органічне добриво «Ріверм», якісний склад ґрунту, гумусовий стан ґрунту, запаси ґрунтової вологи, агрономічний потенціал ґрунту.

Вступ. На глобальному рівні зміна клімату є однією з найбільш актуальних проблем, що перешкоджає людству забезпечувати агроекологічну і продовольчу безпеку, зменшувати рівень бідності населення та досягати сталого розвитку сільських територій.

Зміна клімату є результатом взаємодії цілої низки природних чинників та діяльності людини: недосконалі практики ведення землеробства і тваринництва, деградації земель, вирубування лісів, за-

бруднення природних водойм.

Зараз клімат України у тренді глобального потепління, воно охопило всю територію нашої країни, а швидкість підвищення температури повітря навіть дещо випереджає середньосвітову.

Згідно з дослідженнями цього параметра сучасний клімат України характеризується нерівномірним за територією потеплінням, яскраво вираженим у зимові та літні місяці. За останні 30 років середня річна температура повітря в

Україні підвищилася більше ніж на 1 °С. Зростання температури у холодний період (листопад-березень) складає в середньому 1,3 °С, у теплий (квітень-жовтень) –1,1 °С [Іванюта С. та ін., 2020].

Практично всі посівні площі сільськогосподарських культур в Україні знаходяться в зоні ризикованого землеробства (території із природним дефіцитом опадів), де є постійний ризик втрати обсягів урожаю у надто посушливий рік або втрати якості урожаю у надмірно дощовий рік. Фактор глобальної зміни клімату посилює ці ризики. Варто враховувати цей фактор для прийняття ефективних рішень та практичних заходів для пристосування (адаптації) до зміни клімату у довгостроковій перспективі.

Наявні та можливі наслідки зміни клімату для сільського господарства в Україні такі [Сеперович Н., 2019]:

- вдвічі збільшилася кількість днів із високими температурами повітря вдень (більше 30) і до 2030 року може збільшитися ще у 1,5 рази, що приводитиме до передчасного дозрівання ярих сільськогосподарських культур і зниження їхньої урожайності;

- збільшилася тривалість періодів активної вегетації в середньому на 10 днів і більше. До 2030 року ймовірно продовження періоду для росту і розвитку теплолюбних культур, що надає додаткові можливості для вирощування як традиційних, так і нових видів сільськогосподарських культур;

- відбувається зміщення основних агрокліматичних зон землеробства на північ і захід до кількох сотень кілометрів на кожен градус зміни температури. Кліматичні умови зони Південного Степу можуть бути схожими на сучасні умови сухих субтропіків;

- зменшилась глибина промерзання ґрунту взимку, що є сприятливим фактором для засвоєння ґрунтом зимових опадів та формування достатнього зволоження ґрунту весною, але також підвищує життєздатність вірусів і шкідливих бактерій;

- у зміні місячних сум опадів спосте-

рігається чітка тенденція до їхнього зменшення у зимові місяці та збільшення в осінні;

- рівень запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту буде зменшуватися (до 15-30 %) внаслідок чого більше страждатимуть пізні сільськогосподарські культури; знизиться водообмін та посилиться випаровування.

Як наслідок, глобальні зміни клімату несуть багато загроз для сільського господарства, включаючи зниження його продуктивності, втрату стабільності виробництва та доходів виробників.

Сільське господарство є одним з потужних джерел викидів парникових газів від ґрунтів, ведення землеробства та тваринництва – у визначенні МГЕЗК, вони склали 14 % від загальнонаціональних викидів. З іншого боку, воно також потерпає від зміни клімату і вимагає розроблення заходів адаптації до цих змін.

Враховуючи ймовірні загрози суспільно-економічному розвитку та агроресурсному потенціалу зокрема, які можливі зі зміною клімату, існує нагальна проблема підвищення адаптації до зміни клімату окремих галузей національної економіки, включаючи аграрну сферу.

Для того, щоб ефективно використати деякі сприятливі аспекти зміни клімату (наприклад збільшення теплових ресурсів і можливість завдяки цьому вирощувати більший набір культур та їхніх сортів) необхідна адаптація до змін клімату на всіх рівнях – від кожного фермерського господарства до країни загалом.

У відповідь на виклики сільськогосподарському виробництву, обумовлені змінами клімату, у багатьох країнах активно застосовується система агрогосподарування CSA (Climate Smart Agriculture), що означає «кліматично-розумне сільське господарство». В основі CSA є створення умов для динамічного зростання продуктивності сільського господарства та доходів аграріїв, побудови стійких до кліматичних змін систем сільськогосподарського й продовольчого виробництва, відшукування можливостей мінімізації

емісії парникових газів і викидів діоксиду вуглецю [Іванюта С. та ін., 2020].

У контексті адаптації аграрного виробництва до змін у природних факторах слід зазначити важливу роль органічного землеробства, що за своїм характером є стратегією адаптації до глобальних змін клімату, яку можна використовувати для поліпшення умов життя сільського населення в посушливих районах Степу України й зміцнення (завдяки зменшенню фінансових ризиків) фінансової стабільності [Дем'яненко С., Бутко В., 2012].

Органічне виробництво є доволі поширеним напрямком CSA і одним з основних шляхів адаптації до змін клімату, який покладено в основу Стратегії адаптації до зміни клімату сільського, лісового та рибного господарств України до 2030 року [Сеперович Н., 2019].

Органічне сільське господарство – форма ведення сільського господарства, в рамках якої відбувається свідомо мінімізація використання синтетичних добрив, пестицидів, регуляторів росту рослин, кормових добавок. Навпаки, для збільшення врожайності, забезпечення культурних рослин елементами мінерального живлення, боротьби з шкідниками та бур'янами, активніше застосовується ефект сівозмін, органічних добрив (гній, компости, післяжнивні залишки, сидерати та ін.), різних способів обробітку ґрунту і т.д.

В умовах глобальних змін клімату використання органічного землеробства дає змогу певною мірою нівелювати дію природних факторів завдяки: застосуванню лише органічних матеріалів, які сприяють збільшенню вмісту органічної речовини в ґрунті, як наслідок, завдяки дії природних факторів набагато більше зберігається вологи, ніж за використання традиційної системи землеробства; зниженню уразливості аграрних підприємств, оскільки через відмову від дорогих синтетичних добрив і засобів захисту рослин вони значно скорочують власні витрати на одержання продукції, що істотно знижує ризики в разі часткового або повного неврожаю

через екстремальні погодні умови, які виникнуть унаслідок глобальних змін клімату; виробництву сертифікованої продукції, ціни на яку майже удвічі вищі, ніж на звичайну, що, зі свого боку, одержує вищі доходи й покриває витрати навіть за незначних урожаїв; одержанню значно більшого прибутку передусім завдяки зниженню витрат, тобто підприємства є менш уразливими до змін у природних умовах, оскільки матимуть прибуток навіть за значного недоодержання врожаю [Дем'яненко С., Бутко В., 2012].

В основі органічного низьковуглецевого землеробства лежить використання органічних добрив, оскільки застосування останніх позитивно позначається на показниках структурно-агрегатного стану ґрунту та водостійкої частини ґрунту – гумусу.

На сьогоднішній день, внаслідок загрози тваринницької галузі рівень застосування органічних добрив в Україні зменшився до 0,5 т на гектар орної землі, що призвело до формування дефіцитного балансу гумусових речовин і загрожує зниженням ефективної родючості ґрунту сільськогосподарських угідь.

Пріоритетний розвиток органічного виробництва зумовив появу на ринку нових органічних екологічно безпечних добрив, які забезпечують підвищення посухостійкості та морозостійкості рослин, не потребують додаткового внесення синтетичних добрив та стимуляторів росту рослин, для мінералізації, оструктурення, розкислення та розсолоння ґрунтів та підвищення вмісту гумусу.

Зважаючи на це, важливого значення набуває поглиблення досліджень ефективності та технологічних рекомендацій щодо використання на практиці органічних добрив нового покоління.

Постановка завдань. До основних завдань дослідження відносяться:

1. Оцінка ефективності використання органічних добрив як адаптаційних заходів для зменшення негативних наслідків зміни клімату.
2. Визначення впливу рідкого орга-

нічного добрива «Ріверм» на підвищення продуктивності галузі рослинництва та збереження родючості ґрунтів в сівозмінах на неполивних землях Півдня України.

3. Дослідження змін якісного стану ґрунту та його здатності втримувати вологу в умовах збільшення посушливості клімату від застосування «Ріверму».

Методи і матеріали. Дослідження проводились протягом 2020-2021 рр. на дослідному полі Південно-Української філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, в зернопаропросапній сівозміні. Територіально дослідне господарство знаходиться в найбільш посушливій частини Степової зони і характеризується високими ресурсами тепла і середньорічною сумою атмосферних опадів на рівні 411,5 мм. Пшеницю озиму (сорт «Херсонська-99») висівали по пару. Агротехніка в досліді загально-визнана, крім факторів, які ставилися на експериментальне дослідження. Повторність в досліді 3-разова. Площа посівної ділянки – 1760 м², облікової – 50 м². Варіанти розміщували за методом розщеплених ділянок.

Ґрунт дослідного поля темно-каштановий, середньосуглинковий, щільність складення в рівноважному стані 1,38 г/см³. У гранулометричному складі ґрунту переважає фракція крупного пилу (38,1 % в орному шарі), тому він легко піддається ерозійним процесам. Солонцюватість ґрунту визначає незадовільні водно-фізичні властивості. Низький вміст водостійких агрегатів в орному шарі ґрунту ускладнює його обробіток в сухому стані. Поверхневий шар має здатність запливати, що заважає вбиранню і фільтрації води в більш глибокі горизонти. Грудки в сухому стані міцні, важко піддаються обробітку, крім цього, в таких ґрунтах на глибині 30-35 см утворюється ущільнений ілювіальний прошарок, який заважає проникненню в глибокі шари не лише води, а й кореневої системи рослин.

Дослідження проводились з використанням загально-визнаних в Україні методик і методичних рекомендацій. У сівозміні

протягом двох років досліджували дію рідкого органічного добрива «Ріверм» (Фактор А):

1. Контроль (без застосування добрив);
2. Органічне добриво «Ріверм» 2,5 л/га.

«Ріверм» – рідке суспензійоване органічне добриво нового покоління. За своїм складом добриво «Ріверм» – це водна витяжка з біогумусу, що включає в себе засвоювані рослинами гумінові речовини, макро- і мікроелементи та іони (K⁺, Na⁺, Ca⁺², Mg⁺², Mn⁺², Cr⁺³, Fe⁺², Fe⁺³, NO⁻³, H₂PO₄⁻², HPO₄⁻², PO₄⁻³, SO₄⁻², Cl⁻, I⁻, Br⁻, F⁻). Одним з найважливіших показників добрива «Ріверм», які визначають його біологічну активність, є те, що використана технологія отримання препарату не руйнує природної структури біогумусу, максимального зберігає власну біоенергетику, мікроорганізми і різні іони мікроелементів. Отриманий розчин є іонним, що забезпечує його високу біодоступність для рослин.

«Ріверм» використовували для позакореневих підживлень пшениці озимої під час вегетації:

– першу обробку проводили 1,5 % розчином (200 л/га води + 3 л «Ріверму») у фазі до виходу рослин у трубку;

– другу обробку – 1-% розчином (200 л/га води + 2 л «Ріверму») – на 5-тий день після цвітіння пшениці озимої.

Аналітичні дослідження зразків ґрунту проводились двічі на рік: перед обробленням посівів «Рівермом» та після збирання врожаю. Дослідження здійснювалися за загально-визнаними ДСТУ та іншими нормативними документами.

Під час експерименту використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний та лабораторний методи. Для систематизації та узагальнення отриманих результатів застосовувалися математико-статистичні методи.

Результати. Перспективним напрямом низьковуглецевого розвитку сільського господарства визнано поліпшення гумусового стану ґрунтів. Органічна складова частина ґрунту завжди була в центрі підвищеної уваги вчених і практиків.

Це пов'язано з тим, що вона є одним з найважливіших факторів, який визначає агрономічний потенціал ґрунту. Органічні добрива зазвичай визначають формування запасів гумусу, склад новоутворених гумусових речовин та енергетичний потенціал ґрунтів, здійснюють комплексний вплив на показники ґрунтової родючості.

Для визначення впливу рідкого органічного добрива «Ріверм» на якісний стан ґрунту під час досліду агрохімічний аналіз зразків ґрунту кожні два роки проводився двічі: перед внесенням органічного добрива у фазі до виходу рослин у трубку (I декада травня) та після збору врожаю (II декада липня). За результатами було визначено початковий вміст гумусу і елементів мінерального живлення та фактичний після збирання врожаю на контрольних ділянках та на ділянках оброблених «Рівермом» (табл.1).

За результатами агрохімічних досліджень встановлено, що вміст гумусу до внесення органічного добрива становив 1,98 %, нітратів (NO_3) – 27,6 мг/кг, рухомого фосфору (P_2O_5) і обмінного калію (K_2O) відповідно – 40,0 та 312,0 мг/кг ґрунту, що є характерним для темно-каштанових середньо-суглинкових ґрунтів. Аналізуючи отримані дані, необхідно відзначити, що забезпеченість ґрунту гумусом знаходиться на низькому рівні, що визначає його відносно низьку природну родючість. Вміст нітратів та рухомого фосфору середній, а обмінного калію високий.

Порівняльний аналіз даних агрохімічного дослідження ґрунту після збирання врожаю свідчить про певний опосередкований вплив рідкого органічного добрива

«Ріверм» на вміст основних елементів мінерального живлення. Зокрема, за період дослідження відзначено підвищення вмісту органічної речовини (лабільного гумусу) в ґрунті на 6,01 %, який піднявся до рівня (2,10 %), проти низького рівня забезпеченості (1,98 %) до використання добрива «Ріверм». На контролі, де органічне добриво не вносилося, визначаючи після збирання врожаю пшениці озимої, вміст гумусу знизився до 1,94 %, або на 2,1 відсоткових відсотки. Вміст рухомих форм основних елементів мінерального живлення на контролі в основному знизився проти попередніх значень, крім рухомого фосфору, що можна пояснити їхнім інтенсивним виносом з урожаєм. Тоді як показники забезпеченості ґрунту основними елементами мінерального живлення на ділянках, де вносився Ріверм, істотно вищі порівняно з варіантом без застосування «Ріверму» (контроль).

Дослідження водної витяжки ґрунту проводили у ті ж самі строки, що і визначення вмісту елементів мінерального живлення і гумусу. Катіонно-аніонний склад водної витяжки до внесення органічного добрива свідчить про хлоридно-сульфатний хімізм засолення ґрунту. Рівень засолення знаходиться в допустимих межах. Водневий показник (рН водне) свідчить про лужність ґрунтового розчину. Ступінь лужності – середня (табл. 2).

Як свідчать наведені у таблиці 2 дані катіонно-аніонний склад водної витяжки ґрунту під дією органічного добрива «Ріверм» зазнав певних якісних змін проти початкових значень. У цьому випадку відзначається певна стабілізація розчинних компонентів, які входять до складу роз-

Таблиця 1 – Забезпеченість ґрунту гумусом та основними елементами мінерального живлення, середнє за 2020-2021рр., мг/кг ґрунту

Показники агрохімічного складу ґрунту	I декада травня	II декада липня	
	до внесення добрива	Контроль	Ріверм
Нітрати	27,6	24,3	38,1
Рухомий фосфор	40,0	35,0	41,0
Обмінний калій	312,0	310,0	334,0
Гумус	1,98	1,94	2,10

Таблиця 2 – Катіонно-аніонний склад солей водної витяжки ґрунту в середньому за 2020-2021рр., мг-екв ґрунту

Соли водної витяжки	I декада травня		II декада липня			
	до внесення добрива		контроль		Ріверм	
	мг-екв 100г	%	мг-екв 100г	%	мг-екв 100г	%
CO ₃ ²⁻	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
HCO ₃ ⁻	0,15	0,0091	0,15	0,0092	0,15	0,0091
CL	0,20	0,0071	0,20	0,0071	0,15	0,0053
SO ₄ ⁻²	0,40	0,0190	0,40	0,0190	0,36	0,0173
Ca ⁺²	0,25	0,0050	0,25	0,0050	0,25	0,0050
Mg ⁺²	0,38	0,0025	0,38	0,0025	0,25	0,0003
Na ⁺	0,12	0,0028	0,12	0,0028	0,09	0,0021
K ⁺	0,05	0,0020	0,05	0,0020	0,07	0,0027
Сума солей, %	0,0475		0,0475		0,0418	
pH водне	7,8		7,8		7,0	

Таблиця 3 – Вміст обмінних основ в орному шарі ґрунту за оброблення посівів пшениці озимої «Рівермом» в середньому за 2020-2021рр., мг/екв/100г

Показник агроекологічного складу ґрунту	I декада травня		II декада липня	
	до внесення добрива		Контроль	Ріверм
Ca ⁺²	6,75		6,76	6,75
Mg ⁺²	2,5		2,52	2,5
Na ⁺	0,9		0,94	0,54
Сума обмінних основ	10,15		10,22	9,79
% Na ⁺ від МКО	8,87		8,88	5,52
pH сольове	7,2		7,21	6,7

чину, підвищення суми обмінних основ та зниження надлишкового вмісту увібраного натрію, магнію та окису сірки.

Завдяки цьому відзначено стабілізацію водневого показника ґрунту. Водневий показник (pH водне) вказує на лужність ґрунтового розчину. Реакція ґрунтового розчину на ділянках оброблених «Рівермом» нейтральна проти середньолужної під час попередньому відбору ґрунту (від 7,8 до 7,0 од.). Зазначені зміни вказують на певну стабілізацію ґрунтових процесів під впливом рідкого органічного добрива.

Наведені характеристики свідчать про активний вплив органічного добрива «Ріверм» на агрохімічні критерії ґрунту, які визначають його продуктивну здатність (табл.3).

Аналізуючи наведені у таблиці 3 дані, слід відзначити, що відсотковий вміст увібраного натрію наднормовий та обумов-

лює осолонцювання ґрунту. Рівень осолонцювання – середній. Сума обмінних основ в ґрунті низька, навіть дещо знизилась проти попередніх значень, однак також відзначається суттєве зниження увібраного натрію, як загальної його кількості, так і частки, що можна віднести до позитивних характеристик дії «Ріверму».

Слід відзначити, що в умовах підвищеної посушливості клімату, волога визначає рівень урожайності. Тому через зростання ролі вологи, як обмежувального чинника, в отриманні урожаю, особливого значення набувають дослідження дії органічного добрива на формування водного балансу ґрунту.

Джерело ґрунтової вологи – це опади. Річна кількість опадів – це загальний показник зволоження території. Норма (1992-2019 рр.) річних опадів в Степовій зоні України складає 380-400 мм. Тоді як

Таблиця 4 – Вміст доступної вологи у шарі ґрунту 0-100 см за фазами розвитку пшениці озимої під час застосування «Ріверму», середнє за 2020-2021рр., мм

Шар ґрунту, см	I декада травня (після внесення добрива)		II декада липня (фаза повної стиглості зерна)	
	«Ріверм»	контроль	«Ріверм»	контроль
0-20	45	47	24	20
0-40	81	83	46	44
40-100	65	60	72	59
0-100	145	143	118	99

показник стійкого землеробства – це гарантовані 700 мм і більше.

Відзначимо, що в умовах посухи використання органічних добрив, завдяки яким збільшується органічна складова ґрунту, поліпшує його водний режим. І одночасно, в ефективності добрив важливу роль відіграє вологість ґрунту.

Для контролю за вологістю ґрунту на глибину 0-100 см відбиралися зразки у I декаді травня у фазу до виходу рослин в трубку і II декаді липня у фазу повної стиглості зерна (табл. 4).

Порівняння вмісту запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см в травні і липні 2021 р. засвідчило більш економне витрачання вологи у варіантах з «Рівермом» порівняно з контролем. Особливо це помітно у визначенні вологості перед збиранням врожаю, хоча в цей час запаси вологи в шарі ґрунту 0-40 см були практично рівними і тільки в шарі ґрунту 40-100 см у варіанті з «Рівермом» спостерігалися більш високі запаси продуктивної вологи.

Визначення загальних запасів вологи в зоні розміщення кореневої системи пшениці озимої показують, що «Ріверм» сприяє більш економному витрачання запасів ґрунтової вологи. Для цього в кореневій зоні рядка пшениці озимої на глибину 0-20 см були відібрані зразки ґрунту, середня маса яких у варіанті з «Рівермом» склала 1760 г, а на контролі 1820 г. Висушуючи ці зразки за температури 105 °С в сушильній шафі протягом 24 годин, ґрунт з ділянки з «Рівермом» містив 120 г води, а на контролі всього – 60 г. Необхідно відзначити, що

ці запаси вологи містилися в зоні розташування кореневої системи пшениці озимої і сприяли формуванню як вегетативних, так і генеративних органів культури.

Препарат «Ріверм» активно сприяє здійсненню всіх процесів життєдіяльності, пов'язаних з надходженням води і поживних речовин в клітини рослини. І чим швидше поживні речовини сприяють обміну речовин, тим інтенсивніше рослина їх споживає, а значить відбувається її нормальний ріст і розвиток.

Отже, проведені дворічні дослідження свідчать, що використання органічного добрива «Ріверм» сприяє демінералізації ґрунту і, відповідно, підвищує родючість ґрунту. Логічно, що підвищення родючості ґрунту позитивно впливає на продуктивність сільськогосподарських культур. Це підтверджують отримані в результаті дворічних досліджень дані урожайності зерна пшениці озимої (табл. 5).

Таблиця 5 – Урожайність зерна пшениці озимої за використання органічного добрива «Ріверм», середнє за 2020-2021 р., т/га

Рік проведення досліджень	Урожайність		Приріст, +/- до контролю
	Контроль	«Ріверм»	
2020 р.	1,84	2,11	+0,27
2021 р.	3,30	3,72	+0,42

Основним показником ефективності застосування того чи іншого добрива для сільгоспвиробників є приріст врожайності. Оцінюючи наведені у таблиці 5 дані, необхідно відзначити, що роки проведення досліджень досить сильно різнилися за своїми гідротермічними умовами. Скажімо, вегетаційний період 2020 р. для пшениці озимої характеризується середньо

сухими умовами з недостатнім коефіцієнтом зволоження, тоді як 2021 р. характеризувався аномально високою кількістю опадів, що зумовило достатні і навіть надлишкові (вдвічі вищі за середні багаторічні показники) запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту. Зрозуміло, що така різниця в запасах ґрунтової вологи не могла не вплинути на урожайність, адже відомо, що кожен додатковий міліметр ґрунтової вологи може підвищити врожайність на 0,5 т/га. Переважно саме цим фактором і пояснюється наявна різниця у рівнях врожайності пшениці озимої на дослідних ділянках у 2020 та 2021 рр. Водночас в обох випадках найвищий рівень урожайності зерна пшениці озимої сорту «Херсонська-99» сформувався на ділянках оброблених «Рівермом», де він склав у 2020 р. – 2,11 т/га, а у 2021 р. – 3,72 т/га, що відповідно на 14,7% та 12,7% вище ніж на ділянках контролю. Така позитивна динаміка підвищення продуктивності культури завдяки дворазовому використанню «Ріверму» безумовно говорить про його позитивний вплив на формування врожаю.

Обговорення. Ефективність використання традиційних органічних добрив вже давно доведена дослідженнями іноземних і вітчизняних вчених [Шувар І, 2015; Кучер А., 2015; Балюк С., 2015; Бунчак О., 2012]. Однак внаслідок зменшення кількості поголів'я ВРХ катастрофічно зменшилось виробництво і застосування традиційних органічних добрив. За умов гострого дефіциту органічних добрив постало питання заміни останніх альтернативними видами екологічних органічних добрив, як передумови створення оптимальних для рослин агрохімічних, водно-фізичних і біологічних показників родючості ґрунту в умовах глобальних змін клімату. Тут слід відзначити дослідження вітчизняного вченого Шуvara І. А. щодо ефективності застосування органічних добрив, отриманих на виході біогазових установок [Шувар І, Гриник С., 2019]. Водночас, саме ролі та ефективності органічних добрив у якості засобу адаптації

до глобальних кліматичних змін у працях вітчизняних вчених приділяється недостатньо уваги.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що порушену проблему активно досліджують іноземні науковці. Наприклад, австрійські вчені дослідили вплив зміни клімату на аграрне виробництво й навколишнє середовище з урахуванням результатів сценаріїв політики з інтегрованого моделювання, що поєднує біофізичну й біоекономічну моделі ферм на різних рівнях, розробили систему заходів адаптації до змін клімату, що включає використання органічних добрив та інших прийомів низьковуглецевих технологій [M. Zessner, 2016; M. Schonhart, 2016]; оцінили динаміку ґрунтового органічного вуглецю й потенціал пом'якшення кліматичних змін завдяки зменшенню емісії CO₂ із європейських орних земель [S. Frank, 2015].

Вчені Q. Shi, X. Lai зазначають, що розвиток зелених і низьковуглецевих інноваційних технологій із застосуванням органічних добрив лежить в основі сталого розвитку, який сприяє пом'якшенню змін клімату. Водночас, це потребує відповідної державної політики та багаторівневої співпраці між підприємствами, урядами та місцевими органами влади, які відіграють ключову роль у просуванні низьковуглецевих технологій особливо в країнах, які розвиваються [Q. Shi, X. Lai, 2012], до їхнього належить і Україна.

Серед останніх робіт вітчизняних учених варто відзначити публікацію Бородіної О. М. зі співавторами, у якій розглянуто проблеми моделювання впливу глобальних змін клімату на різних рівнях просторових вимірювань і здійснено просторові оцінки впливу змін клімату на сільськогосподарське використання земельних ресурсів в Україні відповідно до глобальних трендів землекористування, визначених моделлю GLOBIOM [Бородіна О. та ін., 2016]; працю Казакової І. В., у якій описано прямий і непрямий вплив змін клімату на стан ґрунтів; проаналізовано потенційний вплив змін клімату на

врожайність основних сільгоспкультур, можливі економічні збитки; описано сучасні методи адаптації та пом'якшення наслідків цих змін (включаючи використання органічних добрив нового покоління) у різних регіонах світу [Казакова І., 2016]. Разом із цим недостатньо висвітленими в Україні залишаються питання щодо дослідження і практичного застосування органічних добрив нового покоління у конкретних природно-кліматичних умовах країни, як стратегічного прийому адаптації аграрного землекористування до змін клімату.

Висновки. В умовах глобальних змін клімату використання органічного землеробства є одним з пріоритетних напрямків адаптації до мінливих природних факторів. В результаті проведеного дослідження використання органічних добрив розглянуто як стратегічний пріоритет розвитку низьковуглецевого аграрного землекористування (агрохімічний напрям). Експериментально доведено, що застосування традиційних і нетрадиційних органічних добрив призупиняє зменшення вмісту гумусу й сприяє досягненню його бездефіцитного балансу. Зокрема, за період дослідження відзначено істотне зростання вмісту органічної речовини (лабільного гумусу) в ґрунті на 6,01 %, який за два роки піднявся до рівня середніх значень (2,10 %), проти низького рівня забезпеченості (1,98 %) до використання добрива Ріверм.

Дослідження підтвердили ефективність застосування рідкого органічного добрива «Ріверм» під час вирощування пшениці озимої сорту «Херсонська-99» в умовах південного Степу України в зернопаропросапній сівозміні, що покращує поживний режим та підвищує вміст елементів мінерального живлення (NPK), і, як наслідок, сприяє підвищенню урожайності пшениці озимої в середньому на 14 %. Від дворазового внесення Ріверму отриманий позитивний ефект у вигляді збільшення на 6,01 % вмісту органічної речовини (лабільного гумусу) в ґрунті.

Узагальнюючи результати експери-

ментальних досліджень необхідно відзначити, що для зменшення негативного впливу змін клімату господарським формуванням необхідне впровадження адаптаційних заходів за всіма напрямками як використання більш екологічних підходів та зміна технологій, так і перегляд управлінських рішень тощо.

Загалом необхідно відзначити, що впровадження усіх елементів органічного землеробства є оптимальною реакцією агропромислового комплексу на глобальне потепління, адже технології цієї системи більш продуктивно накопичують й використовують дефіцитну вологу. Крім того, сучасні структурні зміни в системах землеробства та необхідність освоєння енергоощадних екологічно безпечних заходів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур є основною передумовою необхідності формування нового концептуального підходу до систем використання біологічних препаратів.

Перелік літератури

Балюк А. С., Кучер А. В. (2015) Рациональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно-економічні, екологічні й нормативно-правові аспекти: кол. моногр., Смуґаста типографія, Харків, 432.

Бородіна О. М., Киризюк С. В., Яровий В. Д., Єрмольєв Ю. М., Єрмольєв Т. Ю. (2016). Моделювання локальних систем землекористування в умовах глобальних змін клімату. Журнал «Економіка і прогнозування», № 1, 117–128.

Дем'яненко С., Бутко В. Стратегія адаптації аграрних підприємств України до глобальних змін клімат. Економіка України. 2012. № 6. С. 66–72. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/EkUk_2012_6_8

Іванюта С. П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. (2020). Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь. НІСД, Київ, 110. - Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua>

Казакова І. (2016). Вплив глобальних змін на ґрунтові ресурси та сільсько господарське виробництво. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, Vol. 2, No.1, 21-44. – Режим доступу: www.ire-journal.com.

Кучер А. В., Анісімова О. В., Казакова І. В., Гапеев Л. В. (2015). Економічне забезпечення відтворення родючості ґрунтів. Видавництво «Смугаста типографія», Харків, 112.

Сеперович Н. (2019). Цілі та задачі Стратегії з адаптації до зміни клімату сільсько господарства України до 2030 року: презентація. Київ. Міністерство аграрної політики і продовольства України, с. 18. Режим доступу: https://apd-ukraine.de/images/2019/Kontent_Klima_Komponente/WG_Meeting_PPP/Targets_and_measures_of_the_Strategy_on_adaptation_to_climate_change_in_agriculture_MAPF_UA.pdf

Шувар І.А., Бунчак О.М., Сендецький В.М. та ін. (2015) Виробництво і використання органічних добрив (монографія). Видавництво «Симфонія форте», Івано-Франківськ, 596.

Шувар І. А., Гриник С. І. (2019) Ефективність застосування основного обробітку ґрунту і удобрення в технології вирощування пшениці ярої (2019). В матеріалах Міжнар. наук. Інтернет-конф.: Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика. ТНЕУ, Україна, Тернопіль, с. 238-241. Режим доступу: <http://dSPACE.wunu.edu.ua/handle/316497/36431>

Fileccia, T., Guadagni, M., Hovhera, V. and Bernoux, M. (2014), Ukraine: Soil fertility to strengthen climate resilience Preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Frank, S., Schmid, E., Havlik, P., Schneider, U. A., Bottcher, H., Balkovic, J. and Obersteiner, M. (2015), The dynamic soil organic carbon mitigation potential of European cropland. *Global Environmental Change*, vol. 35, pp. 269–278. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.08.004>.

Schonhart, M., Schauppenlehner, T., Kuttner, M., Kirchner, M. and Schmid, E. (2016), Climate change impacts on farm production, landscape appearance, and the environment: Policy scenario results from an integrated field-farm-landscape model in Austria. *Agricultural Systems*, vol. 145, pp. 39–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agry.2016.02.008>.

Shi, Q. and Lai, X. (2013), Identifying the underpin of green and low carbon technology innovation research: A literature review from 1994 to 2010. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 80, issue 5, p. 839-864. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.002>.

Zessner, M., Schonhart, M., Parajka, J., Trautvetter, H., Mitter, H., Kirchner, M., Hepp, G., Blaschke, A. P., Strenn, B. and Schmid, E. (2017), A novel integrated modelling framework to assess the impacts of climate and socio-economic drivers on land use and water quality. *Science of The Total Environment*, vol. 579, pp. 1137–1151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.092>.

References

Baliuk S. A. and Kucher A. V. (2015), Rational use of soil resources and soil fertility restoration: organizational, economic, ecological and legal aspects, Smuhasta typohrafiia, Kharkiv, Ukraine.

Borodina O., Kuryziuk S., Yarovy V., Ermoliev Y. and Ermolieva T. (2016), Modeling local land uses under the global climate change. *Economics and forecasting*, no. 1, pp. 117–128.

Demianenko S. and Butko V. (2012), The strategy of adaptation of agricultural enterprises in Ukraine to global climate change. *Economy of Ukraine*, no.6, pp.66-72.

Fileccia, T., Guadagni, M., Hovhera, V. and Bernoux, M. (2014), Ukraine: Soil fertility to strengthen climate resilience Preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Frank S., Schmid E., Havlik P., Schneider U., Bottcher H., Balkovic J. and Obersteiner M. (2015), The dynamic soil organic carbon mitigation potential of European cropland. *Global Environmental Change*, vol. 35, pp. 269–278. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.08.004>.

Ivanyuta S. P., Kolomiets O. O., Malinovskaya O. A., Yakushenko L. M. (2020). Climate change: consequences and adaptation measures: analyte. report. NISS, Kyiv, 110. - Access mode: <http://www.niss.gov.ua>

Kazakova I. (2016), The impact of global changes at soil resources and agricultural production. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, [Online], vol. 2, no. 1, pp. 21-44, available at: www.are-journal.com.

Kucher, A. V., Anisimova, O. V., Kazakova, I. V. and Gapeev, L. V. (2015), *Ekonomichne zabezpechennia vidtvorennia rodulichosti gruntiv [Economic Support of Soil Fertility Reproduction]*, Smuhasta typhrafiya, Kharkiv, Ukraine.

Schonhart M., Schauppenlehner T., Kuttner M., Kirchner M. and Schmid E. (2016), Climate change impacts on farm production, landscape appearance, and the environment: Policy scenario results from an integrated field-farm-landscape model in Austria. *Agricultural Systems*, vol. 145, pp. 39–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.02.008>.

Seperovich N. (2019). Goals and objectives of the Strategy for Adaptation to Climate Change in Agriculture of Ukraine until 2030: presentation. Kiev. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine, p. 18. Access

mode: https://apd-ukraine.de/images/2019/Kontent_Klima_Komponente/WG_Meeting_PPP/Targets_and_measures_of_the_Strategy_on_adaptation_to_climate_change_in_agriculture_MAPF_UA.pdf

Shi, Q. and Lai, X. (2013), Identifying the underpin of green and low carbon technology innovation research: A literature review from 1994 to 2010. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 80, issue 5, p. 839–864. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.002>.

Shuvar I. A., Grynyk S. I (2019) Efficiency of application of the basic processing of the soil and fertilizer in technology of cultivation of spring wheat (2019). In the materials of the International. Science. Internet conference: The current state of science in agriculture and nature management: theory and practice. TNEU, Ukraine, Ternopil, p. 238-241. Access mode: <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/36431>

Shuvar I. A., Bunchak A. N., and Sendetsky V. M. et al. (2015) Production and use of organic fertilizers (monograph). Symphony Forte Publishing House, Ivano-Frankivsk, 596.

Zessner M., Schonhart M., Parajka J., Trautvetter H., Mitter H., Kirchner M., Hepp G., Blaschke A., Strenn B. and Schmid E. (2017), A novel integrated modelling framework to assess the impacts of climate and socio-economic drivers on land use and water quality. *Science of The Total Environment*, vol. 579, pp. 1137–1151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.092>.

UDC 631.147 ; 631.86

THE EFFECTIVENESS OF ORGANIC FERTILIZERS AS A MEANS OF ADAPTING TO CLIMATE CHANGE

Malyarchuk V., Cand. Agr. Scs,

e-mail: zemlerob_mvm@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-1459-0956>

Fedorchuk E.,

e-mail: jenya-life@i.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5419-7887>

South-Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT

Summary

The article presents the results of research on the use of liquid organic fertilizer in the cultivation of winter wheat in compliance with the requirements of organic farming in the grain-steam crop rotation of the experimental field of the South-Ukrainian branch of L. Pogorilyy UkrNDIPVT in 2020-2021.

***The purpose** of research is to analyze the effectiveness of organic fertilizers as a strategic priority for the development of low-carbon agricultural land use (agrochemical direction of adaptation to climate change). Determining the impact of liquid organic fertilizer "Riverm" on the quality of the soil and its ability to retain moisture, as well as to increase the productivity of winter wheat in crop rotations on non-irrigated lands of southern Ukraine.*

***Research methods:** field quantitative-weight, visual and laboratory methods. Mathematical and statistical methods used to systematize and generalize the obtained results.*

***Research results.** It has been experimentally established that the use of new generation organic fertilizers suspends the reduction of humus content and contributes to the achievement of its deficit-free balance. In particular, during the study period there was a significant increase in the content of organic matter (labile humus) in the soil by 6.01 %, which in two years rose to the level of average values (2.10 %), against a low level of security (1.98 %) to use of "Riverm" fertilizer.*

***Conclusions.** The effectiveness of liquid organic fertilizer "Riverm" in the cultivation of winter wheat Khersonskaya-99 in the southern steppe of Ukraine, which improves nutrition and significantly increases the content of mineral nutrients (NPK), and as a result helps to increase the yield of winter wheat on average at 14 %.*

***Key words:** adaptation to climate change, organic agriculture, liquid organic fertilizer "Riverm", high-quality soil composition, humus condition of soil, soil moisture reserves, agronomic potential of soil.*

УДК 631.147 ; 631.86

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ КАК СРЕДСТВА АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА

Малярчук В., канд. с.-х. наук,
e-mail: zemlerob_mvm@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-1459-0956>
Федорчук Е., e-mail: jenua-life@i.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5419-7887>
Южно-Украинский филиал УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого

Аннотация

В статье представлены результаты исследований применения жидкого органического удобрения при выращивании озимой пшеницы с соблюдением требований органического земледелия в зернопаро-пропашном севообороте исследовательского поля Южно-Украинского филиала УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого в 2020-2021 гг.

Цель исследований – провести анализ эффективности использования органических удобрений в качестве стратегического приоритета развития низкоуглеродистого аграрного земледелия (агрехимический направление адаптации к климатическим изменениям). Определить влияния жидкого органического удобрения «Риверм» на качественное состояние почвы и его способности удерживать влагу, а также на повышение производительности пшеницы озимой в севооборотах на неполивных землях юга Украины.

Методы исследований: полевой, количественно-весовой, визуальный и лабораторный методы. С целью систематизации и обобщения полученных результатов применялись математико-статистические методы.

Результаты исследований. Экспериментальным путем установлено, что применение органических удобрений нового поколения приостанавливает уменьшение содержания гумуса и способствует достижению его бездефицитного баланса. В частности, за период исследования отмечен существенный рост содержания органического вещества (лабильного гумуса) в почве на 6,01 %, который за два года поднялся до уровня средних значений (2,10 %), против низкого уровня обеспеченности (1,98 %) до использования удобрения «Риверм».

Выводы. Подтверждена эффективность применения жидкого органического удобрения «Риверм» при выращивании озимой пшеницы сорта Херсонская-99 в условиях южной Степи Украины, что улучшает питательный режим и весомо повышает содержание элементов минерального питания (NPK), и как следствие способствует повышению урожайности озимой пшеницы в среднем на 14 %.

Ключевые слова: адаптация к изменениям климата, органическое земледелие, жидкое органическое удобрение «Риверм», качественный состав почвы, гумусовое состояние почвы, запасы почвенной влаги, агрономический потенциал почвы.